



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Landschaftswissenschaften und Geomatik

Studiengang Naturschutz und Landnutzungsplanung

Bachelorarbeit

**Möglichkeiten und Grenzen der Förderung ausgewählter Nützlinge
durch lokale Biotopverbundsysteme in der landwirtschaftlich geprägten
Kulturlandschaft**

verlegt von: Jakob Kranhold

URN: urn:nbd:de:gbv:519-thesis2014-0470-3

Fachliche Betreuung:

Prof. Dr. rer. nat. Mathias Grünwald

Prof. Dr. sc. agr. Theodor Fock

Datum der Abgabe: 24.10.2014

Vorwort

Im Rahmen meines Bachelorstudiums beschäftigte ich mich in dem Modul „Landnutzungsstrukturen und Landnutzungswandel“ mit der Thematik ökosystemarer Dienstleistungen die auf Grund von Biotopverbundsystemen zu erwarten sind. Dieser Themenkomplex weckte mein weiteres persönliches Interesse. Es stellte sich heraus, dass zwar häufig in der Literatur zu lesen ist, wie entscheidend Biotopverbundsystemen der Förderung von Nützlingen entgegen kommen können, es aber sehr viel schwieriger ist diese Aussage untermauernde und wissenschaftlich fundierte Untersuchungen zu finden. Daher ist das Ziel dieser Arbeit, literarisch zu untersuchen inwieweit lokale Biotopverbundsysteme innerhalb der landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft an Hand ihrer hohen Relevanz ausgewählte Nützlinge fördern können. Die wesentlichen Antagonisten, welche in der Lage sind signifikant Einfluss auf einen Schädlingsbefall in der Landwirtschaft nehmen zu können, stammen meist aus dem Reich der Insekten. Ihnen gilt somit die Aufmerksamkeit dieser Arbeit. Möchte man diese mittels Verbundsystemen fördern, gilt es genauere Informationen hinsichtlich ihres Verhaltens und Ihrer Ansprüche auszuwerten um hieraus Schlussfolgerungen für die Planung von Biotopverbundsystemen ziehen zu können. Die Resultate dieser Untersuchung können keinesfalls alleinige Planungsgrundlage für ein Biotopverbundsystem sein, da solch eine Planung immer auf einer äußerst dezidierten Vegetations- bzw. Biotopkartierung des Gebietes und seinen Restlebensräumen begründet sein muss. Erst aus der Auswertung der Kartierung können die Ziele eines Verbundsystems formuliert werden. Vielmehr gilt es festzustellen inwieweit Verbundsysteme überhaupt geeignet sind einen lokalen Einfluss auf Nützlingspopulationen nehmen zu können, und ob diese in der Lage sind innerhalb der angrenzenden Agrarflächen zu einer Reduzierung des Schädlingsbefalls beitragen zu können. Die gewonnenen Erkenntnisse können als Planungshinweise bzw. -hilfe dienen. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es grundlegende faktische Daten und Hilfestellungen in Bezug auf eine Biotopverbundsystemplanung in Hinblick auf die Stärkung der bedeutendsten Nützlinge zu geben. Der Antrieb dieser Arbeit bestand auch im Besonderen aus dem persönlichen Interesse heraus, ob der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln über das Fördern von Nützlingen durch Verbundsysteme reduziert werden kann.

Neubrandenburg im August 2014, Jakob Kranhold

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	5
2. Grundlagen zum Biotopverlust und der Strukturverarmung.....	6
2.1 Die Inseltheorie.....	6
2.2 Das Mosaik-Konzept.....	9
2.3 Das MVP-Konzept.....	12
2.4 Die Metapopulation.....	13
3. Grundlagen zu Biotopverbundsystemen.....	13
3.1 Die vier Säulen des Biotopverbunds.....	13
3.2 Biotopverbund für ausgewählte Zielarten oder Tiergruppen.....	15
3.3 Biotopverbund in Agrarökosystemen.....	16
3.4 Ökotone.....	18
4. Grundlagen zu Nützlingen in Agro-Ökosystemen.....	19
5. Vorgehensweise und Auswahlkriterien der Antagonisten.....	21
5.2 Vorgehensweise.....	21
5.1 Auswahlkriterien der Antagonisten	21
6. Ausgewählte Nützlinge.....	22
6.1 Schwebfliegen (Syrphidae).....	22
6.1.1 Allgemeines.....	22
6.1.2 Habitateigenschaften, Nahrungsquellen und Fraßleistung.....	22
6.1.3 Dispersionsverhalten.....	24
6.1.4 Fortpflanzungsverhalten, Eiablageverhalten und Generationsdauer.....	29
6.1.5 Überwinterung.....	30
6.1.6 Konsequenzen für die Maßnahmenplanung.....	31
6.2 Gemeine Florfliege (<i>Chrysoperla carnea</i>).....	33
6.2.1 Habitateigenschaften, Nahrungsquellen und Fraßleistung.....	33
6.2.2 Dispersionsverhalten.....	34
6.2.3 Fortpflanzungsverhalten, Eiablageverhalten und Generationsdauer.....	35
6.2.4 Überwinterung.....	36
6.2.5 Konsequenzen für die Maßnahmenplanung.....	36
6.3 Marienkäfer (Coccinellidae).....	39
6.3.1 Allgemeines.....	39
6.3.2 Habitateigenschaften, Nahrungsquellen und Fraßleistung.....	39

6.3.3 Dispersionsverhalten.....	44
6.3.4 Fortpflanzungsverhalten, Eiablageverhalten und Generationsdauer.....	47
6.3.5 Überwinterung.....	47
6.3.6 Konsequenzen für die Maßnahmenplanung	48
7. Zwischenfazit.....	51
7.1 Zwischenfazit zu den Habitateigenschaften.....	51
7.2 Zwischenfazit zu dem Dispersionsverhalten.....	54
8. Beispiele nützlingsfördernder Maßnahmen in der Landwirtschaft.....	58
8.1 Gestaltung der Schläge.....	58
8.2 Feldhecken.....	59
8.3 Ausgliederung von Minderertragsflächen und Extensivierung.....	61
8.4 Biomassehecken.....	62
8.5 Hypothetische Planung in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft.....	65
9. Wirtschaftlichkeit der Naturschutz-Maßnahmen.....	68
10. Zusammenfassung.....	69
Literaturverzeichnis.....	70
Abbildungsverzeichnis.....	75
Eidesstattlicher Erklärung.....	79

1. Einleitung

Die Industrialisierung der Landwirtschaft führte insbesondere seit den 1950 Jahren zu einem fortschreitenden Ausräumen der Landschaft. Strukturelemente wie Hecken, Raine, Feldgehölze, Sölle oder Trockensteinmauern erschwerten das Bearbeiten der Flächen mit den neuen technischen Errungenschaften. Wurde zuvor das Land von vielen Kleinbauern bearbeitet, deren Flächen sich häufig durch Strukturelemente abgrenzten forderte hier die Industrialisierung der Landwirtschaft ihren Tribut. In Abbildung 1 wird das fortschreitende ausräumen einer Landschaft in Schleswig-Holstein dargestellt, welche ursprünglich von zahlreichen Knicks durchzogen wurde. War im Jahr 1877 noch eine mittlere Knickdichte von 133,4 m je ha zu verzeichnen reduzierte sich diese bis in das Jahr 1979 auf nur noch 29,1 m je ha.

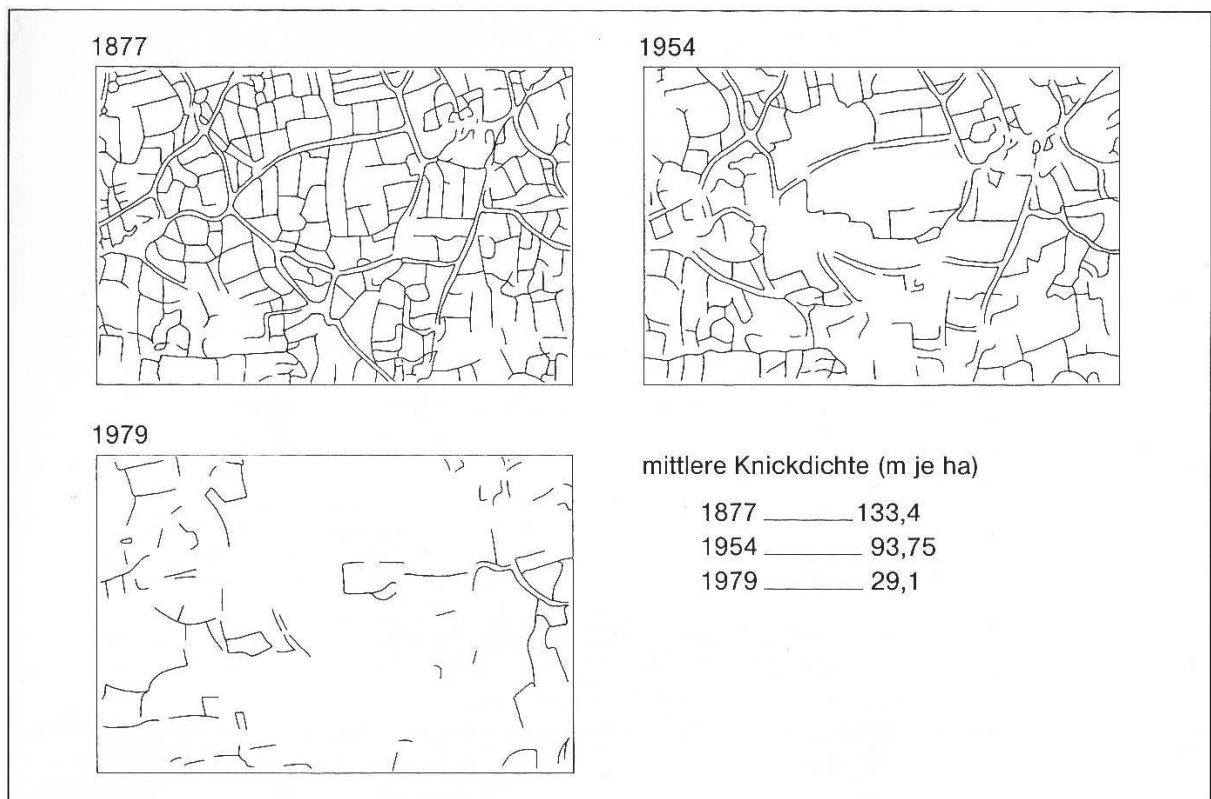


Abb.1: Verringerung des Netzes von Wallhecken (Knick) im Raum Satrup / Angeln in Schleswig-Holstein als wertvolles Verbundelement (KNAUER 1980)

Mit zunehmender Technisierung waren immer weniger Menschen in der Lage steigend größere Flächen bearbeiten zu können. Auch daraus folgende Flurbereinigungsmaßnahmen förderten das Zusammenwachsen von zuvor getrennt bearbeiteten Flächen. Die Entwicklung von Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel

half dabei großflächig möglichst optimale Erträge zu erzielen.

Gerade die zunehmend ausgeräumten Strukturelemente der über Jahrhunderte gewachsenen Kulturlandschaft stellen einen wichtigen Lebensraum dar, der nicht zuletzt auch zahlreiche Nützlinge beheimatet. So traten noch vor 100 Jahren Blattläuse nur gelegentlich und ohne großen Schaden anzurichten in den landwirtschaftlichen Kulturen auf, während heute die Getreideblattläuse zu den wichtigsten Schaderregern zählen (NÖTZOLD 2000). Das Fehlen der entsprechenden Nützlinge und die weitgehende Homogenisierung der Landschaft fördert das massenhafte Aufkommen von Schädlingen, denen nur mit entsprechenden Pflanzenschutzmitteln Einhalt geboten werden kann. Hier ist eine deutliche Korrelation zwischen vermehrt aufkommenden erheblichen Schädlingsbefällen und den intensiven Bearbeitungsmethoden, einhergehend mit dem Ausräumen der Landschaft, zu konstatieren. Die Tatsache, dass heute 52,3 % der Landesfläche Deutschlands (UMWELTBUNDESAMT 2013) landwirtschaftlich genutzt wird und der überwiegende Teil dieser Flächen mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden, verdeutlicht die Prägnanz des Themas der Nützlingsförderung durch das Wiederherstellen und Verbinden von Lebensräumen.

Die Frage, die dieser Arbeit zugrunde liegt ist, in wieweit die ausgewählten Nützlinge, welche überwiegend zu den Blattlausantagonisten zu zählen sind, durch lokale Biotopverbundsysteme innerhalb des landwirtschaftlich geprägten Raumes gefördert werden können, und ob diese in der Lage sind in den angrenzenden Agrarflächen zu einer Reduzierung des Schädlingsbefalls beitragen zu können.

2. Grundlagen zum Biotopverlust und der Strukturverarmung

2.1 Die Inseltheorie

Eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung von Biotopverbundsystemen stellt die Inseltheorie dar. Diese von MACARTHUR & WILSON (1967) entwickelte Theorie befasst sich mit der Entwicklung von Flora und Fauna auf mehr oder weniger isolierten Meeresinseln. Darauf gründend entstanden zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten, die sich mit der Übertragbarkeit der Theorie auf Habitatsinseln des Festlandes befassten. Im landwirtschaftlich geprägten Raum sind ursprüngliche

Lebensräume oft nur noch fragmentarisch vorhanden, was die einstige Flora und Fauna ähnlich wie bei Meeresinseln auf diese sehr begrenzten Räume zurückgedrängt hat. Rings um diese Restlebensräume befinden sich besonders im landwirtschaftlich genutzten Raum häufig intensiv bewirtschaftete Flächen, die einen sehr hohen Barriereeffekt bewirken. Auch die Zerschneidung der Landschaft durch Infrastrukturelemente wie Straßen und Wege sowie die Zersiedelung führt zu besagtem Effekt. Der Isolationsgrad von Habitatinseln zu Meeresinseln ist allerdings nicht immer als vergleichbar anzusehen, da zumindest für größere Tiere eine Überwindung oft möglich ist.

ECKHARD JEDICKE (1994) fasst die grundlegenden Aussagen der Inseltheorie wie folgt zusammen:

- Die Größe einer Habitatinsel ist entscheidend über die dort anzutreffende Artenzahl. Je größer eine Insel desto höher die Biodiversität. Diese Beziehung von Artenzahl zur Lebensraumgröße wird auch als „Arten-Areal-Beziehung“ bezeichnet.
- Auf Habitatinseln besteht ein Gleichgewicht zwischen einwandernden- und aussterbenden Arten (Immigration und Extinktion). Es entsteht eine Arten-Fluktuation um einen Mittelwert, welche auch mit „Turnover“ beschrieben wird. Im Allgemeinen gilt, dass neu entstandene Inseln eine höhere Immigrations- und eine niedrigere Extinktionsrate aufweisen.
- Mit der „Arten-Distanz-Beziehung“ wird der Erfolg der Erstbesiedelung einer Insel beschrieben. Je näher die Insel an einer Besiedelungsquelle liegt desto höher ist die Wahrscheinlichkeit der Besiedelung.
- Trittsteinbiotope sind kleinste Inseln welche sich zwischen Lebensräumen befinden. Diese sind oft als dauerhafter Lebensraum zu klein und nicht geeignet. Sie leisten allerdings eine wichtige Funktion beim Wandern von Arten, da sie die zu überwindenden Distanzen von Lebensräumen verkürzen und so die Austauschwahrscheinlichkeit erheblich erhöhen können.

Abbildung 2 zeigt das Gleichgewichtsmodell der Floren und Faunen zweier Inseln zwischen Einwanderungsrate (Immigration) und Aussterberate (Emigration). Die Höhe der Rate von Einwanderung und Aussterben hängen von der Isolierung der

Insel (Entfernung zum Festland) und von der Flächengröße ab. Mit steigender Isolierung und abnehmender Inselgröße sinkt die Zahl anwesender Arten, das Gleichgewicht (S) verschiebt sich nach links. Umgekehrt bedeutet eine geringere Distanz und/oder eine größere Inselfläche eine Erhöhung der Artenzahl infolge einer erhöhten Einwanderungs- bzw. einer verminderten Aussterberate (SCHLÜPMANN 1985)

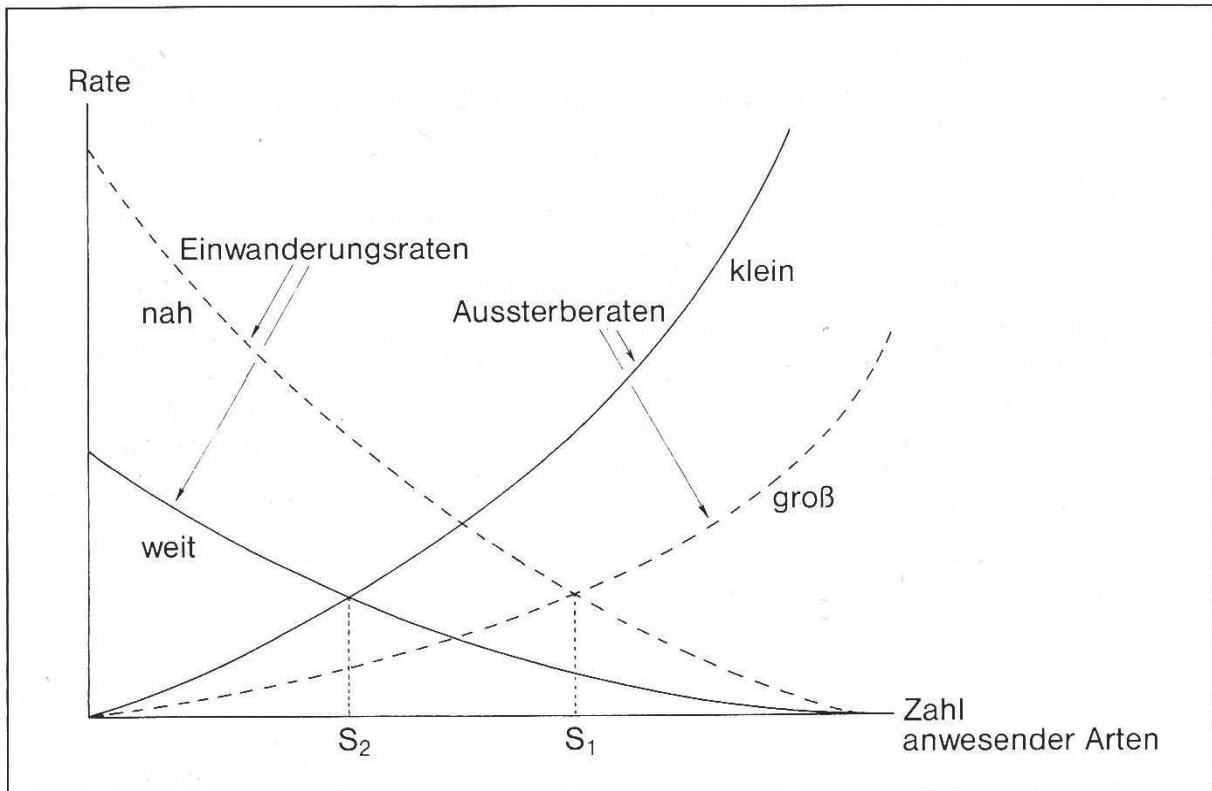


Abb.2: Gleichgewichtsmodell der Floren und Faunen zweier Inseln zwischen Einwanderungsrate (Immigration) und Aussterberate (Emigration). Die Höhe der Rate von Einwanderung und Aussterben hängen von der Isolierung der Insel (Entfernung zum Festland) und von der Flächengröße ab. (SCHLÜPMANN 1985)

MADER (1990) nennt folgende drei grundlegende Prozesse zur Verinselung der Landschaft:

1. „Der Flächeneffekt“, welcher die Schrumpfung und Ausdünnung naturnaher Biotope bezeichnet. Daraus resultieren sich vergrößernde Distanzen zwischen den Restflächen.
2. „Der Barriereeffekt“, welcher die zerschneidende Wirkung von linearen Infrastrukturelementen bezeichnet.

3. „Der Randflächeneffekt“ beschreibt das Phänomen der schärfer werdenden Grenzen zwischen unterschiedlich genutzten oder geschützten Flächen, was das Verschwinden von Ökotonen und das Verlagern von Randzonen von außen nach innen und dem damit einhergehenden Schrumpfen von Biotopen zur Folge hat.

2.2 Das Mosaik-Konzept

Praktische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Inseltheorie in größeren Räumen ein plausibles Erklärungsmodell darstellt, sich allerdings die Theorie auf kleinen Habitatflächen nicht bestätigt, vielmehr trifft das Gegenteil zu. So ist gerade auf kleinen Habitatinseln oft eine erhöhte Zahl von Tieren anzutreffen (JEDICKE 1990). Diese erhöhte Biodiversität erklärt MADER (1990) mit dem Einwandern ubiquitärer Arten die aus den umliegenden Flächen flüchten. Ubiquisten kommen mit unterschiedlichen Lebensraumbedingungen zurecht und zählen so im Gegensatz zu den stenöken Arten zu den weniger spezialisierten Arten. Schrumpft der Lebensraum ubiquitärer bzw. euryöker Tiere suchen diese Überlebensmöglichkeiten auf den noch vorhandenen kleinen Habitatinseln. Diese Beobachtung steht konträr zur Inseltheorie und wird durch das von DUELLI (1992a) entwickelte Mosaikkonzept, welches gerade auf eine kleinräumig gegliederte Kulturlandschaft zutrifft zumindest teilweise unterstützend erklärt. Bei den stenöken Arten trifft die Inseltheorie auch auf Kleinflächen zu, da es sich um Spezialisten handelt bei denen ein entsprechend geeigneter Lebensraum wie eine echte Insel fungiert deren Grenzen nicht überwindbare Hindernisse darstellen. Eine Vielzahl der Nützlinge zählen zu den Ubiquisten, die sich entsprechend dem Mosaik-Konzept in lokalen Räumen verhalten (JEDICKE 1990). Dieses und die Gegebenheit, dass sich das Mosaikkonzept mit Praktischen Untersuchungen in Bezug auf Artenzahlen in Relation zur Habitatvielfalt in einer kleinkammerigen und kleinräumigen Kulturlandschaft deckt, machen es besonders wichtig für das Verständnis von Biotopverbundsystemen und der Nützlingsförderung auf lokaler Ebene.

Für den überwiegenden Teil von Arten steigt die Artenzahl in der vom Menschen umgestalteten Natur je fragmetierter und vielgestaltiger die Landschaft ist (Abb. 4). Diese hohe Diversität erklärt sich aus den Ökotonen (Übergangszonen von Lebensräumen) der unterschiedlichen Habitate, welche zahlreich an den Grenzlinien

vorkommen. Gerade diese Ökotope werden häufig von Ubiquisten besiedelt. Auch wandernden Arten, die im Laufe ihres Lebens Habitate wechseln sind vermehrt in den Ökotonen anzutreffen. Ein Großteil der in der biologischen Schädlingskontrolle relevanten Nützlinge zählen zu solchen wandernden Arten (JEDICKE 1990).

Die entscheidenden drei Faktoren des Mosaikkonzepts sind nach DUELLI (1992a) die Habitatvielfalt, die Habitatheterogenität und das Ausmaß des genetischen Austausches. Die Habitatvielfalt bezieht sich auf die Anzahl verschiedener angrenzender Habitattypen an eine Fläche. Je größer sich die angrenzende Habitatzahl gestaltet desto höher fallen die Artenzahlen pro Fläche aus (Abb.3).

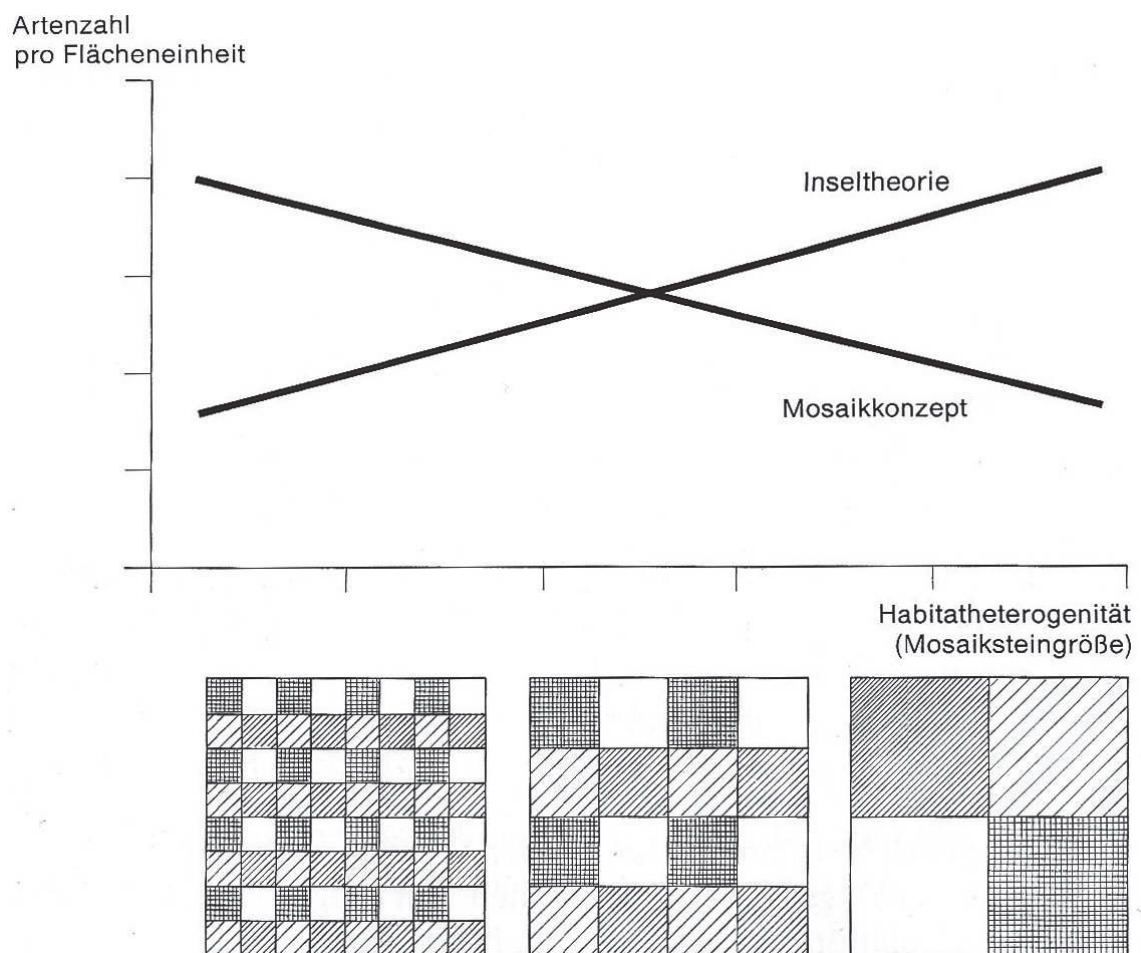


Abb.3: Abhängigkeit der Artenzahl pro Flächeneinheit von der Mosaiksteingröße bei gleichbleibender Habitatvielfalt mit vier aneinander grenzenden Biotypen. Der Inseltheorie zufolge steigt die Artenzahl mit zunehmender Mosaiksteinfläche, dem Mosaik-Konzept zufolge mit der Anzahl der Mosaiksteine und der Länge der Grenzlinien (DUELLI 1992a).

Die Habitatheterogenität bezieht sich auf die Habitatgrößen. Größere homogene Habitats einer bestimmten Größe bewirken ein Sinken der Artenzahl während kleinere heterogene Habitats der selben Größe höhere Artenzahlen aufweisen (Abb.4). Mit der abnehmenden Heterogenität sinkt auch die Länge der Grenzlinien zu benachbarten Habitats, welche die Anzahl der Ökotope reduziert. Somit sinkt auch die Anzahl der auf diese Lebensräume angewiesenen Arten. Inwieweit ein genetischer Austausch gegeben ist, hängt von dem Grad der Isolation und der Größe einer Population ab. Die Fragmentierung und so auch die Inselbildung eines Gebietes hat das lokale Aussterben von Teil-Populationen zu Folge. Mit einer steigenden Artenzahl innerhalb eines Gebietes kann nur gerechnet werden wenn eine temporär aussterbende Teilpopulation zuvor den genetischen Austausch bewältigen konnte. Hierzu muss nach DUELLI (1992a) zumindest 1% einer lokalen Population den Genaustausch innerhalb einer Generationszeit bewältigen.

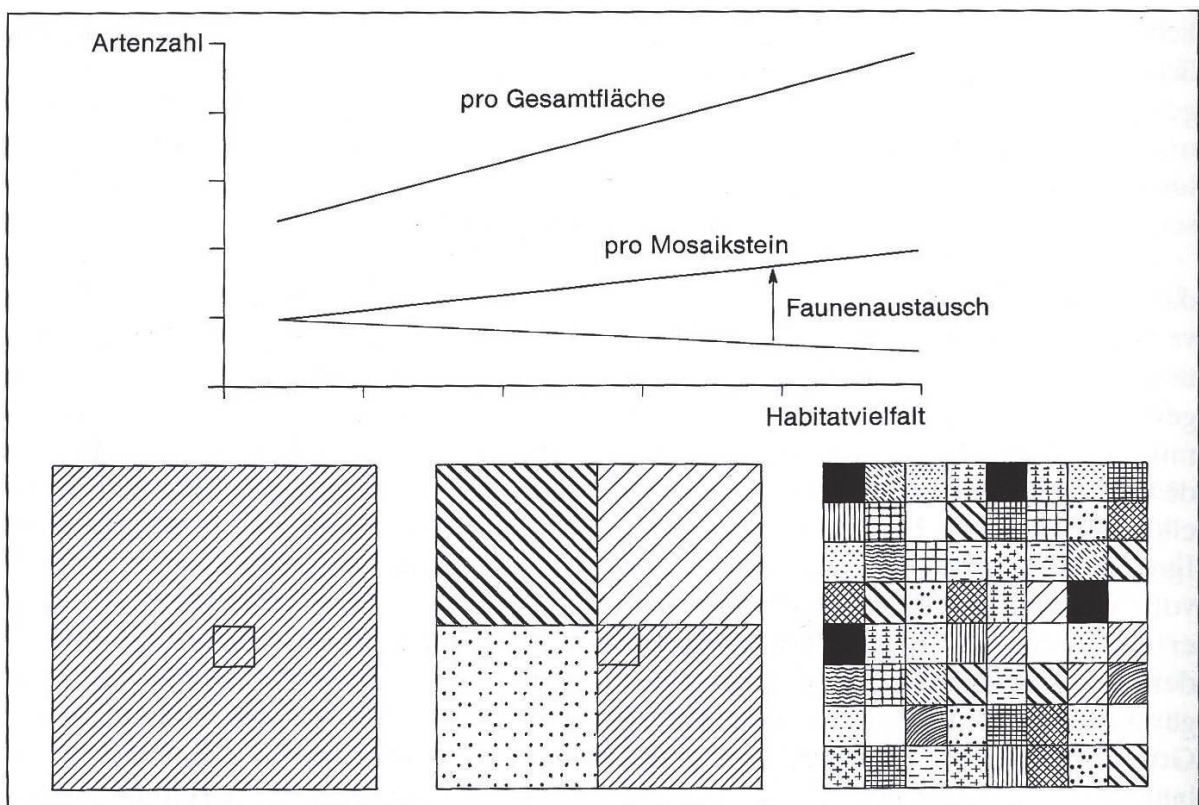


Abb.4: Beziehung zwischen Habitatvielfalt und Artenzahl nach dem Mosaikkonzept. Mit steigender Anzahl verschiedener Habitattypen pro Flächeneinheit nimmt auch die Zahl vorkommender Arten zu. Bei der Funktion »pro Mosaikstein« werden kleine, flächengleiche Quadrate desselben Biotoptyps miteinander verglichen, bei denen die Habitatvielfalt der Umgebung variiert (DUELLI 1992a).

2.3 Das MVP-Konzept

Das Kürzel „MVP“ ist aus dem Englischen abgeleitet und bedeutet „Minimum Viable Population“. Das Konzept behandelt demnach die kleinste überlebensfähige Population einer Zielart. Es wird versucht anhand von Populationsgrößen, Aussagen über die Überlebenswahrscheinlichkeit einer Population zu treffen. Auch soll der Einfluss von zufälligen Prozessen mit berücksichtigt werden (HOVESTADT 1990). Wichtig bei der Bestimmung von MVP-Größen ist zwischen der gesamten und der effektiven Population zu unterscheiden. Zur effektiven Population sind die Individuen zu zählen, die an der Fortpflanzung teilhaben (JEDICKE 1990). Die Grundlage für die Bestimmung der Überlebensfähigkeit besteht in der Durchführung einer Gefährdungsanalyse (Population Vulnerability Analysis, PVA), wobei vielfältige biotische und abiotische Einflussfaktoren im Zusammenhang mit Bestand, Raumanpruch, Populationsbiologie und Habitatqualität berücksichtigt werden (HOVESTADT 1991). Die so gewonnene MVP-Größe kann allenfalls als ein Minimalwert angesehen werden, der nicht Ziel von Naturschutzplanungen sein kann. Er kann als Anhaltspunkt dienen, um sich möglichst weit in einem sicheren Bereich zu bewegen (BLAB 1992). In Abb.5 wird der Zusammenhang von mittlerer Überlebenswahrscheinlichkeit in Relation zur Populationsgröße verdeutlicht.

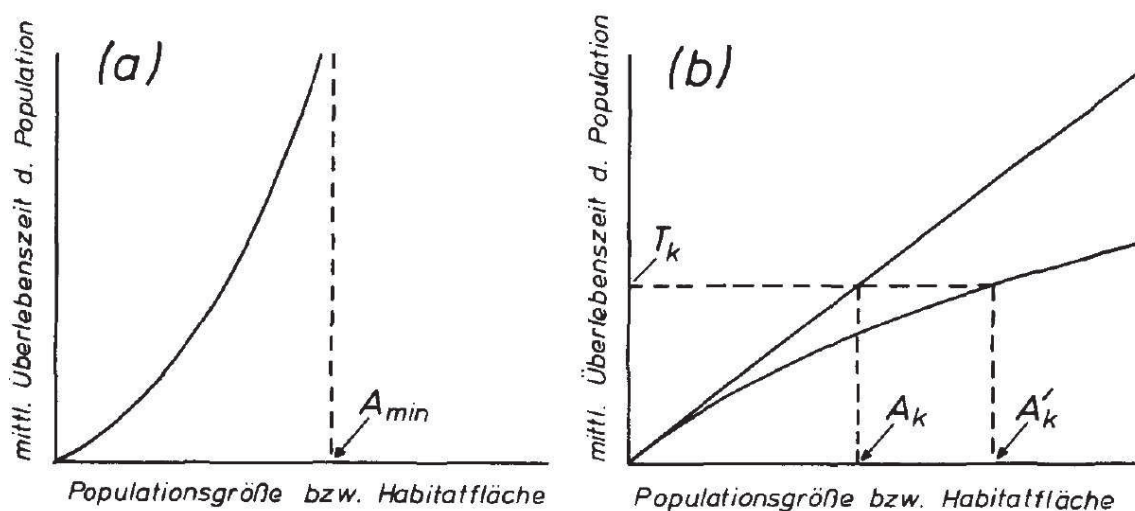


Abb.5: Zusammenhang zwischen Populationsgröße (bzw. Habitatkapazität) und mittlerer Überlebenswahrscheinlichkeit der Population bei alleiniger Berücksichtigung von demographischen Zufallsereignissen (a) und bei Berücksichtigung von zufälligen Umweltschwankungen und Naturkatastrophen, die die Existenz von Populationen beeinflussen (b). Im ersten Fall lässt sich die kleinste Fläche (A_{min}) definieren, die die nahezu unbegrenzte Existenz der Population sichert. Bei Berücksichtigung von Umweltschwankungen können wir nur dann ein Minimalareal (A_k) festlegen, wenn wir uns zuvor für ein Schutzziel, nämlich die Festlegung einer mittleren Überlebenszeit auf einen bestimmten Wert (T_k), einigen. Beziehen wir in unsere Überlegung die Auswirkung von seltenen Katastrophen mit ein, so ist für die Erreichung desselben Schutzzieles eine größere Fläche (A'_k) erforderlich (HOVESTADT 1990).

2.4 Die Metapopulation

Die Metapopulation bezeichnet den Zusammenschluss von mehreren Populationen innerhalb eines bestimmten Gebiets. Es handelt sich um eine größere Betrachtungsperspektive mehrerer in Verbindung stehender Unterpopulationen. Sie entspricht in soweit der Realität, da man in den seltensten Fällen die Anzahl aller Individuen einer Population homogen innerhalb eines Gebietes vorfindet. Vielmehr handelt es sich meist um verschiedene Bereiche eines Gebietes, in denen die einzelnen Populationen zu finden sind (JEDICKE 1990). Unterhalb der Populationen besteht ein genetischer Austausch, wobei der überwiegende Teil der Reproduktion innerhalb der einzelnen Unterpopulationen stattfindet (SCHAEFFER 1992). Solche Unterpopulationen beeinflussen sich gegenseitig und stehen in Relation zueinander. Dabei ist es nicht ungewöhnlich, dass einzelne Subpopulationen einer Metapopulation temporär aussterben und nach einiger Zeit ihr Lebensraum durch migrierende Individuen wieder besiedelt wird. Es handelt sich hierbei um einen natürlichen dynamischen Prozess der mittels der Inseltheorie in Form von Turnovers bestätigt wird. So muss das Verschwinden einer Population nicht zwangsläufig ein Alarmzeichen sein, da die Betrachtungsweise innerhalb einer zeitlichen Dynamik auf der Ebene der Metapopulation geschehen muss. Demzufolge bezieht HOVESTADT (1991) das MVP-Konzept auch auf die Ebene der Metapopulation. Ein temporäres Aussterben einer Subpopulation kann ihm zu Folge geduldet werden, nicht aber das Aussterben einer Metapopulation. Besonders wichtig sind nach HOVESTADT (1991) für den Fortbestand einer Metapopulation einige sichere und ausreichend große Lokalpopulationen.

3. Grundlagen zu Biotopverbundsystemen

3.1 Die vier Säulen des Biotopverbunds

Zunächst soll hier kurz auf den begrifflichen Unterschied zwischen Biotopverbund und Biotopvernetzung eingegangen werden. Ein Biotopverbund soll den räumlichen Kontakt zwischen Lebensräumen herstellen, wobei die Lebensräume nicht unmittelbar aneinanderstoßen müssen. Dabei sollen Biotope oder Ökosysteme auf eine Weise in einen Verbund gebracht werden, dass der Individuenaustausch

ermöglicht wird und die Barriereeffekte weitestgehend minimiert werden. Der Begriff „Biotopvernetzung“ beschreibt die funktionale Beziehung in der Pflanzen und Tiere zueinander stehen. Dies kann zum Beispiel die Beziehung zwischen Räuber und Beute, Wirt und Parasit und den Partnern einer Symbiose sein (RUMBAUM 1996).

Die heutige Kulturlandschaft besteht aus klar voneinander abgegrenzten inselartigen Lebensräumen. JEDICKE (1994) zweifelt daran, dass die auf den Inseln gefangenen Biozönosen langfristig überlebensfähig sind. Durch den fehlenden Austausch stellt die genetische Isolation eine besondere Problematik dar. Den scharfen räumlichen Trennungen zwischen Nutzökosystemen und den verbleibenden bzw. weniger intensiv genutzten Flächen und den weiten Distanzen zwischen Lebensräumen stellt JEDICKE (1994) als Gegenkonzept Biotopverbundsysteme entgegen.

Nach JEDICKE (1994) steht das Konzept des Biotopverbunds auf vier Säulen - großflächige Lebensräume, Trittsteine zwischen den Inseln, Korridore als Wanderwege und der Nutzungsextensivierung. Großflächige Lebensräume bieten Tieren und Pflanzen einen dauerhaft sicher Lebensraum, wobei sich die Definition der Größe von den Lebensraumansprüchen der am Ende der Nahrungskette stehenden Tiere ableitet, da sie meist die räumlich größten Anforderungen stellen. Trittsteine sichern verschiedenen Arten eine zeitweilige Besiedelung und dienen auch als Reproduktionsraum. Zudem fördern sie den Individuenaustausch zwischen größeren Inselhabitaten. Auch Korridore dienen als verbindende Elemente und unterstützen den Individuenaustausch. Es handelt sich um bandförmige Lebensräume, die sowohl Trittsteinbiotope als auch größere Inselbiotope miteinander verbinden könne.

Die Nutzungsextensivierung wird oft bei der Planung von Biotopverbundsystemen auf Grund der schwierigen Realisierbarkeit nicht in Betracht gezogen. Dennoch stellt auch sie ein wichtiges mögliches Verbundelement dar. Nutzungsextensivierung bedeutet sowohl den Druck auf die Fläche durch Düngung und Pflanzenschutzmitteln zu verringern, als auch besonders die Randzonen der bearbeiteten Flächen zu schonen. Darüber hinaus ist eine Reduktion der Schlaggrößen für die Diversität von Flora und Fauna besonders entscheidend (Mosaik-Konzept). Ob ein Lebensraum als Trittsteinbiotop oder als Dauerlebensraum angesehen wird hängt auch von der Betrachtungsebene ab. Handelt es sich um ein überregionales Verbundsystem fallen Trittsteine weitaus größer aus, als in kleinen lokalen Verbundsystemen. Inwieweit sich ein Habitat als Dauerlebensraum oder Übergangslebensraum eignet ist letztlich

abhängig von den Ansprüchen einer betrachteten Art. Die Abgrenzungen der Trittsteine, Dauerlebensräume und Korridore gehen in der Praxis fließend ineinander über. So kann eine Feldhecke eine wichtige Korridorfunktion übernehmen aber auch zahlreichen Tieren als Dauerlebensraum dienen.

3.2 Biotopverbund für ausgewählte Zielarten oder Tiergruppen

Grundlage der Planung eines Biotopverbundsystems ist immer eine genaue Erfassung aller Gegebenheiten des zu beplanenden Gebiets. In der Praxis wird dies in der Regel mittels einer Biotoptypenkartierung durchgeführt. Inwieweit diese geeignet ist, den erforderlichen Ansprüche Genüge zu tragen, soll an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden. Ausschlaggebend für das Konzept einer Planung ist ein genaues Definieren der angestrebten Ziele. Nur so ist ein Fokussieren auf das Beschaffen und Erheben aller für die Planung notwendiger Daten möglich. Soll eine Verbundplanung auch mit dem Hintergrund geschehen Nützlinge zu fördern, fällt dieser Teil in die Verbundplanung für ausgewählte Tierarten oder Tiergruppen. In Bezug auf die zu fördernden Nützlinge müssen deren Bestandsvorkommen in dem zu beplanenden Raum, sowie deren Habitatansprüche mit den Gegebenheiten verglichen und daraufhin Optimierungsmöglichkeiten erarbeitet werden. Es gilt genaue Daten über die Lebensraumansprüche, dem Dispersionsverhalten, der Generationsdauer, dem Fortpflanzungsverhalten, der Fraßleistung und dem Überwinterungsverhalten der jeweiligen Arten oder Artengruppen zu analysieren, um im Weiteren Schlussfolgerungen für die Planung treffen zu können. Die Ziele einer Verbundplanung liegen in den seltensten Fällen allein bei der Förderung der natürlichen Gegenspieler von Schädlingen. So können die relevanten Daten der Antagonistenförderung nur ein Teilaspekt einer Planung sein, welche es gilt mit anderen gegebenen Zielen abzugleichen und möglichst zu verknüpfen. Die Verbundplanung für ausgewählte Zielarten oder Gruppen entsprechen der Zielarten-Idee des MVP-Konzepts. Dabei werden die ausgewählten Zielarten oder Gruppen durch Verbundsysteme in dem Maße gefördert, dass die Individuenanzahl der kleinsten überlebensfähigen Population überschritten wird. Der Fokus muss über eine einzelne kleine Lokalpopulation hinaus auf die Ebene der Metapopulation gerichtet werden, da wie schon beschrieben (Abschnitt 2.4) ein temporäres Aussterben einer Lokalpopulation durchaus zu den natürlichen dynamischen

Prozessen gezählt werden kann (JEDICKE 1994). DUELLI (1992a und b) betont die Gültigkeit des Mosaik-Konzepts für den überwiegenden Teil der wirbellosen Arten. Eine kleinräumige, vielseitig strukturierte Kulturlandschaft deren Gestalt sich durch ein Mosaik aus kleinflächigen Feldern und naturnahen Habitaten zusammensetzt maximiert die Diversität von Gliederfüßern (Arthropoda) und verringert die Wahrscheinlichkeit des Aussterbens von Arten (JEDICKE 1994).

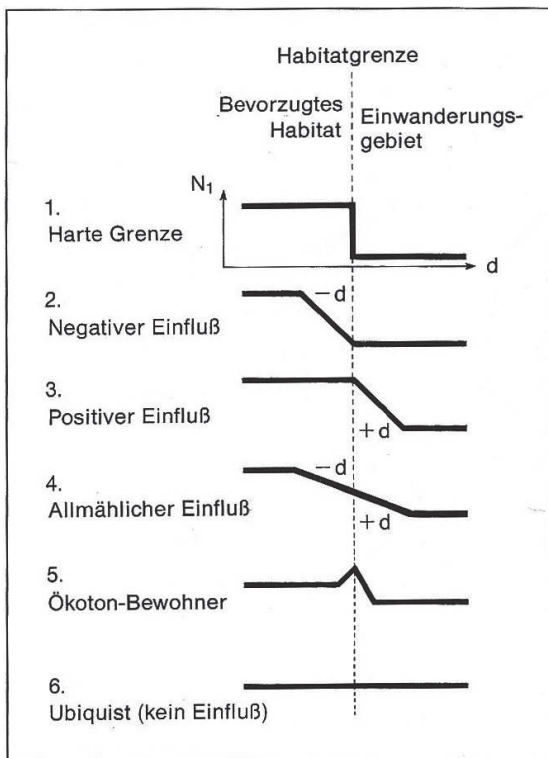


Abb.6: Sechs Kategorien unterschiedlichen Verhaltens von Käfer- und Spinnenarten an Habitatgrenzen. Das bevorzugte Habitat (links) kann natürlich, naturnah oder landwirtschaftlich genutzt sei. n = Anzahl der Individuen (DUELLI et al. 1990)

In der Abb. 6 stellt DUELLI et al. (1990) das Verhalten von unterschiedlichen Käfer- und Spinnenarten an deren Habitatgrenzen dar. Die Kategorie 1 beschreibt eine harte Grenze zweier aneinanderliegender Flächen, die von Individuen nicht überwunden werden kann. Kategorie 2 und 3 bilden weiche Grenzen ab, die in einem bestimmten Maß über- oder unterschritten werden können. Einen darüber hinaus noch weichen Übergang zeigt Kategorie 4. Individuen die Ökotope bewohnen finden gerade innerhalb des Grenzbereiches ihren Hauptlebensraum (Kategorie 5). Die Kategorie 6 zeigt das Verhalten an Grenzen von Ubiquisten, die weniger spezialisierte Ansprüche an ihren Lebensraum stellen (DUELLI et al. 1990). Viele Nützlinge finden geeignete Habitate in den Ökotonen oder sind Ubiquisten und

fallen damit in die letzten beiden Kategorien. Dem Verhalten an ihren Habitatgrenzen muss bei der Verbundplanung besondere Aufmerksamkeit entgegen gebracht werden.

3.3 Biotopverbund in Agrarökosystemen

Verbundsysteme fallen je nach dem betreffenden Raum unterschiedlich aus. Ausgehend von den noch vorhandenen naturnahen Elementen wird ein Verbundkonzept erstellt, mittels dessen die Planung und Durchführung des

Einbringens neuer naturnaher Elemente oder der Extensivierung von Flächen begründet wird. Noch vorhandene Biotopstrukturen können beispielsweise Wegränder, Bachufer, Waldränder, Feldgehölze, Feldraine, verbleibende Hecken aber auch Grundstücksgrenzen sein. JEDICKE (1994) ist der Auffassung, je intensiver eine Landschaft vom Menschen genutzt wird desto engmaschiger und großflächiger sollte der Biotopverbund ausfallen. Gerade in sehr intensiv genutzten Agrarökosystemen besteht ihm zu Folge ein hoher Handlungsbedarf.

Der Biotopverbund in der landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft konzentriert sich häufig auf lineare Strukturelemente, da die Flächen der Bewirtschaftung zur Verfügung gestellt sind. Gerade Hecken werden als Verbundelemente und Lebensräume genutzt, wobei häufig verbleibende Fragmente durch Neupflanzungen mit Gebüsch, Feldgehölzen, Feldholzinseln und Waldrändern geschlossen werden. Diese Herangehensweise ist wichtig und kommt den Belangen der Bewirtschafter von intensiv genutzten Agrarflächen entgegen, da sich der Flächenbedarf für solche Maßnahmen in einem verhältnismäßig geringen Rahmen hält. Doch ist ein Verbundkonzept nicht nur auf Gehölzformationen zu reduzieren. So ist es darüber hinaus entscheiden, dass jegliche Arten von Gehölzformationen oder Waldrändern von einem 2 bis 5 m breiten Kraut- bzw. Grassaum umgeben sind, welche hierdurch in den Bestand von Altgrasvorkommen integriert werden können (JEDICKE 1994). Es sind gerade die Saumgesellschaften, die sich durch eine besonders hohe Diversität auszeichnen. Sie bilden die Ökotonen zwischen aneinandergrenzenden Lebensräumen und beherbergen eine große Zahl von Nützlingen. Eine wichtige Prämisse besteht darin gleiche oder ähnliche Biotoptypen miteinander zu vernetzen. Ein Feuchtgebiet mit einem Trockenrasen in Verbindung zu bringen, ermöglicht nur den Ubiquisten ein Wandern zwischen beiden Habitaten. Entscheidend ist auch das Wandern von stenöken Arten zu ermöglichen, um ihren Lebensraum zu vergrößern und den genetischen Austausch zu gewährleisten und so die Populationen zu stärken. Dieser Ansatz fordert beispielsweise den Verbund von Hecken, Feldgehölzen und Waldrändern untereinander, welches auch gleichermaßen den Ubiquisten zu Gute kommt, oder Saumbiotop der Weg- und Straßenränder mit brachgefallenen Wiesen. Ein weiterer wichtiger Aspekt innerhalb von Agrarökosystemen liegt bei den Gewässern wie Bächen, Gräben und Söllen und ihren angrenzenden Randlebensräumen. Es sind abermals gerade die Randlebensräume, die als entscheidende Verbundelemente dienen können.

Auenwälder, Röhrichzonen, Feuchtstaudenflure aber auch extensiv genutzte Feuchtwiesen bilden wichtige Lebensräume die es untereinander zu vernetzten gilt. Feldraine, Ackerrandstreifen und Böschungen an Feldwegen können eine weitere wichtige Verbundfunktion zwischen Hauptlebensräumen erfüllen. Auch die sehr detaillierte Betrachtungsweise innerhalb eines Raumes ist entscheidend. So sind einzelne Elemente wie Sträucher, Gebüsche, Einzelbäume, Obstbäume, Baumreihen, Feldsteinmauern oder Lesesteinhaufen in ein lokales Verbundsystem mit einzubeziehen (JEDICKE 1994).

3.4 Ökotone

Schon diverse Male ist der Begriff „Ökoton“ gefallen, zu dem eine kurze Erklärung geliefert wurde. Im Folgenden soll etwas näher auf diesen Begriff eingegangen werden. Ökotone sind Randlebensräume von aufeinander treffenden Lebensräumen. In der Natur verlaufen, bis auf einige extreme Ausnahmen, die Grenzen zwischen verschiedenen Lebensräumen relativ weich. Im Bereich eines Ökotons überlagern sich zwei aneinandergrenzende Lebensräume, wodurch es in diesem Umfeld zu einer teilweise vielfach gesteigerten Biodiversität und Artendichte sowohl für Flora als auch für Fauna kommt. In der modernen Kulturlandschaft wird auf Grund der Flächenansprüche den Ökotonen häufig kein Entwicklungsraum eingeräumt. Nicht selten grenzt ein Wald unmittelbar an eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, ohne dass sich eine natürliche Waldgrenze mit der dazugehörigen Saumgesellschaft entwickeln kann. Ein weiteres Beispiel sind Bäche und Flüsse deren Verläufe begradigt sind, ohne dass ihnen die Möglichkeit gegeben wird über ihre Ufer zu treten und mit ihrer Umgebung eine entsprechende Wechselbeziehung einzugehen. Diese natürlichen Lebensräume sind elementar um Randeffekte jeglicher Art, ob mikroklimatisch oder stofflich abzapfen und den auf diese Habitate spezialisierten Arten einen Lebensraum zu sichern. Die aus naturschutzfachlicher Sicht besonders wertvollen Lebensräume der Ökotone gilt es aus genannten Gründen besonders in die Verbundplanung mit einzubeziehen. Der Fokus liegt in landwirtschaftlich genutzten Räumen besonders auf den Saumgesellschaften der Waldränder, Hecken, Bäche oder Flüssen.

Wie andere Landschaftseinheiten auch lassen sich Ökotone dimensionsabhängig betrachten, als kleine, mittelgroße und große Ausschnitte einer Landschaft. So stellt

die Saumgesellschaft einer Hecke, aber auch die Grenze zwischen Mittelgebirge und norddeutscher Tiefebene ein Ökoton dar, dessen Charakter des Betrachtungsgegenstandes sich mit der Betrachtungsebene verändert (STEINHARDT 2012). Für eine kleinräumige lokale Verbundplanung spielt allerdings vorläufig die klein dimensionierte Betrachtungsebene von Ökotonen eine Rolle. Auch die Indikatorfunktion von Ökotonen ist herausragend, da diese Grenzlebensräume direkt abhängig von Umwelteinflüssen sind, lassen sich Veränderungen der Umwelt meist frühzeitig innerhalb von ihnen erkennen.

4. Grundlagen zu Nützlingen in Agro-Ökosystemen

Auf sämtliche in der Natur vorkommende Nützlinge wirken, wie auf alle Lebewesen, biotische und abiotische Faktoren. Jedes Lebewesen ist von seiner Umwelt abhängig und beeinflusst diese wieder. Die in landwirtschaftlichen Räumen vorkommenden Nützlinge üben durch ihren Einfluss auf Schädlinge wichtige natürliche Regulationsfaktoren aus. Die entscheidendste Beziehung zwischen Schädlingen und Nützlingen ist die „Räuber-Beute-Beziehung“ (BLÜMEL 2006). Es besteht eine Wechselwirkung zwischen den Populationen der Räuber und ihrer Beute. Nimmt die Zahl von Beutetieren in einem Gebiet zu, so steigt aufgrund des erhöhten Nahrungsangebotes auch die Zahl der Räuber. Der Anstieg der Räuber erfolgt zeitlich verzögert, da erst die Entwicklungsdauer der Nachkommen der Räuber vergehen muss. Je kürzer die Generationsdauer der Räuber ist, desto effektiver können diese Schädlinge bekämpfen. Fällt aufgrund der hohen Fraßleistung der Prädatoren wieder die Zahl der Beutetiere ab, so reduziert sich im Folgenden auch wieder die Zahl der Räuber. Sind Räuber auf bestimmte Arten spezialisiert, kann es aufgrund von Schwankungen der abiotischen Faktoren in mehreren Folgejahren zu Dichteschwankungen in den Populationen von Räuber- und Beutetieren kommen. Diese periodischen Schwankungen werden als Populationswelle bezeichnet. Die Populationsdynamik bezeichnet die Schwankungen der Größe und Dichte einer Population. Ernährt sich ein Räuber von mehreren Beutearten und seine primär bevorzugte Beute fällt aus, kommt es zu nur leichten Schwankungen in der Populationsdichte, da er auf weitere Beutearten ausweichen kann. Durch das gegenseitige Beeinflussen und der Konkurrenz zwischen Arten entsteht ein

dynamisches Gleichgewicht. Dieses Gleichgewicht ist um so stabiler je artenreicher eine Lebensgemeinschaft ist. Aus diesem Grund fällt das biologische Gleichgewicht artenarmer, landwirtschaftlich intensiv genutzter Lebensräume wesentlich instabiler aus als jenes artenreicher und naturnaher Lebensräume (BLÜMEL 2006).

Die meisten Nutzinsekten sind neben dem Vorkommen ihrer Beutetiere auf das Vorhandensein von Blütenpflanzen angewiesen, da sie diese als Zusatznahrungsquelle oder als alleinige Nahrungsquelle während bestimmten Entwicklungsstadien benötigen. Häufig ernährt sich das Imago ausschließlich vom Nektar der Blüten und nur die Larven leben räuberisch. Aus der Verarmung der Begleitstrukturen in Agrarlandschaften resultiert so auch eine Verarmung der Fauna. Diese Entwicklung betrifft Nutzinsekten stärker als an Kulturpflanzen gebundene Phytophage (Pflanzenfresser). Schädlinge leben an den in Monokulturen angebauten Kulturpflanzen und sind daher nicht auf eine Begleitflora als Lebensraum oder Nahrungsquelle angewiesen, während für viele Nutzinsekten angrenzende blütenreiche Flächen zur Vervollständigung ihres Nahrungsangebotes unerlässlich sind (WEISS, STETTNER 1991). Die Vernichtung der Begleitflora und der Anbau von weitläufigen Monokulturen mit intensiver Fruchtfolge fördern in erster Linie das massenhafte Vermehren der schädlichen Phytophagen (Pflanzenfresser) und hemmen gleichsam die natürlichen populationsdynamischen Anpassungsprozesse der Nützlinge. Für gewöhnlich bleibt nur noch der massive Einsatz von Insektiziden. Kommen Breitbandinsektizide gegen Blattläuse zum Einsatz, sind diese zwar in der Lage bis zu 99 % ihres Vorkommens zu töten, doch vernichten sie auch fast 100 % der wichtigen Blattlausprädatoren mitsamt der aphidophagen (sich von Blattläusen ernährenden) Larvenstadien. Diese Förderung der Schädlinge wird abermals durch die häufig schnellere Generationsfolge der Schadinsekten verstärkt. Nach dem Einsatz der Insektizide sind die Schädlinge fast ungehindert eine neue Population aufzubauen, da ihre Antagonisten vollständig ausgefallen sind. Ein erneuter Einsatz mit Insektiziden ist oft unerlässlich und ein scheinbar nicht zu durchbrechender Kreislauf entsteht (WEISS, STETTNER 1991).

5. Vorgehensweise und Auswahlkriterien der Antagonisten

5.2 Vorgehensweise

Die gewählten Zielarten werden hinsichtlich folgender Kriterien untersucht:

- Habitategenschaften, Nahrungsquellen und Fraßleistung
- Dispersionsverhalten
- Fortpflanzungsverhalten, Eiablageverhalten und Generationsdauer
- Überwinterungsverhalten

Die entsprechenden Daten wurden literarisch erarbeitet und anschließend in Bezug auf ihre Relevanz für lokale Biotopverbundsysteme ausgewertet. Die Ansprüche und das Verhalten der ausgewählten Nützlinge werden auf Korrelationen zu den Grundlagen dieser Arbeit (Abschnitt 2. – 4.) untersucht und daraus folgend Konsequenzen für die Maßnahmenplanung abgeleitet. Dies geschieht zunächst für jede Zielart oder Artengruppe separat. Im Weiteren werden die Erkenntnisse der einzelnen Zielarten oder Artengruppen im Zwischenfazit verglichen. Auf diesem basierend werden Beispiele nützlingsfördernder Maßnahmen dargestellt.

5.1 Auswahlkriterien der Antagonisten

Die Zahl der Nützlinge, die als natürliche Gegenspieler fungieren ist ausgesprochen groß. Diejenigen, die in der mitteleuropäischen Landwirtschaft einen signifikanten Einfluss auf einen aufkommenden Schädlingsbefall nehmen können, ist dem hingegen verhältnismäßig überschaubar. Den Arten bzw. Tiergruppen, welchen hinsichtlich ihres hohen Potentials an diesen ökosystemaren Dienstleistungen eine besondere Rolle zukommt soll hier Aufmerksamkeit entgegengebracht werden. Die unzähligen nicht behandelten Nützlinge sind nicht weniger wichtig, sie spielen in ihren Biozönosen entscheidende ökologische Rollen und sind gerade durch ihre Vielfaltigkeit von hoher Relevanz. Die im Land- und Gartenbau wichtigsten natürlichen Antagonisten stammen aus dem Reich der Insekten (BLÜMEL 2006). Die Auswahlkriterien derer, die im Weiteren behandelt werden, richtet sich nach ihrer weiten Verbreitung bei gleichbleibend hoher Dichte und gleichsam hoher Effizienz

beim Entgegenwirken eines aufkommenden Schädlingsbefalls. Genannte Faktoren sind die ausschlaggebenden Kriterien für die ökonomische Wirksamkeit von Nützlingen. NÖTZOLD (2000) bezeichnet die Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*, DE GEER 1776), den Siebenpunktmarientkäfer (*Coccinella septempunctata*, LINNAEUS 1758) und die Familie der Florfliegen (*Chrysoperla spec.*) als die wichtigsten drei Nützlingsarten bzw. -familien der mitteleuropäischen Landwirtschaft. Auch zahlreiche weitere Autoren zählen diese Arten zu den wichtigsten mitteleuropäischen Nützlingen. Aus diesem Grund werden im Weiteren die von NÖTZOLD (2000) genannten Arten oder Familien behandelt. Der Hintergrund für die Fokussierung auf die gewählten effektiven Antagonisten, besteht auch darin ein möglichst für die Praxis relevantes und ernstzunehmendes Ergebnis zu erarbeiten.

6. Ausgewählte Nützlinge

6.1 Schwebfliegen (Syrphidae)

6.1.1 Allgemeines

Schwebfliegen zählen aus ökonomischer Sicht zu den wichtigsten Blattlausantagonisten (NÖTZOLD 2000). Sehr wichtige Nützlinge finden sich in der Unterfamilie Syrphinae. Die für die Landwirtschaft bedeutendste antagonistische Art ist die Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*). Weitere in landwirtschaftlichen Kulturen häufig anzutreffende Arten, denen eine hohe Bedeutung als Antagonisten der Blattläuse zukommt, sind die Große Schwebfliege (*Syrphus ribesii*, LINNAEUS 1758) und die Gemeine Feldschwebfliege (*Eupeodes corollae*, FABRICIUS 1794). Insbesondere während des Massenwechsels der Getreideblattläuse kommt den Schwebfliegen eine entscheidende regulierende Bedeutung zu (FORTMANN 2000).

6.1.2 Habitateigenschaften, Nahrungsquellen und Fraßleistung

Der überwiegende Teil der Schwebfliegen ist den euryöken Arten zuzuordnen, die Habitatgrenzen problemlos überwinden können. Die Nahrung der Imagines besteht aus Blütennektar, Pollen und dem Honigtau der Blattläuse. Der Pollen ist für die Ausbildung der Ovarien und die Eireifung erforderlich, daher profitieren

Schwebfliegen von einem reichhaltigen Blütenangebot an den Rändern der Äcker oder durch Ackerunkräuter innerhalb der Felder. Beliebte Nahrungspflanzen sind im besonderen Doldenblüter (Apiaceae), aber auch Hahnenfußgewächse (Ranunculaceae), Korbblüter (Asteraceae), Rosengewächse (Rosaceae), Weidenkätzchen (*Salix spec.*) und Gräser (FORTMANN 2000). WEISS & STETTMER (1991) konnten feststellen, dass auffallend viele Schwebfliegen durch natürlich gewachsene Unkräuter wie die Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*), das Behaartes Knopfkraut (*Galinsoga ciliata*), die Vogelmiere (*Stellaria media*), die Wilde Sumpfkresse (*Rorippa silvestris*), das Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris*), der Ackerschöterich (*Erysimum cheiranthoides*) und der Purpurrote Taubnessel (*Lamium purpureum*) angelockt werden. Besonders wichtig für die ersten im Frühjahr erscheinenden Schwebfliegen sind die ersten Pollenspender, wie verschiedene Weidenarten (*Salix spec.*) und Hasel (*Corylus spec.*), da die Populationen noch sehr klein sind und sich im Aufbau befinden (FORTMANN 2000). RUPPERT (1993) konnte in Untersuchungen nachweisen, dass die Pflanzen der Feldraine (hauptsächlich Apiaceae und Asteraceae) auf die meisten Schwebfliegen attraktiver wirken, als die der Ackerwildkräuter. Im Bereich eines reich strukturierten und diversen Feldrains konnte er eine stark erhöhte Aktivität von Schwebfliegen festgestellt werden. Auch Untersuchungen des Instituts für biologische Schädlingsbekämpfung kamen zu dem Ergebnis, dass mit steigender Breite der Blütendichte in Feldrainen das Prädationspotential der aphidophagen Syrphiden zunimmt (FORTMANN 2000). Die Untersuchungen zeigten zudem, dass sich im Ackerrandstreifen besonders die Ansaat von Acker-Senf (*Sinapis arvensis*), Weißer Senf (*Sinapis alba*), Ölrettich (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*), Kornblume (*Centaurea cyanus*) Gemeine Nachtkerze (*Oenothera biennis*) und Büschelschön (*Phacelia tanacetifolia*) eignet. So war im benachbarten Ackerbereich eine deutliche Hemmung der Blattlausentwicklung zu konstatieren. Unter den Ackerwildkräutern spielt die Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*), die Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum maritimum* subsp. *inodorum*) und das Acker-Vergissmeinnicht (*Myosotis arvensis*) ebenfalls eine besondere Rolle. Unter den Arten der Feldraine sind die Pastinak (*Pastinaca sativa*) und der Rainfarn (*Tanacetum vulgare*) hervorzuheben (FORTMANN 2000). Gerade im Sommer bieten die Pflanzen der Feldraine den Schwebfliegen eine wichtige Nahrungsgrundlage. Auch eine durchgeführte Transektzählung ergab eine wesentlich höhere Individuenzahl der Schwebfliegen in Ackerschonstreifen als in den

übrigen Feldbereichen (RUPPERT 1993). FORTMANN (2000) betont eine deutlich erhöhte Artenvielfalt der Schwebfliegen im Feldrandbereich. KRAUSE (1997) konnte über Versuche ableiten, dass eine vielfältige Landschaftsstruktur das natürliche Regulationspotential der Schwebfliegen erhöht. Diese Ableitung wird ebenfalls durch das Mosaik-Konzept gestützt.

Das wichtigste Kriterium für den Erhalt der Biodiversität der Schwebfliegen ist das Vorhandensein ausreichend großer und ausgebildeter Larvalhabitate. Viele Arten sind nicht in der Lage in der heutigen Kulturlandschaft Metapopulationen zu bilden. Daher ist es erforderlich, dass der Lebensraum dieser Arten intakt und groß genug ist um isolierte Populationen aufnehmen zu können. Metapopulationen könnten für einen großen Teil der Syrphiden dort entstehen, wo Ähnliche, geeignete Biotope nicht weiter als 50 - 500 m entfernt voneinander vorkommen (NÖTZOLD 2000).

Die Weibchen legen ihre Eier meist einzeln in die Nähe oder unmittelbar in eine Blattlauskolonie, so dass die Larven nach dem Schlüpfen sofort Nahrung vorfinden. Eine Larve kann in ein bis zwei Wochen bis zur Verpuppung 400 - 700 Blattläuse verzehren. Sie gehen überwiegend während der Dämmerung auf Beutesuche, verlassen aber auch tagsüber ihre Kolonie nicht (FORTMANN 2000).

6.1.3 Dispersionsverhalten

NÖTZOLD (2000) führte zum Ausbreitungsverhalten von Schwebfliegen im Agrarwirtschaftsraum intensive Untersuchungen durch. Alle untersuchten aphidophagen Syrphiden wiesen, zumindest ansatzweise, ein homogenes Bewegungsmuster der Vorzugsbewegung auf. Sie flogen verhältnismäßig richtungstreu in den Acker ein, wobei die Homogenität des Musters bei den Weibchen besonders stark ausgeprägt war. Als Beispiel für ein relativ homegenes Bewegungsmuster ist die Kleine Schwebfliege (*Syrphus vitripennis*) angeführt, welche sich im Versuch bevorzugt Richtung Norden ausbreitete (Abb.7).

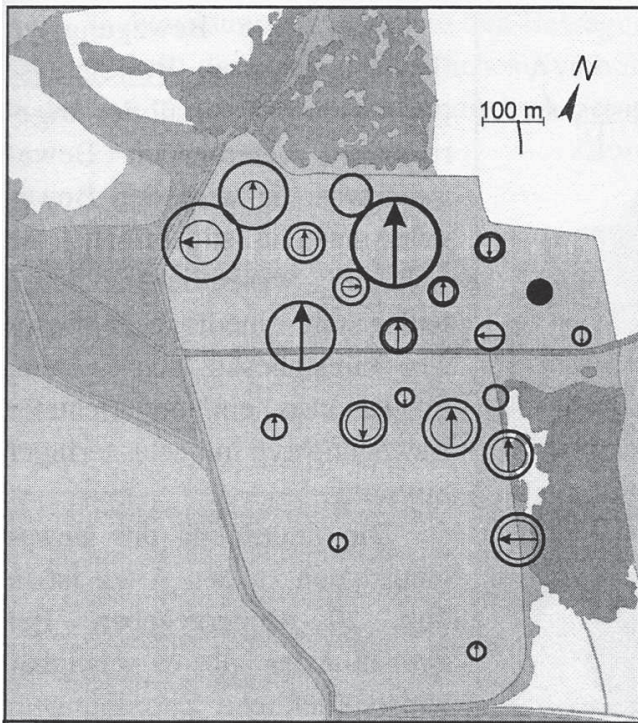


Abb.7 Bewegungsmuster von *Syrphus vitripennis* im Juli 1997 (NÖTZOLD 2000).

Bei den Untersuchungen konnte nicht festgestellt werden, ob die sich relativ gleichförmig bewegendenden aphidophagen Syrphiden wieder in ihr Ursprungshabitat dismigrieren oder sich tatsächlich in der angenommenen Flugrichtung weiter fortbewegen. Es konnte zwar nachgewiesen werden, dass die Individuen nicht auf Höhe ihres Einfluges zurück flogen, allerdings konnte auch nicht ausgeschlossen werden, dass ein Rückflug möglicherweise in einer Höhe erfolgte, welche die angewendeten Fangmethoden nicht mehr

nachzuweisen vermochten. Über den Zeitraum der Untersuchung war keine Veränderung des Verteilungsbildes zu erkennen, was im Falle einer weiteren Fortbewegung der Individuen aus dem Acker heraus nur die Schlussfolgerung zulässt, dass in diesem Fall auch kontinuierlich Individuen wieder einfliegen müssen. Eine mögliche Erklärung des homogenen Flugverhaltens besteht darin, dass so verhindert werden kann bereits mit den eigenen Eiern belegte Stellen erneut anzufliegen (NÖTZOLD 2000). Diese These unterstützt auch die Erkenntnis, dass Weibchen ein besonders homogenes Flugverhalten aufweisen.

In den meisten Fällen fliegen Männchen und Weibchen gleich weit in den Acker hinein. Arten, die an offene und trockene Entwicklungsbiotope angepasst sind fliegen weiter in den Acker ein, als solche die an eher nasse und bewaldete Entwicklungsbiotope angepasst sind. Die Einflugweite lässt sich in einem Gradienten darstellen und steigt mit zunehmender Offen- und Trockenheit des Entwicklungsbiotops (Abb.8).

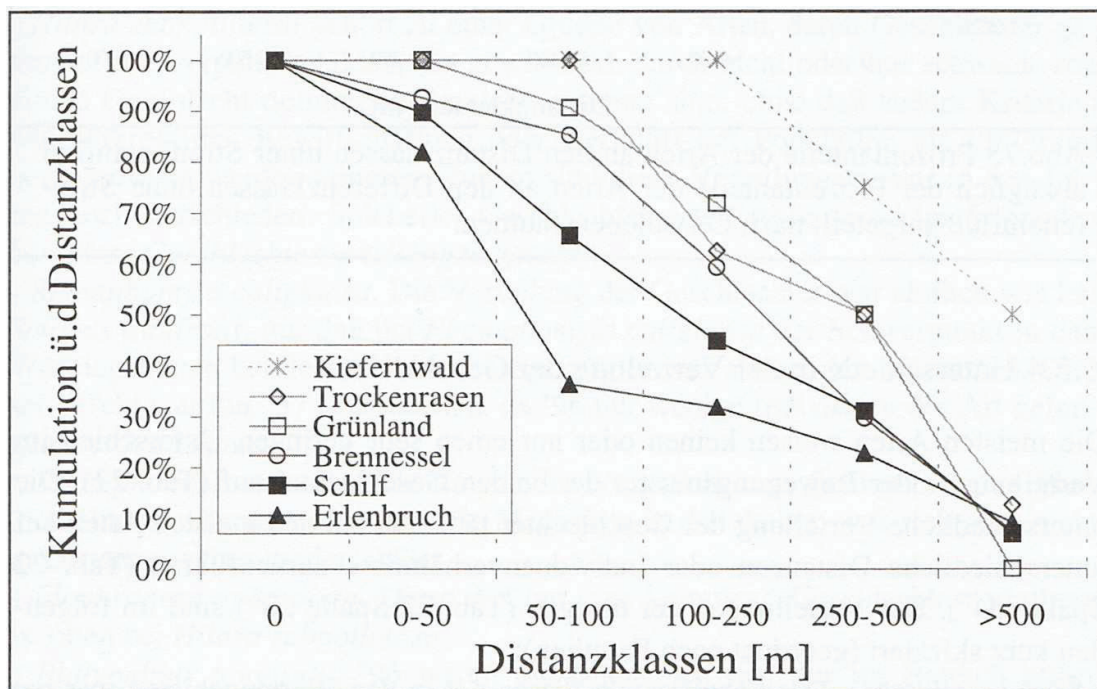


Abb.8 Kumulation der Anteile der von den Arten maximal erreichten Distanzklassen aufgeteilt nach Larvallebensräumen (NÖTZOLD 2000).

Dabei spielt die Leistung eines einzelnen Individuums eine untergeordnete Rolle, da die Leistung von Teilen der Population ausschlaggebend ist (NÖTZOLD 2000). Die Untersuchungen der Einflugdistanzen kamen bei den untersuchten Arten zu folgendem Ergebnis: Weiter als 50 m fliegen 35% der Erlenbruch-, 65% der Schilf-, 80% der Brennessel-, 90% der Grünland- und 100% der Trockenrasen-Arten. Die 250 m-Grenze überfliegen noch 25 - 50% der Arten, während die 500 m-Grenze nur noch 0 - 10% der Arten erreichen. Bei den unterschiedlich feuchten bzw. trockenen Lebensräumen handelt es sich jeweils um die natürlichen Larvalhabitate der Schwebfliegen. Untersuchungen des Instituts für biologischen Pflanzenschutz der BBA in Darmstadt haben die Einwanderungsweite in die landwirtschaftlichen Kulturen artspezifisch differenzieren könne. Die Glänzende Schwarzkopf-Schwebfliege (*Melanostoma mellinum*), *Platycheirus clypeatus* (kein dt. Name), *Platycheirus scutatus* (kein dt. Name) & die Gewöhnliche Langbauchschwebfliege (*Sphaerophoria scripta*) legen bevorzugt ihre Eier im Feldrandbereich ab, während die Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*), die Gemeine Feld-Schwebfliege (*Eupeodes corollae*) und die Späte Großstirnschwebfliege (*Scaeva pyrastris*) auch bei einer Feldtiefe von 100 m keinen signifikanten Unterschied der Eidichte zeigten (o.V. zit. n. FORTMANN 2000). Bei den letzteren Arten findet sich auch die aus

ökonomischer Sicht bedeutendste antagonistische Schwebfliegenart wieder – die Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*).

Auch das Alter der Radhabitate ist hinsichtlich der Einflugweite in die Felder von Bedeutung. Je älter ein Randhabitat ist, desto höher ist die Qualität als Lebensraum für Schwebfliegen einzustufen. Ein vergleichsweise altes Randhabitat bietet gute Lebensbedingungen für weit in die Felder einfliegende Arten (NÖTZOLD 2000).

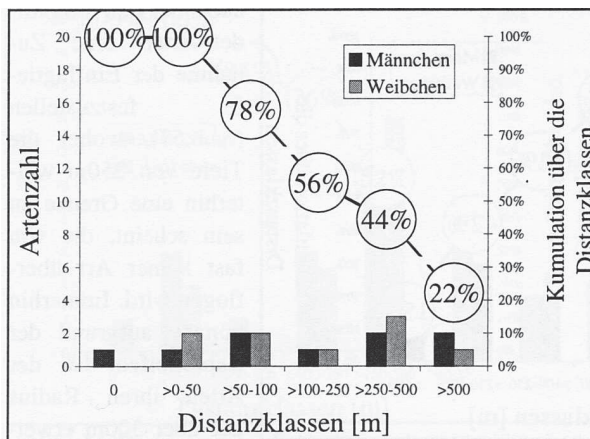


Abb.9 Distanz der Syrphidae ohne Streifeneinfluss. Differenziert nach Geschlechtern und als Kumulation der Anteile der von den Arten maximal erreichten Distanzklassen (NÖTZOLD 2000).

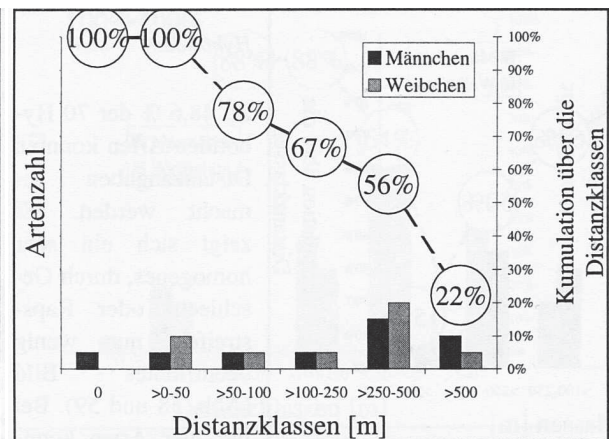


Abb.10 Distanz der Syrphidae unter Streifeneinfluss. Differenziert nach Geschlechtern und als Kumulation der Anteile der von den Arten maximal erreichten Distanzklassen (NÖTZOLD 2000).

Eine Untersuchung von NÖTZOLD (2000) ergab, dass durch die Anlage einer optischen Längsstruktur (im Versuch ein Rapsstreifen), 1/6 der erfassten Schwebfliegen im Schnitt 100 m weiter in den Acker hinein flogen (Abb.9, Abb.10). Längsstrukturen können auf zwei Arten Auswirkungen auf die Verbreitung haben. Sie können eine optische Leitfunktion auf die Migrationsbewegung ausüben, aber auch von Arten fortschreitend besiedelt werden. Soll eine Längsstruktur eine Verbindungsfunktion erfüllen, muss ein Herkunfts- und Zielbiotop existieren.

Im Versuch konnte eine Leitfunktion für 20 - 50% der Arten nachgewiesen werden. Weitere Längsstrukturen, die eine leitende Orientierungsfunktion übernehmen können sind beispielsweise: streifenartig strukturierte Mischkulturen, Ackerbrachstreifen und Ackerwildstreifen aber auch Bunt-, Wechsel- oder Wanderbrachen. Der Genaustausch zwischen Teilpopulationen kann durch geeignete Bewirtschaftungsformen, die eine optische Längsorientierung ermöglichen, wie die Streifenwirtschaft oder Brachestreifen, deutlich gefördert werden. Auch zeigte sich,

dass Feldwege, Gräben und Knicks auf fast keine Art leitend wirkten. Sollen solche Landschaftselemente eine Verbindungsfunktion erfüllen, müssen sie ein Besiedlungspotential für die Arten bilden. Dazu müssen sie von ausreichender Qualität und Quantität sein. So ist es notwendig, dass sie dauerhaft, genügend flächig und von hinreichender Qualität sind (IRMLER et al. 1993). NÖTZOLD stuft die Bedeutung von Korridor- und Trittsteinbiotopen zum Zweck des Biotopverbunds als eher gering ein. „Die hierfür benötigten Flächen können sinnvoller für die Schaffung selbständiger Biotope oder Pufferzonen verwendet werden“ NÖTZOLD (2000). Dem gegenüber stehen zahlreiche Untersuchungen, die an möglichen Verbundstrukturen wie Hecken, Feldrainen und an Ackerrandstreifen grenzende Feldbereiche signifikant mehr Schwebfliegenlarven nachwiesen. So konnte MADER et al. (1986) auch in einem Feldbereich, dass an eine neu gepflanzte Hecke grenzt, signifikant mehr Larven der Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*), der Gemeinen Feldschwebfliege (*Eupeodes corollae*) und der Gewöhnlichen Langbauchschwebfliege (*Sphaerophoria scripta*) nachweisen.

Die Untersuchungen zeigten außerdem, dass die Verteilung der sieben potentiell bedeutsamsten Arten Mitteleuropas nicht mit der Verteilung der Blattläuse auf der Ackerfläche korreliert. Die Arten waren eher gewöhnlich gleichförmig über die Ackerfläche verteilt (NÖTZOLD 2000). Dennoch zeigten Untersuchungen des Instituts für biologischen Pflanzenschutz der BBA in Darmstadt, dass die Anzahl der abgelegten Eier in Winterweizen und Maisfeldern gut an die saisonale Entwicklungsdichte der Blattlauspopulationen angepasst sind. Dieses kommt durch die Fähigkeit des Weibchen zustande, die Anzahl der abgelegten Eier der Größe von Blattlauskolonien anzupassen. Auch bereits bei einer geringen Blattlausdichte konnten Schwebfliegeneier nachgewiesen werden (FORTMANN 2000).

Die Imagines der Schwebfliegen sind in der Lage in wenigen Tagen mehrere hundert Kilometer Flugleistung zurückzulegen (FORTMANN 2000). Diese Leistungen werden bei solchen Arten um so deutlicher, dessen Überwinterungsquartiere in Südeuropa zu finden sind. Dieses große Ausbreitungsvermögen der Imagines bietet die Möglichkeit einer schnellen Neubesiedelung von Pflanzenbeständen, zum Beispiel nach einer Behandlung mit Insektiziden (FORTMANN 2000).

Die Larven der Schwebfliegen besitzen keine Füße und sind blind. Ihr Aktionsradius ist somit sehr eingeschränkt und beläuft sich meist nur auf eine Blattlauskolonie (FORTMANN 2000).

6.1.4 Fortpflanzungsverhalten, Eiablageverhalten und Generationsdauer

Die Imagines wandern überwiegend von naturnahen Habitaten zur Eiablage in die Felder ein, da die Habitatansprüche in den Feldern mangels ausreichendem Blütenangebot nur ungenügend erfüllt werden (FORTMANN 2000). Das eiablagebereite Weibchen fliegt mehr oder weniger geradlinig über den Acker und reagiert im Nahbereich auf die Blattläuse. Das Weibchen fällt die Eiablageentscheidung nach dem Eiablagedruck und der Attraktivität der Blattlauskolonie. Bei letzterem spielen folgende Faktoren eine Rolle: Intensität des Honigtaugeruchs, Auffälligkeit, Prosperativität und Größe einer Blattlauskolonie. Das Weibchen legt ein einzelnes Ei in der unmittelbaren Nähe einer Blattlauskolonie ab. Nach der Eiablage fliegt das Weibchen in ihrer ursprünglich gewählten Grundrichtung weiter um eine Doppelbelegung zu verhindern (NÖTZOLD 2000). Die Anzahl der abgelegten Eier an einem Standort passen die Weibchen an die Größe der jeweiligen Blattlauskolonie an. Ein Weibchen kann zwischen 500 und 1000 Eier ablegen, nach einigen Angaben sogar bis zu 1700 (FORTMANN 2000).

Die Eiablagewahrscheinlichkeit ist im Allgemeinen in der Nähe von Pollenquellen höher, als an Flächen mit mangelndem Pollenangebot. KRAUSE (1997) konnte in Untersuchungen nachweisen, dass es an saumstrukturnahen Flächen zu einer höheren Eiablage kommt als an saumstrukturfernen Flächen. Auch zeigten die Untersuchungen, dass die Eiablage an vielfältig strukturierten Standorten höher ist als an Standorten einer ausgeräumten Agrarlandschaft.

Untersuchungen des Instituts für biologischen Pflanzenschutz der BBA in Darmstadt belegten einen deutlichen Unterschied der Eidichte zwischen dem Feldinneren (100 m Feldtiefe) und dem Feldrand (5 m Feldtiefe). Die Eidichte war im Randbereich (5 m) wesentlich höher als bei Feldtiefen von 25 - 100 m (FORTMANN 2000).

Die Embryonalentwicklung der Eier beträgt nur wenige Tage. Nach dem Schlüpfen erfolgt die larvale Entwicklung über drei Larvenstadien. Die Weise der Verpuppung ist artabhängig und findet entweder innerhalb des Bodens oder an Pflanzenteilen angeheftet statt. Die Dauer der Puppenruhe liegt zwischen ca. 7 - 14 Tagen und ist

abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Je nach Art werden im Jahr eine bis mehrere Generationen ausgebildet. Die Entwicklungszyklen sind zwischen den einzelnen Arten recht verschieden, so gibt es univoltine (eine Generation hervorbringend) als auch polyvoltine (mehrere Generationen hervorbringend) Arten. Letztere, zu denen auch die Gattung *Episyrphus* zu zählen ist, sind für die Effizienz der Schädlingsregulation von hoher Bedeutung. Die Volleninsekten sind hauptsächlich von März bis September aktiv. Die schon sehr frühe Präsenz im Frühjahr der meist univoltinen Arten korreliert mit den ersten Blattlausbefällen und kann beim Eindämmen dieser entscheidend entgegenwirken. Dieses synchrone Auftreten von Räuber und Beute ist höher zu bewerten, als der quantitative Aspekt hoher Zahlen von Schwebfliegen, die bei einem verspäteten Auftreten möglicherweise keinen entscheidenden Einfluss mehr auf die Populationsentwicklung der Blattläuse nehmen können (FORTMANN 2000). Dieses frühe Auftreten hebt sie von den meisten anderen Nützlingen ab. Auch sind sie permanent während der gesamten Entwicklungszeiträume der unterschiedlichen Blattlausarten anwesend, was die Eigenschaften ihrer hohen ökosystemaren Dienstleistungen unterstützt.

6.1.5 Überwinterung

Das Überwinterungsverhalten ist artabhängig und erfolgt entweder als vollentwickelte Larve, welches am häufigsten vorkommt, als Puppe oder Imago. Zu den sehr relevanten polivoltinen Arten (mehrere Generationen hervorbringend) zählen sowohl Arten, die als Volleninsekt überwintern (z.B. die Gattung *Episyrphus* und *Scaeva*), als auch Arten die als Larve oder Puppe überwintern (z.B. Gattung *Metasyrphus* und *Syrphus*). Die befruchteten Weibchen der ersteren genannten Gattungen fliegen nicht selten in milden Wintern auch noch im Dezember und Januar. Sie gehören zu den allerersten räuberischen Insekten des Frühjahres, die gegen die ersten erscheinenden Schädlinge vorgehen. Außerdem zählen sie zu den migrierenden Arten, deren Weibchen oft in benachbarten Gehölzen überwintern (FORTMANN 2000). KRAUSE (1997) geht auf Grund von im Winterhalbjahr durchgeführten Fängen davon aus, dass die ebenfalls wirtschaftlich relevante Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*), die Gemeine Feldschwebfliege (*Eupeodes corollae*), die Kleine Schwebfliege (*Syrphus vitripennis*) und Schwebfliegen der Gattung *Sphaerophoria* in

benachbarten Habitaten überwintern. Aber auch die Rückwanderung von Überwinterungstieren aus Südeuropa spielt eine gewisse Rolle. Diese erreichen zunächst Süddeutschland und mit einer Verzögerung von 2 - 3 Wochen Norddeutschland. KRAUSE (1997) misst der Zuwanderung von Schwebfliegen aus Südeuropa im Allgemeinen eine geringe Bedeutung bei, da sich in Untersuchungen zeigte, dass im Wesentlichen die autochthonen Syrphiden die Populationsdynamik (in Norddeutschland) prägen. Auf Grund der hohen Flugleistungen, sind Schwebfliegen zwar in der Lage aus weit entfernten Winterquartieren erneut Kulturf Flächen zu besiedeln, allerdings ist für das Vorhandensein, von für den Pflanzenschutz notwendigen größeren Syrphidenbeständen, ein kleinräumiges Netz von Überwinterungs- und Ausweichbiotopen, wie vorzugsweise Saumbiotope für die Überwinterung und rasche Neubesiedelung erforderlich. Eine hohe Individuenzahl, die den Winter überdauert, ist eine „Schlüsselgröße“ für die Nützlingsleistung. Diese wiederum hängt von dem biotischen Faktor des Lebensraumangebots und abiotischen Faktoren wie der klimatischen Verhältnisse oder dem Ernteschock ab. Insbesondere nach dem Ernteschock ist die Stärke, der nicht auf den Kulturpflanzen lebenden Herbstpopulationen und in Folge dessen auch die Blattlausbestände der ökologischen Zellen für die Populationsstärke des Folgejahres ausschlaggebend. Auch an den Winterwirtspflanzen der Blattläuse, wie beispielsweise der Gewöhnlichen Traubenkirsche (*Prunus padus*), können die Schwebfliegen bereits eine regulierende Wirkung auf die Populationsentwicklung ausüben (FORTMANN 2000).

6.1.6 Konsequenzen für die Maßnahmenplanung

1. Metapopulationen können für einen großen Teil der Schwebfliegen dort entstehen, wo geeignete Biotope nicht weiter als 50 - 500 m entfernt voneinander sind. Ein grundsätzliches Kriterium für den Erhalt der Biodiversität der Schwebfliegen ist das Vorhandensein ausreichend großer und ausgebildeter Larvalhabitate, insbesondere der übrigbleibenden Larval- und Überwinterungshabitate nach dem Ernteschock.
2. Sollen Korridor- oder Trittsteinbiotope leitende Funktion erfüllen, müssen sie

ein Besiedlungspotential für Schwebfliegen bieten. Dieses trifft nur zu wenn sie quantitativ und qualitativ als Lebensraum geeignet sind. Sie müssen dauerhaft, genügend flächig und von hinreichender Qualität sein. Gewöhnliche Wegränder, Gräben oder Knicks werden diesen Ansprüchen nur schwer gerecht.

3. Der überwiegende Teil der aphidophagen Schwebfliegen weist zumindest ansatzweise ein homogenes Bewegungsmuster der Vorzugsbewegung auf. Die Einflugdistanzen in die Äcker liegen zwischen 50 und 500 m, wobei nur noch 25 - 50% der (untersuchten) Arten die 250 m Grenze überflogen. Daher ist davon auszugehen, dass weiter als 250 m entfernt liegende Ruhe- und Nahrungshabitate als nicht optimal einzustufen sind. Die 250 m-Grenze wird aus diesem Grund als gerade noch akzeptabler Grenzwert zwischen entfernten Nahrungs- und Ruhehabitaten angesehen. Optimaler sind geringere Distanzen, da die Untersuchungen im Allgemeinen gezeigt haben, dass an den Feldrändern, denen sich Habitate mit entsprechendem Nahrungsangebot angliedern, sowohl eine erhöhte Eiablagedichte als auch eine höhere Schwebfliegen-Diversität zu verzeichnen ist. Geeignete Winterhabitate müssen weitere Qualitäten aufweisen. Vor allem ausreichend breite Gehölzformationen wie Feldgehölze oder Hecken mit entsprechend ausgebildeten Saum-Ökotonen kommen als Überwinterungshabitate in Frage. Auch Waldränder mit entsprechend ausgebildeten Säumen sind geeignet. Da trotz der hohen Flugleistung nur bei einer engmaschigen Struktur an Überwinterungshabitaten eine ausreichend starke Population ausgebildet werden kann, und zudem Metapopulationen für einen großen Teil der Schwebfliegen nur dort entstehen können, wo geeignete Habitate nicht weiter als 50 - 500 m entfernt sind, ist davon auszugehen, dass auch geeignete Winterhabitate nicht weiter als 500 m von einander entfernt liegen sollten. Als optimaler sind geringere Distanzen anzusehen, da dieses die Abundanz stärkt.
4. Es sind zwei Faktoren, die entscheidend auf die Einflugdistanzen von Ackerrandhabitaten in die Äcker hinein wirken:
 1. Trockenheit und Offenheit – je trockener und offener ein Randhabitat

gestaltet ist, desto weiter fliegen die an solche Habitate angepassten Schwebfliegen in die Äcker hinein. So fliegen die Arten der Trockenrasengesellschaften deutlich weiter, als die der Erlenbruchgesellschaften in die Äcker hinein.

2. Das Alter der Randhabitate ist von entscheidender Bedeutung. Je älter ein Randhabitat ist, desto höher ist die Qualität als Lebensraum einzustufen. Ein vergleichsweise altes Randhabitat bietet gute Lebensbedingungen für weit in die Felder einfliegende Arten.
5. Ein Großteil der Imagines sind Ubiquisten, die Habitatgrenzen problemlos überwinden können. Aufgrund des exzellenten Flug- und Suchvermögens müssen Blütenflächen nicht unbedingt innerhalb der Felder liegen. Sowohl feldbegleitende Saumbiotope, Ackerrandstreifen, Feldraine, blütenreiche Feldränder, als auch verunkrautete Brachflächen und Ackerwildkräuter bieten den Schwebfliegen wichtige Nahrungs- und teils Ausweichhabitate. Dabei wirken auf die meisten Schwebfliegen die Pflanzen der Feldraine attraktiver als jene der Ackerwildkräuter. Je reichhaltiger eine Agrarlandschaft mit solchen Elemente ausgestattet ist, desto stabiler gestalten sich auch die Schwebfliegenpopulationen. So profitieren sie im hohen Maße von den Strukturen der Ökotope. Besonders Doldenblüter (Apiaceae) und Korbblüter (Asteraceae) werden gerne von Schwebfliegen besucht. Wichtig ist, dass in den Randhabitaten eine ausgewogene Artenmischung, die über das ganze Jahr verteilt blüht, vorzufinden ist. Nur so ist eine zeitliche Synchronisation mit einer geeigneten Blütenflora und der Beute gegeben. Werden Ackerrandstreifen angelegt, ist eine Kombination frühblühender und langblühender Pflanzen, sowie niedriger Bodendecker und hochwachsender Arten ratsam. Auf diese Weise finden die, schon sehr früh im Jahr auftretenden univoltinen Arten, als auch die später im Jahr noch auftretenden polyvoltinen Arten ausreichend Nahrung.
6. Längsstrukturen, die neben oder in den Acker hineinwirken, können der Orientierung dienen und bei einigen Arten zu einem im Schnitt 100 m weiteren Einflug in die Ackerkulturen führen. Bewirtschaftungsformen die eine optische Längsorientierung ermöglichen, wie Streifenwirtschaft oder Brachestreifen

können den Genaustausch zwischen Teilpopulationen deutlich fördern.

6.2 Gemeine Florfliege (*Chrysoperla carnea*)

6.2.1 Habitateigenschaften, Nahrungsquellen und Fraßleistung

Die Gemeine Florfliege (*Chrysoperla carnea* STEPHENS 1836) gehört zur Ordnung der Netzflügler (Neuroptera). Während sich die Larven ausschließlich räuberisch überwiegend von Blattläusen ernähren, zählt der Honigtau der Blattläuse zur Hauptnahrungsquelle der Vollarven. Zur Vervollständigung ihres Nahrungsangebotes sind die Imagines auf den Nektar von Blüten angewiesen. Zu den wichtigen Nahrungspflanzen zählt die Gattung Weißdorn (*Crataegus*), auf denen die Tiere ab Anfang Juni häufig anzutreffen sind (FORTMANN 2000). Eine Larve der Gemeinen Florfliege vertilgt im Laufe ihres Lebens zwischen 200 - 500 Blattläuse, wobei sie auch Zikaden, Thripsen, Raupen, Käferlarven und Milben als Beute annehmen. Der bevorzugte Lebensraum der Vollarven sind Hecken, Waldränder, Sträucher, krautige Bäume und krautige Pflanzen (Ebd.). Die adulten Tiere können zu den Ubiquisten gezählt werden, die stetig von einer Nahrungsquelle zur nächsten wandern. Dabei halten sie sich nur verhältnismäßig kurz an einer Hauptnahrungsquelle auf (DUELLI 1999). Die Vollarven ziehen zu Beginn des Frühjahres in die Felder ein und ernähren sich hier von dem abgesonderten Honigtau der Blattläuse. Tagsüber ruhen sie dann überwiegend in den bevorzugten Begleitstrukturen der Felder, wo sie zu dem den Ergänzungsfraß tätigen, während sie nachts wieder in die Felder einwandern (FORTMANN 2000).

Alle Arten der Florfliegen reagieren extrem empfindlich auf den Einsatz von Insektiziden (Ebd.).

6.2.2 Dispersionsverhalten

Nach dem Schlüpfen der Imagines oder dem Beenden der Winterruhe der Generation des Vorjahres, vollzieht die Gemeine Florfliege zunächst einen Migrationsflug. Dieser soll verhindern, dass sich die Insekten zu lange an einer Nahrungsquelle aufhalten und sie somit erschöpfen. Der Migrationsflug erfolgt in den ersten zwei Nächten in einer Höhe von ca. 7 Metern, wobei die Tiere hierbei nicht auf

äußere Reize, wie denen von Sexualpartnern oder Futterquellen reagieren. Die Richtung des Migrationsfaktors ist abhängig von dem abiotischen Faktor der Windrichtung und erfolgt so zunächst ungerichtet, wobei die Tiere hierbei pro Nacht ca. 1,5 Kilometer zurück legen. Ab der dritten Nacht senken die Tiere dann ihre Flughöhe und beginnen auf den Duft des Honigtaus der Blattläuse zu reagieren. Nach der Landung wird die Duftquelle mit einem schrittweisen Flug entgegen der Windrichtung angepeilt. Dieses Flugverhalten nennt man Appetenzflug. Frühestens ab der dritten Nacht erfolgt die Kopulation. Ab der fünften Nacht führen die Tiere die erstmögliche Eiablage durch. Nach dem diese erfolgte, legt die Gemeine Florfliege nur noch ca. 300 Meter pro Nacht zurück, wobei sich die Tiere mit Richtung des Windes treiben lassen und auf den Duft des Honigtaus der Blattläuse reagieren (Abb. 11).

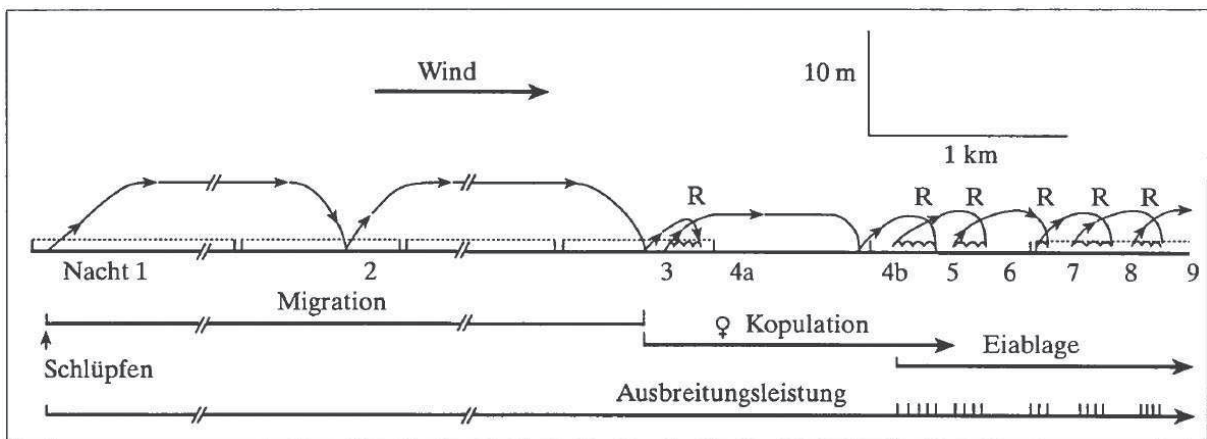


Abb.11 Schematische Darstellung des Ausbreitungsverhaltens von adulten Florfliegen (*C. plorabunda* in Kalifornien - vergleichbar mit *C. carnea*). Nach dem Schlüpfen entfernen sich die Adulttiere in den ersten 2 Nächten auf einem hohen, von Duftstoffen nicht beeinflussten Migrationsflug mit dem Wind aus ihrem Bruthabitat. Ab der dritten Nacht fliegen die Tiere tiefer und reagieren auf Futterduft. Fünf Tage nach dem Schlüpfen werden die ersten Eier abgelegt, doch die Wanderung geht weiter, Nacht für Nacht. Die Ausbreitungsleistung (Dispersal) kann in Form der Distanz zwischen dem Geburtsort eines Weibchens und dem seiner Nachkommenschaft dargestellt werden (DUELLI 1999).

Auch die Blattläuse breiten sich auf Grund ihrer bescheidenen Flugfähigkeit mit Hilfe des Windes aus. Eine Population der Gemeinen Florfliege wandert in einer rollenden Bewegung den Blattläusen hinter her, was auch als Nomadismus bezeichnet wird (DUELLI 1999). Da in Mitteleuropa der Wind abgesehen von lokalen Unterschieden überwiegend aus Westen her weht, kann davon ausgegangen werden, dass ein überwiegend homogenes Bewegungsmuster zu Stande kommt.

Das Ausbreitungsverhalten der Larven ist weitgehend ungerichtet und erfolgt nach physikalischen Kontakt mit der Beute. Die Larven bewegen sich in einem sehr kleinen Radius von mehreren naheliegenden Pflanzen (FORTMANN 2000).

6.2.3 Fortpflanzungsverhalten, Eiablageverhalten und Generationsdauer

Der Duft des Honigtaus der Blattläuse bringt beide Geschlechter in die Nähe. Die Kopulation erfolgt frühestens in der vierten Nacht. Ab der fünften Nacht kommt es zur ersten Eiablage. Diese erfolgt kontinuierlich, wodurch die Eier entweder in Gruppen oder vereinzelt an Pflanzenteilen auf Stielen angeheftet werden. Dort, wo sich die Tiere am längsten aufhalten, kommt es somit zu einer Konzentration der Eier. Durch dieses Verhalten werden die meisten Eier in der Nähe oder innerhalb von Blattlauskolonien abgelegt. Ein Weibchen legt ca. 20 Eier pro Tag (DUELLI 1999). Pro Jahr bringt ein Weibchen 2 - 3 Generationen hervor. Die Entwicklung vom Ei über das Stadium der Verpuppung bis zum Vollinsekt nimmt, abhängig von der Außentemperatur, 22 - 60 Tage in Anspruch (FORTMANN 2000). Die erwachsenen Tiere leben ca. 2 Monate. Die Larven verpuppen sich an geschützten Stellen, wobei die Entwicklungsdauer der Larve bis zum Imago temperaturabhängig ist und zwischen 2 - 3 Wochen dauert. Die Entwicklungsdauer der Eier ist ebenfalls von der Temperatur abhängig und liegt bei 3 - 10 Tagen. Ein Weibchen legt innerhalb ihres Lebens bis zu 800 Eier (FORTMANN 2000).

6.2.4 Überwinterung

Etwa in der zweiten Augustwoche kommt es bei den Vollinsekten zur reproduktiven Diapause, die mit einer bis zum nächsten Frühjahr reversiblen Braunfärbung der Insekten einhergeht. Die Gemeine Florfliege migriert zum Überwintern in geschützte Wald- oder Gehölzpartien. Besonders kommen vor Frost geschützte Plätze, wie hohle Bäume oder Ähnliches in Frage, aber auch Gebäude werden gerne als Überwinterungsquartiere angenommen. Nur wenige Florfliegenarten überwintern als Vollinsekt, wobei die Gemeine Florfliege zu diesen wenigen Vertretern gehört. Neben den erwachsenen Insekten überwintert auch die letzte jährliche Generation der verpuppungsbereiten, eingesponnenen Larven oder jüngere Larvenstadien (BLÜMEL 2006).

6.2.5 Konsequenzen für die Maßnahmenplanung

1. Bei der Anlage von verbindenden Strukturelementen wie Hecken, Ackerrainen oder Ackerrandstreifen muss darauf geachtet werden, ausschließlich heimische Arten zu verwenden, da besonders diese geeignet sind den Tieren gute Lebensbedingungen zu bieten. Inwieweit diese aber tatsächlich in der Lage sind eine leitende Funktion innerhalb der Verbundstrukturen auszuüben bleibt offen, da es sich bei der Gemeinen Florfliege ohnehin um eine wandernde ubiquitäre Art handelt, die abends in die Felder einwandert und tagsüber in geeignete Randhabitate migriert.
2. Die Tiere sind dämmerungs- und nachtaktiv. Das Wanderverhalten beträgt ab der 5. Nacht jeweils ca. 300 m mit der Windrichtung, wobei die Tiere nicht lange an einer Nahrungsstätte verweilen. Neben Honigtau sind auch Pollen und Nektar zur Ernährung von Nöten. So ist eine der Hauptwindrichtung entgegenstehende Reihung von Hecken, Feldgehölzen, Feldrainen oder Ackerrandstreifen dienlich in denen die Tiere tagsüber einen geeigneten Unterschlupf finden und zudem ihren erforderlichen zusätzlichen Nahrungsbedarf decken können. Als optimal kann eine maximale Distanz der Habitatstrukturen von ca. 300 m bezeichnet werden, da diese Entfernung dem nächtlichen Wanderungsverhalten entspricht. Eine geschlossene linienförmige Korridorstruktur erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Tiere mit dem Wind in diese Habitate getragen werden. Fragmentarisch vorhandene Trittsteinbiotope in Form von beispielsweise vereinzelter Feldgehölzen oder den Säumen von Söllen werden mehr oder weniger zufällig von den Tieren erreicht, da die Wanderrichtung überwiegend von der Windrichtung bestimmt wird. Trifft ein Individuum auf ein Trittsteinbiotop kann dieses als vorübergehendes Ruhehabitat und Nahrungsstätte genutzt werden.
3. Die Tiere profitieren als ubiquitäre Art von einer kleinteilig fragmentierten Landschaft. Dieses steht in Korrelation mit dem von DUELLI (1992a) entwickelten Mosaik-Konzept und gründet sich auf das Wanderverhalten und dem daraus resultierenden permanenten Habitatwechsel der Art. Das Aufeinandertreffen zweier unterschiedlicher Habitate, beispielsweise ein Weizenfeld das an ein Saumbiotop angrenzt, stellt für die Tiere kein Hindernis

dar, sondern kann der Ausbreitung durchaus dienlich sein, solange ein gewisser Anteil an Blattläusen im Feld selbst vorhanden ist, und es somit auch nicht unmittelbar mit Pflanzenschutzmitteln behandelt wurde. Eine reich fragmentierte Landschaft fördert auch die Anzahl vorhandener Ökotope und damit gleichsam die Anzahl von Saumgesellschaften, welche der Gemeinen Florfliege besonders dienlich sind, da gerade diese als Ruhestätte und Nahrungsquelle genutzt werden können.

4. Wo es möglich erscheint ist es sinnvoll Waldränder an den Lebensraum der Gemeinen Florfliege anzugliedern oder zu große Distanzen mittels neu angelegter Strukturelemente zu verringern, da gerade die Waldränder für die Tiere wichtige Überwinterungsquartiere darstellen. Aber auch Hecken oder Feldgehölze mit einem entsprechend kräftigen Gehölz- oder Baumanteil eignen sich zum Überwintern. Diese gilt es möglichst in die Verbundplanung mit einzubeziehen. Auch ein hoher Totholzanteil innerhalb der Strukturelemente kommt dem Überwinterungsverhalten der Tiere entgegen, da das Totholz als Winterquartier dienlich sein kann.
5. Bei der Anlage von Hecken und krautigen Bäumen die als Winterquartiere geeignet sind, ist auf Grund des Migrationsfluges nach der Überwinterung davon auszugehen, dass erst in ca. 4 km Entfernung mit der Hauptwindrichtung die Eiablage der ersten Generation eines Jahres erfolgt. Da sich ausschließlich die Larven räuberisch ernähren entsteht zunächst eine Lücke einer wirksamen Parasitierung, bedingt durch den Migrations- und Kopulationsflugs zwischen dem Schlüpfen der Imagines und der ersten Eiablage. Die neu geschlüpften Imagines werden möglicherweise zunächst aus einem kleineren Verbundsystem herausgetragen, bis es zur ersten Eiablage kommt. So ist es auch ganz entscheidend, wie die weitere Umwelt außerhalb eines geplanten lokalen Verbundsystems geschaffen ist, insbesondere die oberhalb der Hauptwindrichtung, damit von dort her trüchtige Weibchen in ein Agroökosystem hereingetragen werden können.

6.3 Marienkäfer (Coccinellidae)

6.3.1 Allgemeines

Der Siebenpunktmarientkäfer (*Coccinella septempunctata* LINNAEUS 1758) ist die in Mitteleuropa am häufigsten vorkommende und am weitesten verbreitete Art. Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist er der dominierende Marienkäfer, da er die Blattlausarten an Kulturpflanzen und Wildkräutern bevorzugt. Daher resultiert auch seine hohe agrarwirtschaftliche Bedeutung (FORTMANN 2000). Weitere wichtige Arten, die nach SCHMID (1992) häufig in der Begleitflora von Äckern gefunden werden sind der Variable Flach-Marienkäfer (*Adonia variegata* GOEZE 1777), der Vierzehnpunkt-Marienkäfer (*Propylea quatuordecimpunctata* LINNAEUS 1758) und der Zweipunkt-Marienkäfer (*Adalia bipunctata* LINNAEUS 1758). Das Verhalten der unterschiedlichen Arten hängt stark von ihrem Lebenszyklus, der Generationsfolge, dem Einfluss ökologischer Gegebenheiten, den klimatischen Faktoren und ihrer Wanderlust ab (FORTMANN 2000).

Alle in den Feldkulturen vorkommenden Marienkäfer werden in sämtlichen Lebensstadien besonders durch Insektizide geschädigt (ZWÖLFER et al. 1984).

Da der Siebenpunktmarientkäfer der mit Abstand bedeutendste Antagonist in den landwirtschaftlichen Kulturen in Mitteleuropa ist, wird auf ihn im Folgenden besonders eingegangen.

6.3.2 Habitateigenschaften, Nahrungsquellen und Fraßleistung

Viele Marienkäferarten besiedeln während ihrer verschiedenen Entwicklungsstadien unterschiedliche Habitate. Ein für die Larven geeignetes Habitat muss für diese ausreichend Nahrung bieten. In den Entwicklungshabitaten der Imagines erfolgt der Reifungsfraß nach dem Schlüpfen aus den Puppen, und der Ernährungsfraß nach der Überwinterung. Dies kann im gleichen Habitat wie die Larvenentwicklung erfolgen, muss aber nicht. Im letzteren Fall folgen Dispersionsflüge (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1997). Nach der Ernte weichen die Käfer der landwirtschaftlichen Kulturen in Gras- und Krautfluren, Heckensäume, Feuchtbiopte und weitere Habitate aus (FORTMANN 2000).

Marienkäfer sind tagaktiv und können als polyphage, euryöke Prädatoren angesehen werden. Dabei leben sowohl Larven als auch Imagines räuberisch (SCHMID 1992).

Die meisten Arten sind Blattlausprädatoren, während einige Arten sich auf Schildläuse und Spinnmilben spezialisiert haben (RÖSER 1988). Die Larve des Siebenpunktmarientkäfers benötigt für ihre Entwicklung zwischen 600 bis 800 Blattläuse. Vollentwickelte Arten und die Imagines größerer Arten, zu denen auch der Siebenpunktmarientkäfer zu zählen ist, können am Tag bis zu 150 Blattläuse verzehren. Über die gesamte Lebensdauer verzehrt ein einzelnes Tier mehrere Tausend Blattläuse (FORTMANN 2000). Die Imagines einiger Arten (auch der Siebenpunktmarientkäfer) nehmen zeitweise zusätzlich Pollen, Nektar und Pilzsporen auf (SCHMID 1992). Bei einigen Arten reifen die Eier erst nach der Aufnahme von Pollen aus. Die Besonderheit bei den auch blütenbesuchenden Arten, stellt der meist damit einhergehende Habitatwechsel dar (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1997). Der von Blattläusen ausgeschiedene Honigtau wird nicht als Nahrung angenommen, er steigert jedoch scheinbar die Suchaktivität der Larven (FORTMANN 2000).

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Marienkäfer bereits in der Anfangsphase der Blattlausentwicklung auf den Kulturflächen vorhanden sein müssen, um eine Blattlauskolonie wirksam zu begrenzen oder gar ausrotten zu können (FORTMANN 2000). Bei einem Räuber-Beute-Verhältnis von 1:20 (beim Siebenpunktmarientkäfer) kann i. d. R. auf eine Blattlausbekämpfung verzichtet werden (Ebd.).

Ein wesentliches Element der Habitatqualität stellen die trophischen Bedingungen dar. So wird die Blattlausdichte als entscheidendes Kriterium angesehen. Eine bestimmte Blattlausdichte ist notwendig, um Coccinelliden in einem Habitat zu halten („Bleibschwelle“) (HODEK 1967). Diese „Bleibschwelle“ wurde von HONEK (1980) für mehrere Kulturpflanzen für den Siebenpunktmarientkäfer ermittelt. Der Wert für Getreide liegt beispielsweise bei 8,7 bis 23,6 Blattläusen/m², er ist nach HODEK (1967) als verhältnismäßig niedrig zu interpretieren. Dabei neigen die Weibchen eher als die Männchen dazu bei größeren Blattlausdichten in den Feldern zu verbleiben. Allerdings kann die Synchronisation des Marienkäfers mit der Beute im Freiland nicht allein auf die trophische Beziehung zurückgeführt werden, so spielen auch mikroklimatische Verhältnisse eine wichtige Rolle für die Habitateignung (HODEK 1967).

Zu den Lebensräumen des Siebenpunktmarientkäfers zählt die Krautschicht von Gehölzen, Gehölzsäume, Wiesen und Felder (FORTMANN 2000). Er bevorzugt im

Besonderen Kräuter (HONEK 1985). Äußerst wichtig sind die Pflanzen, die schon sehr früh Nahrung anbieten können, da sie den Weibchen den notwendigen Reifungsfraß ermöglichen (SCHMID 1992). Ohne solche Pflanzen käme es nach SCHMID (1992) wahrscheinlich nur zu einer verminderten oder zu überhaupt keiner Eiablage. Bei der Besiedelung von Feldern üben im Allgemeinen größere, dürre Pflanzen der Krautstreifen wie beispielsweise die Gemeine Nachtkerze (*Oenothera biennis*), die Gemeine Schafgasse (*Achillea millefolium*) und Gänsefüße (*Chenopodium* spp.), sowie auch Hecken eine große Anziehungskraft auf Marienkäfer aus (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1997). SCHMID (1992) fand in Untersuchungen im Frühjahr den Siebenpunktmariekäfer fast ausschließlich an großen Pflanzen neben den Feldern vor und bestätigte somit dieses Phänomen. TRILTSCH (1997) konnte im April/Mai und im Spätsommer, demnach vor bzw. nach dem Befallszeitraum der Getreideaphiden, zahlreiche Imagines des Siebenpunktmariekäfers auf weniger dicht bewachsenen Brachflächen und unkrautbestandenen Feldrändern und Wegen beobachtet. Im Juni und Juli suchten die Volleninsekten die verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen zur Fortpflanzung auf (TRILTSCH 1997).

Im Allgemeinen werden Nachbarhabitate mit einer großen Anzahl von Blattläusen (nicht zwingend Getreideblattläuse), wie Brachen und Randstreifen mit Wildkräutern, in der Literatur als positiv bewertet. Sie bieten eine zusätzliche Nahrungsquelle und helfen beim Überbrücken von Perioden mit Nahrungsknappheit (HODEK 1967). Diese Habitate werden auch als „Trittsteine“ für die Besiedelung der Feldern bezeichnet (STECHMANN 1982).

Bei Untersuchungen von SCHMID (1992) zur Attraktivität von Ackerwildkräutern in Ackerkrautstreifen, Ackerainen und der Begleitflora auf Marienkäfer, fielen folgende Pflanzen besonders durch eine hohe Abundanz und eine hohe Diversität von Marienkäfern auf: Echter Beinwell (*Symphytum officinale*), Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum inodorum*), Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*), Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), Gemeine Wegwarte (*Cichorium intybus*), Weiße Lichtnelke (*Silene alba*), Große Brennnessel (*Urtica dioica*). Es konnten im Allgemeinen viele Marienkäfer an Korbblütern (Asteraceae) nachgewiesen werden, die sich dort sowohl von Aphiden als auch von Pollen bzw. Nektar ernährten. Die Untersuchungen zeigten auch, dass sich 40,4% aller aphidophagen Käfer auf Pflanzen ohne Aphiden aufhielten. Auf 25 von 73 untersuchten Pflanzenarten wurden, trotz des im

Untersuchungsgebiet vorhandenen Aphidenangebot, verschiedene Marienkäfer beim Pollen- bzw. Nektarfraß beobachtet (Ebd.).

Die Größe des Verbreitungsgebietes der verschiedenen Arten ist sehr unterschiedlich und zudem nicht konstant (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1997). Auch sind die Populationsschwankungen durch Migrationsprozesse bei den Marienkäfern äußerst komplex und noch nicht ausreichend geklärt (TRILTSCH 1997). Eine konkrete Aussage hinsichtlich der minimalen Lebensraumgröße einer stabilen Population oder Metapopulation (MVP) zu treffen ist hierdurch äußerst schwierig, bis kaum möglich. Jedoch konnte SCHMID (1992) einen klaren Zusammenhang zwischen der Größe einer Untersuchungsfläche und der Abundanz der sich darauf aufhaltenden Marienkäfer feststellen (Abb. 12). Bei einer Zunahme der Untersuchungsfläche, in diesem Fall Ackerkrautstreifen, Ackerraine und die Begleitflora von Äckern, nahm auch die Individuenzahl und die Artenzahl der Marienkäfer zu (SCHMID 1992). Hier ist eine Korrelation mit der von MACARTHUR & WILSON (1967) beschriebenen Inseltheorie zu konstatieren.

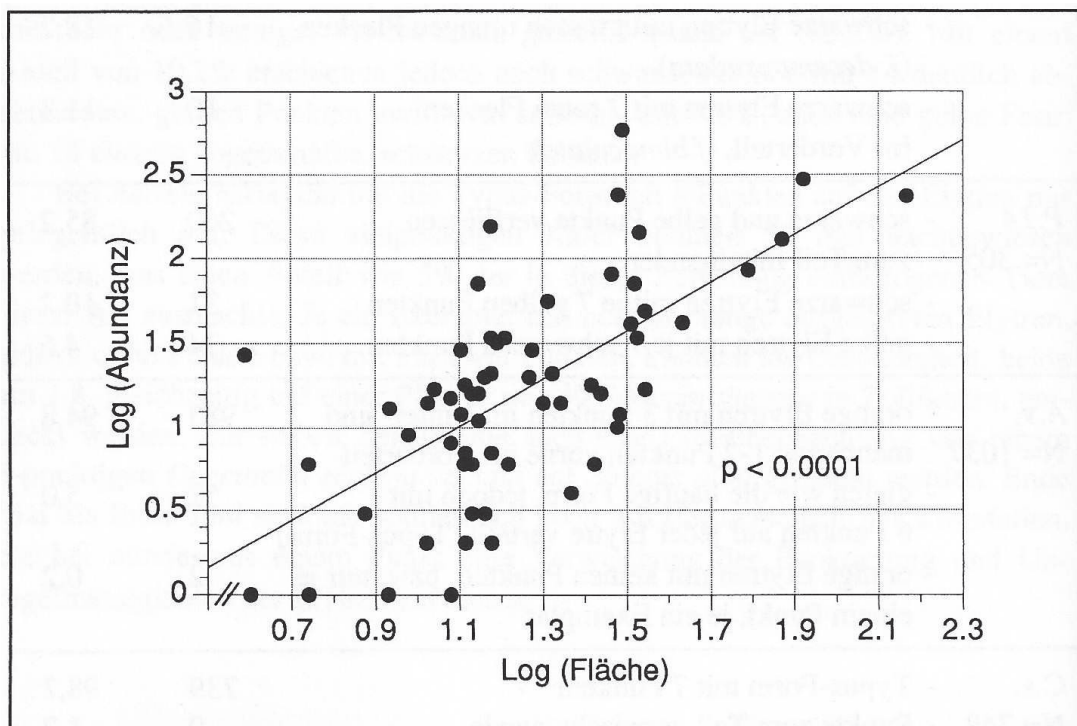


Abb.12 Beziehung zwischen Größe der Untersuchungsfläche und Größe der Abundanz der Coccinelliden (SCHMID 1992).

SCHMID (1992) konnte ebenfalls beobachten, dass mit zunehmender Flächengröße auch die Arten-Diversität steigt. Je größer die untersuchten Ackerkrautstreifen, Ackerraine und die Begleitflora im Allgemeinen waren, desto höher war auch die auf ihnen anzutreffende Zahl der Arten (Abb. 13).

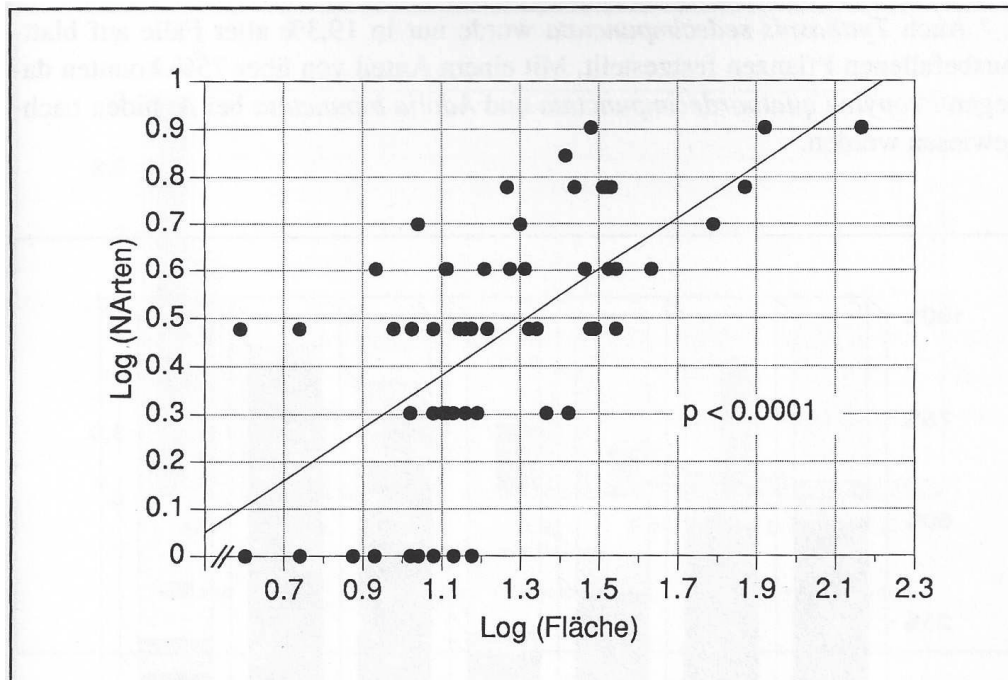


Abb.13 Beziehung zwischen Zunahme der Untersuchungsfläche und Zunahme der Diversität (N Arten) der Coccinelliden (SCHMID 1992).

Interessanterweise bestätigt sich bei den Marienkäfern nicht das von DUELLI (1992a) beschriebene Mosaik-Konzept, welches die Theorie aufstellt, dass in kleinräumig strukturierten Landschaften, bei sinkender Habitatgröße, von einer Zunahme der Arten auszugehen ist. Diese in der Praxis oft beobachtete, erhöhte Biodiversität auf kleinen Flächen erklärt MADER (1990) mit dem Einwandern ubiquitärer Arten, die aus den umliegenden Flächen flüchten. Es scheint sich vielmehr für die ubiquitären Marienkäfer, die für gewöhnlich auf größere Betrachtungsebenen zutreffende Inseltheorie, hinsichtlich der Abundanz und Diversität auch auf einer kleinräumigen Betrachtungsebene zu bestätigen.

6.3.3 Dispersionsverhalten

Der Marienkäfer zählt, nicht zu Letzt durch seine allgemeine Beliebtheit, zu einer sehr gut untersuchten Familie. Erstaunlicherweise ist die Marienkäfermigration und

der Prozess der Habitatfindung noch weitgehend ungeklärt, was auf die äußerste Komplexität dieses Verhaltens und die Schwierigkeit der Untersuchungen im Freiland zurückzuführen ist (TRILTSCH 1997).

„Bei Marienkäfern kommen mehrere Formen der Ausbreitung durch Flug vor, angefangen bei niedrigen Flügen von einem Habitat zum anderen bei der Nahrungssuche, bis zu großen Ausbreitungsflügen über lange Distanzen und ausgesprochenen Wanderzügen, die meist dem Aufsuchen der Überwinterungsorte dienen. Diese Flüge sind normalerweise passiv und stehen nur teilweise unter der Kontrolle des Käfers. Besonders stark werden sie durch den Wind beeinflusst.“
(HODEK et al. 1993)

Ausgesprochene Wanderzüge von Coccinelliden kommen in Mitteleuropa nur selten vor. Am häufigsten sind sie an Meeresküsten, wie die der Ostsee, zu beobachten (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1997). Bemerkenswert ist die außerordentliche Beweglichkeit der adulten Organismen (FRANZER 1988). Sie sind gut fliegende Insekten, die auf der Suche nach Beute zwischen den landwirtschaftlichen Kulturen wechseln (FORTMANN 2000).

Die Erstbesiedelung im Frühjahr wird durch den Wind unterstützt und kann so auch von weit entfernten Winterquartieren aus erfolgen (ebd.). Das zeitliche Erstauftreten des Siebenpunktmarientkäfers in einem Getreidefeld hängt überwiegend von der Herkunft der Tiere ab. Stammen sie aus den direkt an die landwirtschaftlichen Kulturen angrenzenden Überwinterungshabitaten, erfolgt die Erstbesiedelung schneller und somit effektiver, als bei Individuen aus weiter entfernt liegenden Überwinterungsquartieren (HONEK 1989). In Untersuchungen von SCHMID (1992) erschien der Siebenpunktmarientkäfer im April in den Krautstreifen der Äcker, wobei er im Monat April noch eine hohe Standorttreue bewies. Bei dem Verlassen der Überwinterungsquartiere verhindern physiologische Mechanismen nach kurzzeitiger Erwärmung ein sofortiges ausfliegen. Hierfür ist eine relativ konstante Wärmephase von etwa 10 Tagen notwendig (RUZICKA & KINDLMANN 1991). Neben der Habitatqualität sind diese physiologischen Aspekte bedeutsam für die Migrationsprozesse. So gibt es saisonale Unterschiede, welche die Neigung zum spontanen Weiterflug beeinflussen. Vor der Dispersion vom Überwinterungsquartier ist diese Neigung sehr hoch, während der Reproduktion im Feld dagegen nur gering

und bei Weibchen mit reifen Ovariolen fast nicht mehr vorhanden (HODEK et al. 1993). Bei frisch geschlüpften Imagines des Siebenpunktmarienkäfers konnte ein äußerst hoher Emigrationsdrang, der seinen Höhepunkt 10 Tage nach dem Schlupf erreichte, beobachtet werden (ZASLAVSKY & SEMYANOV 1986 zit. n. TRILTSCH 1997). Allerdings ist die physiologische Regulation des Migrationsverhaltens noch weitgehend unklar (HODEK et al. 1993).

Viele Marienkäfer-Arten führen unter bestimmten Witterungsbedingungen und zum Abschluss ihrer Individualentwicklung Schwärmflüge durch, die allem Anschein nach der Suche nach neuen Nahrungsquellen dient (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1997). JOHNSON (1969) verfolgt die These, dass zumindest ein Teil der Marienkäfer nach der Diapause zurück in ihre ursprüngliche Habitate, entgegen ihrer zuvor gewählten Emigrationsroute, migrieren. Auch HODEK (1973) erwähnt, dass einige Autoren den Zug entgegen des Windes beobachten konnten. In wie weit dieses Verhalten grundsätzlich zutreffend ist, konnte allerdings noch nicht abschließend geklärt werden.

Im Allgemeinen bedeuten hohe Temperaturen eine hohe Aktivität und somit einen starken Emigrationsdrang, da der Marienkäfer zu den thermophile Art zählt (FRANZER 1988). Grundsätzlich kommt es so an sonnenexponierten Lagen und nicht beschatteten Bodenflächen zu einer erhöhten Aktivität (HONEK 1985). Zu beginnender Besiedlungsphase tritt der Siebenpunktmarienkäfer zuerst in lückigen Pflanzenbeständen auf (BASEDOW 1982 zit. n. TRILTSCH 1997). Aber auch Hecken werden als „Trittsteine“ für die Besiedlung der Kulturpflanzenbestände angenommen (STECHMANN 1982).

Die Anzahl der Marienkäferimagines in einem Getreidefeld ergibt sich ähnlich wie bei der Gemeinen Florfliege (*C. Carnea*) aus einer fortlaufenden Bilanz. Die Populationsdichte verändert sich beständig, durch einerseits Immigration und andererseits Emigration und auf Grund des Sterbens von Individuen (HONEK 1982). Die Bewegung des Ausbreitungsverhaltens erfolgt in Windrichtung, doch konnte in Untersuchungen kein gerichtetes Ausbreitungsverhalten festgestellt werden (ALI & AZAM 1997 zit. n. TRILTSCH 1997). STECHMANN (1982) führte Markierungen an 544 Individuen durch. Es ließen sich lediglich 12 der 544 Tieren innerhalb von zwei Tagen wiederfinden (SCHMID 1992). Er schlussfolgerte daraus, dass die Populationen weitaus größer als angenommen sind, die Käfer eine geringe Standorttreue zeigen

und große Distanzen zurücklegen können. Auch FRANZER & RAWORTH (1981) stellten in Luzernfeldern mehrfach fest, dass jeweils nach einem Tag mindestens 90% der vorher anwesenden Marienkäfer weggezogen war. Die Tiere wechseln erstaunlicherweise trotz vorhandenem Nahrungsangebot regelmäßig ihren Standort (SCHMID 1992). Sowohl die Imagines als auch die Larven der Marienkäfer suchen ihre Beute nach dem Zufallsprinzip (HODEK 1967). Nach einem erfolgreichen Beutekontakt wandelt sich die extensive Suche in ein intensives Absuchen der näheren Umgebung (CARTER & DIXON 1986). Dabei suchen die Imagines einzelne Pflanzen nur kurz nach Beutetieren ab und fliegen weiter wenn sie nicht in kürzester Zeit auf Beutetiere stoßen (FORTMANN 2000).

Die Larven des Siebenpunktmarientkäfers finden ihre Beutetiere nur durch direkte Berührung mit den Maxillartastern. Daher können sie wenige Millimeter an einem Beutetier vorbeilaufen, ohne es zu registrieren. Habe sie eine Blattlaus gefunden, suchen sie das nähere Umfeld nach weiteren Beutetieren ab (FORTMANN 2000). Auch verlassen die Larven eine Pflanze nur selten, da sie ihre Nahrung in unmittelbarer Nähe suchen. Dieses erfordert ein ausreichend großes Angebot an Aphiden in dem Pflanzenbestand. So benötigen sie Pflanzen, die mindestens für die larvale Entwicklungszeit von drei Wochen, ausreichend mit Aphiden bestückt sind (SCHMID 1992).

6.3.4 Fortpflanzungsverhalten, Eiablageverhalten und Generationsdauer

Die Weibchen von des Siebenpunktmarientkäfers können bis zu 800 Eier in Gelegegrößen von durchschnittlich 28 Eier ablegen (FÜRSCH 1991). In der Regel erfolgt dies auf der Blattunterseite in der Nähe von Blattlauskolonien. Die Arten, die sich von Schildläusen ernähren, legen ihre Eier unter die Schilde ihrer Beute (FORTMANN 2000). Die Entwicklungsdauer der Eier ist abhängig von Klima und Jahreszeit und beträgt zwischen 7 bis 10 Tage. Alle Larven eines Geleges schlüpfen gleichzeitig (ebd.). Die gesamte Larvenentwicklung umfasst vier, bei einigen Arten auch fünf, Larvenstadien und dauert drei bis sechs Wochen. Darauf folgt die Verpuppung auf Blättern oder Baumstämmen. Die Puppenruhe dauert je nach Witterung vier bis neun Tage. Die Gesamtentwicklungsdauer beträgt ebenfalls je nach Witterung und Nahrungsangebot ein bis höchstens drei Monate (ebd.). Die

meisten Marienkäfer, so auch der Siebenpunktmarienkäfer, sind in Mitteleuropa univoltin, nur selten bilden manche Arten auch zwei Generationen pro Jahr aus (ebd.). Die Gesamtlebensdauer beträgt in Mitteleuropa meistens ein Jahr (SCHMID 1992).

6.3.5 Überwinterung

Die Überwinterung erfolgt bei den mitteleuropäische Arten ausschließlich als Imago (FORTMANN 2000). Dazu wechseln die Coccinelliden meist in ein anderes Habitat über, wobei sie mitunter beträchtliche Distanzen zurücklegen (KLAUSNITZER & KLAUSNITZER 1997). Spätestens im Oktober beziehen die Vollinsekten ihre Winterquartiere, wo sie zum Teil in großen Ansammlungen von einigen tausend Tieren überwintern. Nach der Dormanz (Entwicklungspause) erzeugen diese Individuen die neue Generation (FÜRSCH 1991).

Ein Großteil der Population des Siebenpunktmarienkäfers überwintert in der Nähe der Fortpflanzungsbiopte im Flachland (HODEK et al. 1993). KLAUSNITZER & KLAUSNITZER (1997) merken an, dass die auf den Feldern lebenden Marienkäfer zum Überwintern Hecken, Restgehölze und Ähnliches benötigen. Hierzu betonen sie: *„Besonders die Arten, die auf Feldern, Wiesen oder in anderen Habitaten leben, denen die Strauch- und Baumschicht weitgehend fehlt, suchen zur Überwinterung Wälder (meist die Ränder) oder kleinere Gehölze auf (ebd.).“* Allerdings überwintert nach KLAUSNITZER & KLAUSNITZER (1997) der Siebenpunktmarienkäfer auch in der Krautschicht verschiedener Habitate. Nach FORTMANN (2000) zählen Plätze wie Bodenstreu von Hecken, Waldränder, Böschungen oder andere geschützte Stellen wie Laubdecken, dichte Grasbüschen, Lesesteinhaufen, hohle Stubben und auch Gebäude zu beliebten Überwinterungsquartieren. Auch HODEK (1973) verweist auf die außerordentliche Plastizität bei der Wahl des Überwinterungsquartiers der Marienkäfer. SCHMID (1992) wies als beliebte Überwinterungspflanzen der Ackerkräuter die Wilde Möhre (*Daucus carota*), die Kleine Klette (*Arctium minus*) und die Weiße Lichtnelke (*Silene alba*) nach.

TRILTSCH (1997) stellte bei im Jahresverlauf durchgeführten Sammlungen des Siebenpunktmarienkäfers fest, dass eine bedeutende Anzahl von Individuen nahe der Kulturpflanzenbestände, welches die späteren Reproduktionshabitate sind, überwintern. Die Tiere wurden v.a. an Südrändern von Waldgebieten mit Kiefern-

Eichen-Bestand in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Feldern im Laub gefunden, teilweise sogar in den mit Eichenlaub bedeckten Randfurchen.

„Die Nähe von Überwinterungsquartieren spielt eine fundamentale Rolle für das Auftreten der Coccinelliden in den landwirtschaftlichen Kulturen.“ (HODEK 1967)

6.3.6 Konsequenzen für die Maßnahmenplanung

1. Da sich auch die VOLLINSEKTEN überwiegend von Blattläusen ernähren, sind diese besonders durch das Vorhandensein eines ausreichenden Nahrungsangebots anzulocken. Fördert man demnach Blattläuse in den Ackerbegleitstrukturen besteht immer die Gefahr, dass diese auf die landwirtschaftlichen Flächen übersiedeln. Ein gezieltes Fördern von Blattlausarten die nicht auf die Kulturen überspringen, aber in das Beutespektrum der Marienkäfer fallen scheint nicht möglich zu sein, da auch immer Arten wie die Große Getreideblattlaus (*Sitobion avenae*), die Haferblattlaus (*Rhopalosiphum padi*) und die Bleiche Getreideblattlaus (*Metopolophium dirhodum*) mit gefördert werden, die einen sog. Wirtswechsel von den Begleitstrukturen in die landwirtschaftlichen Kulturen durchführen können (FORTMANN 2000). Demnach fördert man zugleich den Schädling mit. Einige Arten, wie auch der Siebenpunktmarientkäfer, ernähren sich zusätzlich von Pollen, Nektar und Pilzsporen, so ist hier die Förderung durch eine entsprechende Begleitflora möglich. Da mit dem Ergänzungsfraß meist ein Habitatwechsel einhergeht und die Tiere ausgesprochen weite Entfernungen im Flug zurücklegen können, ist es entscheidend, dass der Ergänzungsfraß in unmittelbarer Nähe der landwirtschaftlichen Kulturen erfolgen kann. Anderenfalls wandern die Tiere ab und verlassen die Kulturen.
2. Eine hohe Anzahl an Nachbarhabitaten mit einem reichlich vorhandenen Blattlausangebot (nicht zwingend Getreideblattläuse), wie Brachen, Ackerrandstreifen mit Wildkräutern, Ackerraine und Hecken fungieren als Trittsteine bei der Besiedlung der Felder und fördern ein vermehrtes Aufkommen der Marienkäfer. Im Allgemeinen üben größere, dürre Pflanzen der Krautstreifen eine große Anziehungskraft auf Marienkäfer bei der

Besiedlung der Äcker aus. Weniger dicht bewachsene und sonnenexponierte Brach- oder Randflächen bewirken eine erhöhte Aktivität. Auch Hecken spielen neben ihrer Funktion als Überwinterungshabitate eine Rolle beim Übersiedeln in die Felder. Entscheidend ist eher das ausreichende Vorhandensein und die Größe dieser Habitate, als die direkte Vernetzung untereinander, da die Marienkäfer ausgesprochen weite Strecken fliegend überwinden können. Die ausreichende Anzahl von Ausweichhabitaten und Nahrungsräumen ist von elementarer Bedeutung, da die landwirtschaftlichen Flächen nur für einen relativ kurzen Zeitraum im Jahr Nahrung, meist in Form von Blattläusen, bieten können.

Mit zunehmender Habitatgröße steigt auch die Abundanz und Diversität der Marienkäfer, so stärkt das Vorhandensein großflächiger Lebensräume eine Population oder auch Metapopulation.

3. Um einem aufkommenden Blattlausbefall in den Kulturen entgegenwirken zu können, müssen die Marienkäfer bereits in der Anfangsphase der Blattlausentwicklung auf den Kulturflächen vorhanden sein. Hierfür ist es notwendig, dass sich geeignete Überwinterungshabitate wie Hecken, Restgehölze oder Waldränder mit einer vorhandenen Decke aus Laubstreu, aber auch nicht gemähte, krautige Begleitstrukturen oder extensiv bewirtschaftete Flächen bzw. Brachflächen in der unmittelbaren Umgebung der landwirtschaftlichen Kulturen befinden, da das zeitliche Erstauftreten der Tiere überwiegend von ihrer Herkunft abhängt. Das unmittelbare Vorhandensein von Überwinterungshabitaten stärkt im Allgemeinen eine Population. Darüber hinaus können diese Strukturen bei einem ausreichendem Blattlausangebot weite Migrationsflüge einschränken, was ein vermehrtes Abwandern der Tiere aus einem Verbundsystem verhindert.
4. Die Erstbesiedelung im Frühjahr wird durch den Wind unterstützt. Die weitere Besiedlung der Felder vollstreckt sich in einer fortlaufenden Bilanz aus Immigration und Emigration. Die Bewegungsrichtung der Ausbreitung erfolgt hierbei ungerichtet, wobei sie ebenfalls durch den Wind unterstützt wird. Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Hauptwindrichtung entgegenstehende lineare Nahrungs-, Überwinterungs- und

Erstbesiedelungshabitate neben der Stärkung einer Population bzw. Metapopulation, auch einer möglichst optimalen Verteilung der Marienkäfer in die landwirtschaftlichen Flächen dienlich sind. Das Vorhandensein solcher linearen Strukturelemente oder aber auch großflächiger extensiv genutzter Flächen bzw. Brachflächen steigert die Wahrscheinlichkeit, dass die Käfer durch ihr ungerichtetes Ausbreitungsverhalten mit der Hauptwindrichtung in solche Strukturen einfliegen. Hierbei übernehmen etwaige lineare Strukturen weniger die Funktion eines Wanderkorridors, da es sich bei vielen Marienkäfern wie auch dem Siebenpunktmarientkäfer um euryöke Arten handelt, die Habitatgrenzen auch über weitere Strecken hinweg überwinden können, als vielmehr die Funktion von Trittsteinen, Nahrungs- und Überwinterungshabitate.

5. Gilt es Marienkäfer durch die Aussaat von Ackerkräutern zu fördern, ist es notwendig eine geeignete Pflanzenauswahl zu treffen, welche vermag die Käfer über das gesamte Jahr hinweg fördern zu können. Die Pflanzen müssen Nahrung in Form von Aphiden, Pollen und Nektar bieten, aber auch Schutz- und Überwinterungsmöglichkeiten bereitstellen. Eine geeignete Zusammenstellung kann nach SCHMID (1992) folgendermaßen aussehen:
 1. Pflanzen, die eine frühe Fortpflanzung ermöglichen:
Weiße Lichtnelke (*Salix alba*), Große Brennnessel (*Urtica dioica*), Korb-Weide (*Salix viminalis*)
 2. Pflanzen, die viele Aphiden und/oder Pollen als Nahrung anbieten können:
Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum inodorum*), Rainfarn (*Tanacetum vulgare*), Echter Beinwell (*Symphytum officinale*)
 3. Pflanzen, auf denen noch im Spätsommer Nahrung zu finden ist:
Luzerne (*Medicago sativa*), Weißer Senf (*Sinapis alba*), Kanadisches beifskraut (*Conyza canadensis*)
 4. Pflanzen, die zur Überwinterung dienen oder Schutz gewähren:
Wilde Möhre (*Daucus carota*), Kleine Klette (*Arctium minus*), Gemeine Nachtkerze (*Oenothera biennis*)
6. Durch das relativ weite Dispersionsvermögen der Tiere scheint der notwendige genetischer Austausch auch über weitere Distanzen zu Stande zu

kommen, was dem Bilden von Metapopulationen zu Gute kommt. Das weitgehend noch ungeklärte Dispersionsverhalten der Marienkäfer lässt keine Distanzangaben von Nachbarhabitaten zu den landwirtschaftlichen Flächen zu. Auch ist eine Aussage über die minimale Lebensraumgröße (MVP) hinsichtlich einer stabilen Population oder Metapopulation derzeit nicht ohne weiteres möglich.

7. Zwischenfazit

Es zeigte sich, dass gerade die Habitateigenschaften und das Dispersionsverhalten die entscheidenden Kriterien für das Vorkommen der Nützlinge in den landwirtschaftlichen Kulturen sind. Im Folgenden werden die zuvor dargestellten Erkenntnisse dieser beiden Komplexe zusammengeführt und etwaige Korrelationen und Widersprüche dargestellt.

7.1 Zwischenfazit zu den Habitateigenschaften

Die erste Fragestellung dieser Arbeit bezieht sich auf die Förderungsmöglichkeit der ausgewählter Nützlinge durch lokale Biotopverbundsysteme. Eine Förderung hängt primär von den vorhandenen Habitaten und deren Eigenschaften ab und kann im Folgenden klar beantwortet werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass der unterschiedliche Textumfang der behandelten Nützlinge bzw. Familien dem zur Verfügung stehenden Material geschuldet ist.

Es konnte belegt werden, dass in einer Agrarlandschaft eine hohe Anzahl an Nachbarhabitaten, wie Brachen, Saumbiotope, Ackerrandstreifen, Ackerraine, Hecken, Waldränder, Sölle und Gewässer das vermehrte Aufkommen und die Diversität der behandelten Nützlinge fördert. Diese Lebensräume dienen als Entwicklungs-, Nahrungs-, Fortpflanzungs- und Überwinterungshabitate. Da die Felder nur für einen begrenzten Zeitraum im Jahr das Nahrungsangebot der Larven und Imagines bereitstellen können, ist das ausreichende Vorhandensein solcher Begleitstrukturen von großer Bedeutung. Anderenfalls stehen nach dem Ernteschock keine Ausweichhabitate zur Verfügung, und die sich im Aufbau befindenden Populationen bzw. Metapopulationen werden sofort wieder dezimiert. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die ausreichende Größe dieser Habitate. Je größer diese ausfallen desto unterstützender ist die populationsstabilisierende Funktion. Darüber

hinaus steigt mit der Größe der Habitate auch der leitende Einfluss auf das Ausbreitungsverhalten. Die direkte Vernetzung spielt eine zweitrangige Rolle, da der überwiegende Teil der Nützlinge zu den gut fliegenden ubiquitären Insekten zu zählen ist. So sind die Imagines nicht ausschließlich auf spezielle Habitateigenschaften angewiesen und können die Grenzen unterschiedlicher Habitate überwinden.

Linienförmige Strukturen wie Hecken, Feldraine, begleitende Ackerstrukturen, aber auch extensiv genutzte Flächen oder Brachen kommen während und nach der Phase des Einwanderns in die Felder am ehesten die Funktion von Trittsteinen zu, da diese bis zur Diapause fortlaufend temporär aufgesucht werden. Wichtig ist hierbei den Begriff „Trittsteinbiotop“ im Bezug auf einer lokalen Betrachtungsebene zu verstehen und nicht auf eine regionale oder überregionale Ebene zu extrapolieren. Das Vorhandensein von verhältnismäßig kleinen und punktförmigen Trittsteinbiotopen spielt eine sekundäre Rolle, da diese nicht gezielt angefliegen, sondern vielmehr zufällig getroffen werden. Diese Erkenntnis deckt sich mit der Auffassung von HOVESTAD et al. (1991), die für sich passiv ausbreitende Arten punktuelle Trittsteine als weniger wichtig bezeichnen. Besitzen solche isolierten Kleinstbiotope, wie etwa Sölle, eine Pufferzone die einen Krautstreifen beinhaltet, können solche Strukturen, beim eher zufälligen Einflug, als Ruhe- und Nahrungshabitate dienlich sein.

Die Imagines aller Nützlinge ernähren sich zusätzlich oder ausschließlich von Pollen oder Nektar der Pflanzen. So sind sie auf das unmittelbare Vorhandensein geeigneter Nahrungshabitate angewiesen. Alle Nützlinge profitieren gleichermaßen von einer ausgewogenen Artenmischung in den Randhabitaten der Äcker, die das gesamte Jahr über blüht. Nur so kann der Bedarf an Pollen und Nektar durchgehend gedeckt werden und die zeitliche Synchronisation mit der Beute ermöglicht werden. Insbesondere bei dem Anlegen von Ackerrandstreifen mit Wildkräutern oder Hecken als lineare Strukturen ist auf eine geeignete Auswahl diesbezüglich zu achten.

Pflanzenfamilien bzw. -arten die auf mindestens zwei der drei untersuchten Nützlingsarten bzw. -familien anziehend wirken sind:

- Korbblütengewächse (Asteraceae)
 - insb. Echte Kamille (*Matricaria chamomilla*)
 - insb. Geruchlose Kamille (*Tripleurospermum inodorum*)
 - insb. Rainfarn (*Tanacetum vulgare*)
- Rosengewächse (Rosaceae)

Je breiter und strukturreicher Randhabitate, im Besonderen Hecken und Waldränder ausfallen, desto eher kommt dieses auch den Nützlingen entgegen, da sie im hohen Maße von den Strukturen der Ökotope profitieren. Gerade diese Übergangsbereiche zweier unterschiedlicher Habitate, die oftmals aus Saumgesellschaften bestehen, werden von allen Nützlingen favorisiert. In einer kleinteiligen und reich fragmentierten Landschaft sind durch das häufige Aufeinandertreffen unterschiedlicher Habitate auch Ökotope zahlreich vorhanden. Da die hohe Anzahl der Habitatgrenzen für die überwiegend nicht spezialisierten Nützlinge kein Hindernis darstellt, wirkt sich eine solch gestaltete Landschaft auf die Populationsstärke, Diversität und dem Ausbreitungsverhalten überaus positiv aus.

Geeignete Überwinterungsplätze finden alle Nützlinge in ausreichend breiten Gehölzformationen mit einem möglichst kräftigen Gehölz- oder Baumanteil wie Hecken, Feldgehölze oder Waldränder. Darüber hinaus sollte immer eine entsprechende Saumgesellschaft vorhanden sein. Wichtig ist auch ein hoher Totholzanteil und eine vorhandene Laubstreudecke innerhalb der Überwinterungshabitate. Die Marienkäfer überwintern zum Teil auch innerhalb ungemähter, krautiger Begleitstrukturen, auf extensiv bewirtschafteten Flächen oder auf Brachen. Zutreffend ist ebenfalls für alle Nützlinge, dass eine engmaschige Struktur an Überwinterungshabitaten von Nöten ist, um eine möglichst frühe und ausreichend starke Besiedlung der Felder zu ermöglichen. Alle Antagonisten müssen bereits in der Anfangsphase der Blattlausentwicklung auf den Feldern vorhanden sein, um einem aufkommenden Blattlausbefall entgegenwirken zu können.

Zu Beginn dieser Arbeit, bestand die Erwartung allgemeingültige Aussagen hinsichtlich des minimalen Flächenbedarf einer kleinsten überlebensfähigen Population der Nützlinge, ableiten oder recherchieren zu könne. Es zeigte sich, dass dieses nicht ohne weiteres möglich ist.

Der Flächenbedarf einer Tierpopulation wird durch den Raumbedarf der Reproduktionseinheit und der Größe einer überlebensfähigen Population bestimmt (HOVESTADT et al. (1991). Wurden bislang MVP-Größen für viele verhältnismäßig große Vertreter wie Säugetiere und Amphibien ermittelt, konnten keine gesicherten Aussagen über die minimalen Lebensraumgrößen der behandelten Nützlinge ausfindig gemacht oder abgeleitet werden.

Der nur schwer zu quantifizierende Nomadismus von der Gemeinen Florfliege und das nicht ausreichend geklärte Dispersionsverhalten der aphidophagen Schwebfliegen und der Marienkäfer lassen vermuten, dass entsprechende Aussagen derzeit nur schwer zu beziffern sind.

Da alle Nützlinge großflächig interagieren, kann mit Sicherheit die Aussage getroffen werden, dass deren Förderung unmittelbar mit dem Aufbau von Metapopulationen verzahnt ist. Nützlingsförderung heißt somit auch, außerhalb einer lokalen Betrachtungsebene die Metapopulationen zu stärken.

7.2 Zwischenfazit zu dem Dispersionsverhalten

Die erste Fragestellung dieser Arbeit konnte eindeutig beantwortet werden und ist zugleich Voraussetzung für die zweite Fragestellung: Inwieweit können die Nützlinge zu einer Reduzierung des Schädlingsbefalls auf den lokalen Agrarflächen beitragen. Diese Frage ist unmittelbar mit dem Dispersionsverhalten verknüpft und wird im Folgenden zusammengefasst.

Bei den Schwebfliegen (Syrphidae) liegt die maximal empfohlene Distanz zweier von einander entfernt liegender Nahrungs- oder Ruhehabitats zwischen den landwirtschaftlichen Flächen bei 250 m. Die entsprechende Grenze liegt für die Gemeine Florfliege (*C. carnea*) bei 300 m. Bei den Marienkäfern (Coccinellidae) konnte auf Grund des überaus komplexen und unzureichend untersuchten Dispersionsverhaltens keine konkrete Aussage hinsichtlich der Einflugdistanzen in die Äcker getroffen werden. Jedoch bewegen sich die beiden ermittelten Einflugdistanzen der Schwebfliegen und der Gemeinen Florfliege in einem

vergleichbaren Rahmen. Da die ermittelten 250 m bei den Schwebfliegen als gerade noch akzeptabler Wert der Habitattrennung gewertet wurden, wird dieser Wert einer Planungsempfehlung zugrunde gelegt. Geringere Entfernungen erweisen sich bei den Schwebfliegen als optimaler, da im Randbereich der Felder, denen sich geeignete Habitate angliedern, eine deutlich erhöhte Diversität, eine erhöhte Abundanz und eine erhöhte Eiablage beobachtet werden konnte.

Die Richtung der Ausbreitung und somit des Einwanderns in die Felder wird bei allen Imagines durch die Windrichtung beeinflusst. Bei der Gemeinen Florfliege sogar weitgehend bestimmt. Darüber hinaus ist das Ausbreitungsverhalten aller Larven auf eine oder wenige Pflanzen beschränkt, was einen flächendeckenden Einflug in die Felder voraussetzt, um eine Eiablage an möglichst vielen aufkommenden Blattlauskolonien sicherzustellen. Daher ist die Hauptwindrichtung bei Planungen ein entscheidendes Kriterium. Das Anlegen von linearen Strukturen wie Hecken oder einer Begleitflora ist am effizientesten, wenn diese der Hauptwindrichtung entgegenstehen und einen geschlossenen Korridor bilden. So wird einerseits die Wahrscheinlichkeit erhöht in die Strukturen einzufliegen und andererseits ein möglichst optimales Ausbreiten der Individuen auf die landwirtschaftlichen Flächen gefördert. In Mitteleuropa weht der Wind, bis auf lokale Gegebenheiten, meist vom Westen her, so sind lineare Strukturelemente bevorzugt in Nord-Süd-Richtung anzulegen. Abbildung 14 zeigt den unterstützenden Einfluss hinsichtlich der Verteilung von Individuen auf ein Feld, im Falle einer der Hauptwindrichtung entgegenstehenden Hecke mit sich angliedernden Säumen (links). Im Falle einer Ausrichtung der Hecke mit der Hauptwindrichtung (rechts) erfolgt eine Verdriftung der Individuen, die eine nicht optimale Verteilung auf dem Feld zur Folge hat. Es versteht sich von selbst, dass diese Verdriftung nur beim tatsächlichen Vorhandensein des Windes erfolgt, und je nach Windgeschwindigkeit stärker oder schwächer ausfällt.

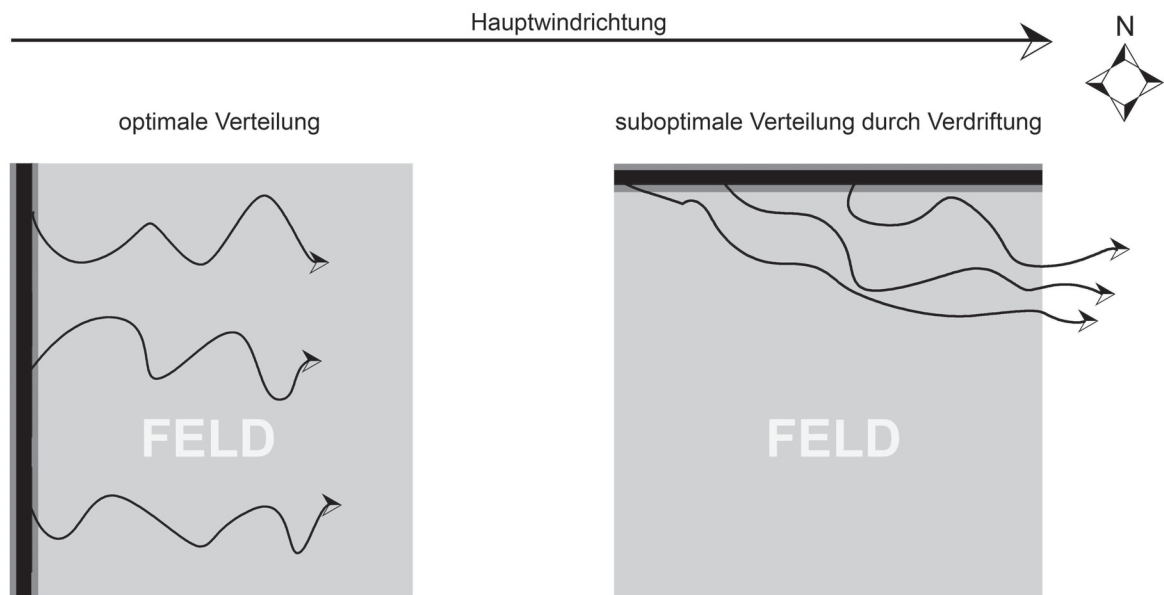


Abb.14 Darstellung einer Hecke mit angegliederten Säumen, die der Hauptwindrichtung entgegensteht (links), und mit der Hauptwindrichtung ausgerichtet ist (rechts). Im linken Fall erfolgt, unterstützt durch die Windrichtung, eine möglichst optimale Verteilung der Syrphidae, *Crysoperla carnea* und *Coccinellia septempunctata* über das Feld. Im rechten Fall werden die Individuen durch den Wind verdriftet, und so nicht optimal über die Fläche verteilt (KRANHOLD 2014).

Im Allgemeinen kommt linearen Strukturen, im Zusammenhang mit den behandelten Nützlingen trotz ihres vermeintlichen Korridorcharakters, primär die Funktion von Trittsteinen in einer Agrarlandschaft zu. Dieses liegt in dem homogenen Bewegungsmuster der Vorzugsbewegung der aphidophagen Schwebfliegen und der Gemeinen Florfliege begründet. Hinsichtlich des äußerst komplexen Dispersionsverhaltens der Marienkäfer besteht noch Forschungsbedarf. Die Besiedlung der Felder erfolgt bei allen Nützlingen durch eine fortlaufende Bilanz aus Immigration und Emigration, wobei die Einflogrichtung durch die vorherrschende Windrichtung beeinflusst wird. So vollziehen alle Nützlinge einen permanenten Habitatwechsel, der nicht zuletzt auch durch den notwendigen Ergänzungsfraß von Pollen oder Nektar bestimmt wird. Sowohl die Marienkäfer als auch die Gemeine Florfliege wandern trotz ausreichendem Nahrungsangebot weiter oder wechseln den Standort. Den aphidophagen Schwebfliegen konnte zwar ein homogenes Bewegungsmuster nachgewiesen werden, doch ist, ähnlich den Marienkäfern, noch nicht hinreichend geklärt, ob die Individuen, insbesondere nach dem weiten Einfiegen in die Felder zurück in ihre Ausgangshabitate fliegen oder weiter in andere Habitate wandern.

Im Allgemeinen trifft es zu, dass bei zunehmender Breite eines linearen Korridors auch dessen Funktion als leitendes Element auf Populationsbewegungen zunimmt.

Die Arten der Schwebfliegen, deren Larvalhabitate tendenziell an trockene und offene Standorte angepasst sind fliegen deutlich weiter in die Felder ein als jene, deren Larvallebensräume in feuchten Habitaten zu finden sind. Auch bei den Marienkäfern konnte belegt werden, dass weniger dicht bewachsene und sonnenexponierte Brach- oder Randflächen eine erhöhte Aktivität bewirken. Diese Flächen üben damit auf beide Familien eine unterstützende Funktion hinsichtlich des Einflugverhaltens in die Felder aus.

Es kann, im Bezug auf die zweite Fragestellung dieser Arbeit, davon ausgegangen werden, dass beim Vorhandensein ausreichender und geeigneter Habitate und einer entsprechenden Struktur, eine Reduktion des Blattlausbefalles zu erwarten ist. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine deutliche Reduktion und ein ausschließlich gezielter Einsatz von Insektiziden. Zum Einsatz kommen sollten diese nur, falls im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes, die wirtschaftliche Schadschwelle erreicht ist, da die Prädatoren immer härter getroffen werden als phytophage Aphiden (Blattläuse). Auch muss unbedingt vermieden werden, dass Insektizide in die Feldränder oder Begleitstrukturen gelangen. Viele Antagonisten bringen nur eine oder zwei Generationen pro Jahr hervor. Werden diese durch einen Insektizideinsatz schlagartig dezimiert, haben die Schädlinge danach freien Lauf. Es entsteht ein Teufelskreislauf aus sich zwangsläufig wiederholenden Insektizideinsätzen.

Inwieweit sich der durch die Antagonisten reduzierte Blattlausbefall auf ein lokales Verbundsystem konzentriert oder etwaig mit der Hauptwindrichtung verlagert und zerstreut, bleibt offen, da das teilweise überaus komplexe Dispersionsverhalten der Nutzinsekten nicht ausreichend geklärt ist. Auch kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass das Dispersionsverhalten von Nutzinsekten einer bestimmten Region im gleichen Maße auf eine andere Region übertragbar ist.

Gerade das Migrationsverhalten und die Prozesse der Habitatfindung sind äußerst schwierig bei kleinen Insekten zu untersuchen. Daher ist das verwendete Material sicherlich noch sehr lückenhaft. Es besteht hierzu weiterer Forschungsbedarf, der in Zukunft möglicherweise mit besseren Markierungsmethoden geleistet werden kann. Die unterschiedlichen Methoden von Fallenfängen und Markierungen der Insekten scheinen nicht genügend Aufschlüsse über das Dispersionsverhalten liefern zu können, da beispielsweise über diese Methoden nicht geklärt werden kann, ob und in welchem Umfang die Nutzinsekten in höheren Flughöhen in etwaige

Ausgangshabitate zurück migrieren. Sollte eines Tages die Sendertechnik tatsächlich soweit schrumpfen, dass Insekten damit bestückt werden könnten, ergäben sich hieraus erstaunliche Möglichkeiten. Denkbar wäre auch die Insekten mit einer Substanz zu benetzen, welche sich noch in kleinsten Mengen an Pflanzenteilen nachweisen lässt, oder möglicherweise fluoreszierende Spuren hinterlässt. Auf diese Weise könnten die Dispersionsmuster rekonstruiert werden.

8. Beispiele nützlingsfördernder Maßnahmen in der Landwirtschaft

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen dieser Arbeit sind nützlingsfördernde Umsetzungsbeispiele erarbeitet worden, die im Folgenden näher erläutert werden. Es wurde Wert darauf gelegt, den Flächenbedarf der Beispiele in einen für Landwirte vertretbaren Rahmen zu halten, sowie ein möglichst effizientes Bearbeiten der Schläge zu ermöglichen.

8.1 Gestaltung der Schläge

Die Ergebnisse dieser Arbeit haben dargelegt, dass die optimale Anlage linearer Strukturen, wie Hecken, Feldraine oder Ackerrandstreifen entgegen der Hauptwindrichtung in einer maximalen Entfernung von 250 m erfolgen sollte. Da sich die behandelten Nützlinge mit Hilfe des Windes ausbreiten, erweist sich eine langgestreckte, rechteckige Schlagform als besonders günstig. So können an den langen Seiten zwischen den Schlägen zum Beispiel Hecken oder/und Ackerrandstreifen angelegt werden, während die kurzen Seiten die 250 m-Grenze nicht überschreitet. Die Länge der Schläge kann auf diese Weise üppig ausfallen und erfüllt damit die Voraussetzung einer technologisch günstigen Schlagform. Auch HAMPICKE (2013) vertritt die Auffassung, dass die Wiederherstellung von einer, zumindest relativen, Kleinräumigkeit und Strukturvielfalt bei guter Planung mit den Ansprüchen moderner Technik vereinbar ist. Zur Minimierung des Wendeaufwands der Maschinen seien lange Flurstücke von Nöten. *„Diese müssen deswegen weder Hunderte Hektar groß noch bis zum Horizont von Strukturelementen bloß sein“* HAMPICKE (2013). Dem unterstützend äußert sich auch (JEDICKE 1990): *„Besonders in Hochertragsgebieten muss die Produktionslandschaft mosaik- und netzförmig von*

nicht oder nur schwach genutzten Strukturen durchzogen werden, wie es früher auch der Fall war.“ Erfahrungen aus der Praxis, die während des Schorfheide-Chorin-Projektes gesammelt wurden, zeigten, dass eine Untergliederung der Agrarlandschaft in kleinere Einheiten, sowohl im konventionellen als auch in biologischen Betrieben oft mit höheren Betriebskosten in Verbindung steht (HERMANN 2003). Auch verdeutlichten die Auswertungen der Ergebnisse des Schorfheide-Chorin-Projektes, dass insbesondere die Anforderungen der Habitat- und Raumansprüche von Zielarten für die Zielvorgaben der Schlaggrößen mitbestimmend sind. Ein Konflikt besteht darin, dass ein einheitliches Vorgehen von Schlaggrößen nicht möglich ist, da sich Habitatansprüche von Zielarten (in diesem Fall Kranich und Rebhuhn) konträr entgegenstehen können. Die Konsequenz, die hieraus gezogen wurde, ist eine Vielfalt von Betriebs- und Schlaggrößen einer einheitlichen Gliederung vorzuziehen (HIEROLD 2003).

8.2 Feldhecken

Feldhecken sind lineare Gehölze, die überwiegend aus Sträuchern aufgebaut sind. Zum Teil können sie von Bäumen (sog. Überhälter) durchsetzt oder auch dominiert werden. Teil der Feldhecken sind auch die sich angliedernden krautigen Säume (LUNG M-V 2001). Feldhecken mit einem kräftigen Gehölz- und Baumanteil eignen sich besonders als Winterquartiere für die behandelten Nützlinge. Ein Vorhandensein dieser Winterquartiere in einem maximalen Abstand von 500 m erweist sich als besonders effektiv. Sind keine weiteren linearen Strukturelemente vorhanden, ist ein maximaler Abstand der Hecken von 250 m zueinander der Nützlingsförderung dienlich.

Feldhecken weisen eine typische Schichtung auf (LUNG M-V 2001):

- Baumschicht ab einer Höhe von 5 m
- Strauchschicht zwischen 1,5 - 5 m
- Krautschicht bis 1,5 m
- Boden bzw. Moosschicht bis 10 cm

Die vorherrschende Schicht der Feldhecken ist die Strauchschicht, sofern es sich nicht um eine Baumhecke handelt. Die Strauchschicht kann wiederum in eine untere

Strauchschicht (1,5 - 3 m) und eine höhere Strauchschicht (3 - 5 m) unterteilt werden. Die Strauch- und Baumschicht nehmen meist zusammen eine Breite von 5 - 15 m ein. Die sich daran gliedernden Säume sind meist 1 - 2 m breit (LUNG M-V 2001). Das Ergebnis der abgestimmten Planung des Schorfheide-Chorin-Projektes definiert die Breite von Krautsäumen der Hecken mit 3 m (SCHWIGON 2003). Die Zusammensetzung der Gehölze einer Hecke ist auch von den jeweiligen Standortbedingungen abhängig. So sind auf lehmigen Böden beispielsweise Hasel-Schlehen-Hecken typisch, in denen Baumarten wie die Stiel-Eiche (*Quercus Robur*), Vogelkirsche (*Prunus avium*), Wild-Birne (*Pyrus pyraster*), Wild-Apfel (*Malus sylvestris*), Linde (*Tilia* spp.), Ulme (*Ulmus* spp.) und Weide (*Salix* spp.) vorkommen. Neben Hasel (*Corylus* spp.) und Schlehe (*Prunus* spp.) dominieren auch Rosengewächse (Rosaceae), Weißdorn (*Crataegus* spp.), Holunder (*Sambucus* spp.) und Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*) die Strauchschicht (LUNG M-V 2001). Dieser Heckentyp eignet sich besonders gut zur Nützlingsförderung, da er neben wichtigen heimischen Nahrungspflanzen wie den Rosengewächsen (z.B. Weißdorn) über das gesamte Jahr ein breites Blütenspektrum aufweist (Abb. 15).

Aspektbestimmende Arten	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August
Hasel							
Sal-Weide							
Schlehe							
Weißdorn							
Heckenrose							
Brombeere							
Holunder							
Geißblatt							

Abb.15 Blühzeit aspektbestimmender Sträucher einer Hasel-Schlehen-Hecke (LUNG 2001)

Bei der Auswahl der Gehölze sollten ausschließlich heimische Arten Verwendung finden, da die Fauna an diese Gehölze angepasst ist und somit grundsätzlich zahlreicher an heimischen Gehölzen, als an fremden Gehölzen, vorzufinden ist. Mit der Artenmischung heimischer Gehölze steigt auch die Diversität der Fauna (ZWÖLFER et al. 1984). Untersuchungen von ZWÖLFER et al. (1984) bestätigten, dass im besonderen Maße Weißdorn (*Crataegus* spp.), Rosengewächse (Rosaceae) und Schlehen (*Prunus* spp.) blattfressende, saugende, blütenbesuchende und fruchtfressende Insekten fördern, aber auch den Entomophagen Pollen und Nektar

bereitstellen und so eine Existenzmöglichkeit einräumen. ZWÖLFER et al. (1984) untersuchte an Rosen-Weißdorn-Hecken den Phytophagen-Entomophagen-Komplex. Die Untersuchungen wiesen darauf hin, dass ein Optimum des Komplexes im Altersbereich zwischen 20 - 50 Jahren der Hecke erreicht ist. Mit dem zunehmenden Alter einer Hecke steigt die Biomasse und die pflanzliche Strukturvielfalt, was wiederum einen Anstieg der Artenzahl und Abundanz der Phytophagen und Entomophagen zur Folge hat. Auch bestätigten die Untersuchungen, dass die Individuenzahl von Phytophagen und Entomophagen, abgesehen von spezialisierten Insekten, proportional mit der Länge und dem Umfang einer Hecke steigt. Das gelegentliche Pflegen der Hecken (ca. alle 5 Jahre) ist notwendig, damit die sich sonst ausbildende Niederwaldstruktur unterbunden werden kann. Diese Pflege erfolgt in aller Regel durch das „auf den Stocksetzen“ ZWÖLFER et al. (1984).

„Die wichtigste ökologische Funktion von Heckengehölzen in Bezug auf die Parasiten von Schädlingen dürfte der Refugiumscharakter dieser Vegetationsform darstellen. Während im landwirtschaftlich genützten Kulturland parasitische Hymenopteren und Dipteren von Zeit zu Zeit entweder direkt durch Insektizidbehandlung oder indirekt durch Engpass-Situationen bei ihren Wirten aussterben, bieten Hecken und Flurgehölzen Schutz vor Bekämpfungsmaßnahmen und eine relative stabile Nahrungsbasis. In günstigen Fällen kann mit ihrer Hilfe eine Parasitenart im ökologischen System erhalten werden und damit im Sinne des Integrierten Pflanzenschutzes als potentieller natürlicher Begrenzungsfaktor eines Schädlings zu Verfügung stehen.“ ZWÖLFER et al. (1984)

8.3 Ausgliederung von Minderertragsflächen und Extensivierung

HAMPICKE (2013) vertritt die Auffassung, dass integrierter Pflanzenschutz nicht mit den heutigen Ansprüchen der Erzeugermärgen flächendeckend möglich ist. Den Flächenenertrag in einer Ackerbörde von 90 auf 70 Dezitonnen zu senken bringe für die Artenvielfalt nichts. Bei Nutzflächen mit Naturschutzwert müsse auf 50 - 75 % des heutigen Ertragsniveaus verzichtet werden. So sei es sinnvoller ausgewählte Flächen zu extensivieren, aber diese richtig.

Oftmals sind gerade die Minderertragsflächen für den Naturschutz besonders interessant, da sie durch ihre besonderen Standortbedingungen wertvolle Habitate

bereitstellen können. Gleichsam könnte eine entsprechende Förderung einen Anreiz zur Extensivierung solcher Flächen geben (Segregation). Es zeigte sich, dass die Schwebfliegen, deren Larvalhabitate tendenziell an trockene und offene Standorte angepasst sind weiter in die Felder einfliegen als andere Artgenossen. Bei den Marienkäfern konnte belegt werden, dass weniger dicht bewachsene und sonnenexponierte Brach- oder Randflächen eine erhöhte Aktivität bewirken. So könnte, bei entsprechender Entschädigung, durch die Extensivierung von trockenen und sonnenexponierten Südhängen oder Böschungen, welche ohnehin als Minderertragsflächen anzusehen sind, sowohl der Landwirt als auch die Nützlinge profitieren. Auch können schon kleine Flächen auf Äckern oder an den Rändern und im Vorgewende bei geeigneter Bewirtschaftung hohe Beiträge für die Artenvielfalt leisten (BERGER & PFEFFER 2011). So ist es denkbar die Vorgewende auf den Äckern, deren Bodengefüge durch das intensive Befahren sehr verdichtet sind, und welche oftmals durch die Randeinflüsse zusätzlich beeinträchtigt werden, aus der Bewirtschaftung auszugliedern. Dabei wird nicht darauf verzichtet diese Flächen weiterhin als Vorgewende befahren zu können, allerdings wird darauf verzichtet diese Flächen zu bewirtschaften. An Stelle der Bewirtschaftung kann eine sinnvolle Ackerbegleitflora etabliert werden, die von Zeit zu Zeit durch das Befahren der Landmaschinen beeinflusst wird. Die Fläche erfüllt weiterhin die Funktion als Vorgewende und geht dem Landwirt nicht verloren, da sie nicht weiter in den Acker hinein verlegt werden muss. Gleichsam kann durch das Etablieren einer geeigneten Begleitflora, ein zwar teilweise beeinflusster, aber dennoch wertvoller linearer Korridor entstehen. Bei einer entsprechenden Förderung solcher Maßnahmen ergäbe sich ein akzeptabler Kompromiss seitens der Landwirte und des Naturschutzes.

Auch kann es sinnvoll sein, bei entsprechender Entschädigung, sehr feuchte Flächen in eine extensive Bewirtschaftung zu überführen, wenn diese durch die standörtlichen Gegebenheiten als Minderertragsflächen anzusehen sind. Solche Flächen können sowohl punktuell, flächig oder etwa auch linear, wie etwaige Gewässerrandstreifen, ausfallen. Ein Gewässerrandstreifen ist darüber hinaus ein geeignetes Element eines Verbundsystems (HAMPICKE 2013).

8.4 Biomassehecken

Besonders vielversprechend hinsichtlich der Synergieeffekte und Wirtschaftlichkeit scheinen die Biomassehecken zu sein. Da sich diese Nutzungsform der Hecke noch weitgehend im Stadium von Versuchs- und Demonstrationspflanzungen, wie beispielsweise im Forschungsprojektes „Energiegarten“ der FH Erfurt (2010), befindet, sind die Erkenntnisse hieraus noch mit Vorbehalt hinsichtlich der Praxistauglichkeit zu sehen. Ein Beispiel einer Biomassehecke der Agroforst-Versuchsanlage der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft zeigt die Abbildung 16.



Abb.16 Agroforst-Versuchsanlage der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) in Dornburg bei Jena. Gehölzstreifen unterteilen die Ackerfläche und ermöglichen so die Ernte von holziger Biomasse und traditionellen Ackerbaukulturen. Die Gehölzstreifen bieten gleichzeitig Schutz gegen Wind- und Bodenerosion (SIEBER, 15.05.2009).

Unterlagen früher Hecken und Knicks der Holzgewinnung und wurden so automatisch verjüngt, geriet diese Form der Heckennutzung zunehmend in Vergessenheit. Das Nutzungsprinzip wird mit der Biomassehecke durch den wachsendem Bedarf an Holzpellets und den Erfahrungen aus Kurzumtriebsplantagen reaktiviert. Ein ausschlaggebendes Argument für die Biomassehecken ist der Erhalt oder die Steigerung der Produktivität der

landwirtschaftlichen Nutzfläche (SCHUMACHER et al. 2010). Auch ist bei einer geeigneten Wahl der Gehölze die Möglichkeit gegeben eine Vielzahl von nützlichen Effekten zu summieren. Durch die Kombination der üblichen Gehölze die ein schnelles Jugendwachstum aufweisen, wie Weiden (*Salix* spp.) oder Pappeln (*Populus* spp.), mit nützlingsfördernden heimischen Gehölzen, sind solche Hecken nicht nur wirtschaftlich, sie leisten gleichzeitig wichtige ökosystemare Dienstleistungen, wie den genannten positiven nützlingsfördernden Effekt. Zudem können sie eine wichtige Funktion des Biotopverbunds leisten. Biomassehecken strahlen wie auch Feldhecken positiv mikroklimatisch auf ihr Umfeld aus. Sie können bei entsprechender Ausrichtung gleichermaßen erosionsmindernde Einflüsse nehmen, und haben nicht zu Letzt einen positiven Einfluss auf die Vielfalt, Eigenart und Schönheit des Landschaftsbildes. Hierdurch wird auch die Bedeutung des ländlichen Raumes für Freizeit und Erholung aufgewertet (SCHUMACHER et al. 2010). Bei einer vollmaschinellen Beerntung der Hecken alle 2 - 5 Jahre müssen diese einseitig befahrbar sein, was im Agrarraum bei der Bestellung angrenzender Ackerflächen berücksichtigt werden muss. Ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist es, diesen Weg in den Bereich eines mit nützlingsfördernden Ackerkräutern bepflanzten Vorgewendes zu legen.

8.5 Hypothetische Planung in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft

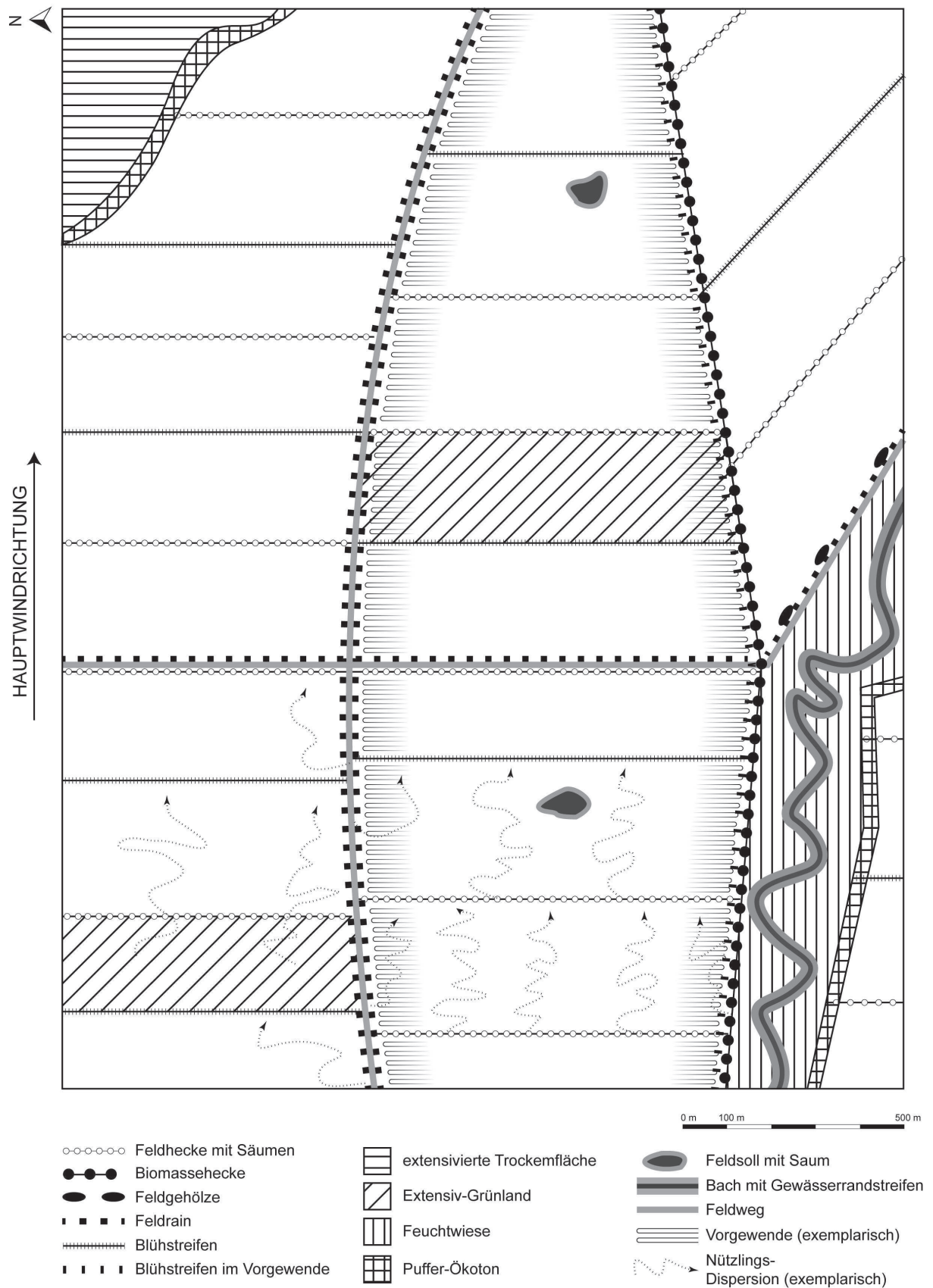


Abb. 17 Hypothetische Planung nützlingsfördernder Strukturelemente in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft (KRANHOLD 2014)

Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse der Arbeit ist diese hypothetische Planung entstanden. Sie strukturiert eine einst ausgeräumte und intensiv genutzte Agrarlandschaft in dem Maße neu, dass die intensive Nutzbarkeit überwiegend erhalten bleibt. Ein Schwerpunkt der exemplarischen Planung liegt bei der Nützlingsförderung, die sich auf den gewonnenen Erkenntnissen dieser Arbeit stützt. Die Schläge sind meist in einer rechteckigen Form gehalten, so dass eine gute maschinelle Bewirtschaftung gegeben ist. Die Größe der Schläge variiert in einem gewissen Rahmen, um trotz intensiver Nutzung eine, wenn auch verhältnismäßig geringe, Vielfalt der Schlaggrößen ermöglichen zu können. Die langen Schlagseiten stehen der Hauptwindrichtung entgegen. Die Schlagbreite überschreitet die 250 m nur äußerst selten, wenn dann nur um maximal 50 m. Die Längsseiten der Schlaggrenzen sind entweder mit etwa 10 m breiten Feldhecken, denen sich beidseitig ein jeweils 3 m breiter Krautsaum angliedert, oder durch etwa 5 m breite nützlingsfördernde Blühstreifen getrennt. Die Hecken und Blühstreifen stehen so zum größten Teil quer zur Hauptwindrichtung. Entlang der Feldwege befinden sich Feldraine, Hecken oder Feldgehölze. Es wurde eine Biomassehecke in Ost-West-Richtung angelegt. Auf der Nordseite befindet sich entlang der Hecke ein 5 m breiter Blühstreifen, welcher im Vorgewende der Schläge angelegt wurde. Das Befahren des Blühstreifen zum Zweck der Bewirtschaftung der Äcker und der Biomassehecke wird geduldet. Auf diese Weise ist das Erreichen der Hecke mit entsprechenden Maschinen sichergestellt und der Flächenverlust wird minimiert, gleichsam wird der Blühstreifen zwar gelegentlich durch das Befahren beeinflusst, kann aber trotz allem noch einen Teil seiner Funktion ausüben. Eine sehr trockene und eine nasse Minderertragsfläche wurden extensiviert. Zu den angrenzenden intensiv bewirtschafteten Flächen wurde eine Pufferzone eingerichtet. Entlang des Baches ist ein jeweils 5 m breiter Gewässerrandstreifen eingerichtet worden, in dem die natürliche Sukzession geduldet wird, solange ein ausreichender Abfluss des Wassers gewährleistet ist. Zwei Schläge sind aus der intensiven in eine extensive Bewirtschaftung überführt worden. Hierdurch soll eine zu große Monotonisierung der Fläche gebrochen werden und wichtige Rückzugshabitate für Flora und Fauna geschaffen werden. An den beiden vorhandenen Feldsöllen wurde eine Pufferzone mit einem Krautsaum eingerichtet. Exemplarisch ist das zu erwartende Dispersionsverhalten, der in dieser Arbeit behandelten Nutzinsekten dargestellt. Durch die geschlossenen Hecken und Blühstreifen werden diese gut von den

Insekten getroffen, während die Feldsölle einer zufälligen Trefferquote unterliegen.

9. Wirtschaftlichkeit der Naturschutz-Maßnahmen

„Die Integration von Naturschutzzielen in die Organisation eines landwirtschaftlichen Betriebes ist eng mit der Frage nach ihren wirtschaftlichen Konsequenzen verbunden. Landwirte haben als betroffene Akteure einen Anspruch darauf, über die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen der zu berücksichtigenden Naturschutzqualitätsziele aufgeklärt zu werden und gegebenenfalls auch einen angemessenen Ausgleich für Erwerbsverlust oder Zusatzkosten zu erhalten.“
(JASTER & FILLER 2003)

Im Optimalfall ist über die Durchführung der geschilderter Maßnahmen mit zusätzlichen Ökosystemdienstleistungen zu rechnen. Es darf allerdings bezweifelt werden, dass diese monetär den Flächenverlust und einen etwaigen Mehraufwand aufwiegen können. Auch die Erfahrungen des Schorfheide-Chorin-Projekt haben gezeigt, dass eine Untergliederung der Agrarlandschaft in kleinere Einheiten sowohl in konventionellen als auch in biologischen Betrieben oft mit höheren Betriebskosten einhergeht (HERMANN 2003).

Eines der Hauptargumente seitens der Landwirte ist, dass in fruchtbaren Ackerböden jeder Quadratmeter so wertvoll für die Agrarproduktion sei, dass derart luxuriöse Anliegen wie Naturschutzmaßnahmen zurückgewiesen werden müssen. *„Wo Deckungsbeiträge an 1.000 € pro Hektar und Jahr heranreichen können, wird kein Quadratmeter verschenkt«. Dieses Argument ruft nach einem Vergleich mit der Stadt. Würde man es dort für gültig erachten, so müssten sofort alle Parkanlagen liquidiert und durch Grundrente maximierende Bebauung ersetzt werden. Der mehrere 100 Hektar große Tiergarten in Berlin würde, von Bürogebäuden bestanden, eine Grundrente erwirtschaften, die die Zehntausender Hektar Ackerboden überträfe. Man denkt gottlob nicht daran, solches umzusetzen, weil dem nicht bebauten Tiergarten implizit ein noch höherer Wert für die Erholung und nicht zuletzt für den Ruf der Stadt zugemessen wird. Ein wenig von dieser Überzeugung verdienen auch fruchtbare Ackerstandorte, insbesondere wenn sie in der Umgebung*

von Ballungsräumen der Naherholung dienen könnten (HAMPICKE 2013).

So lange eine Wirtschaftlichkeit von Naturschutzmaßnahmen nicht gegeben ist, ist es unabdingbar die Landwirte für solche Maßnahmen über Förderprogramme entsprechend zu entschädigen (Stichwort: „Cross Compliance“ od. „Vertragsnaturschutz“). Ansätze wie die Biomassehecke scheinen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit vielversprechend zu sein, müssen sich aber noch in der Praxis bewähren. Eine große Hürde besteht überhaupt darin, Landwirte von unkonventionellen Verfahren wie jene der Biomassehecke zu überzeugen. Eine Duldung von Naturschutzmaßnahmen, die allein auf finanziellem Anreiz beruhen werden nur sehr kurzfristig von Erfolg sein. Aus diesem Grund ist die Verständigung mit den Landwirten unabdingbar, um ein Bewusstsein für sinnvolle Maßnahmen zu schaffen. Hinsichtlich der tiefen Konflikte zwischen Landwirten und Naturschützern dürfte hier in Zukunft noch sehr viel kommunikatives Feingefühl bei der Vermittlung zwischen den Parteien von Nöten sein.

10. Zusammenfassung

Der Arbeit liegen zwei Fragestellungen zu Grunde: Ob Schwebfliegen (Syphidae), Marienkäfer (Coccinellidae) und die Gemeinen Florfliege (*C. carnea*) durch lokale Verbundsysteme gefördert werden können und inwieweit diese zu einer Reduktion des Blattlausbefalls beitragen. Hierfür wurden die Ansprüche und das Verhalten der Nützlinge literarisch untersucht. Anschließend wurden die Ergebnisse miteinander verglichen und darauf basierend Beispiele für nützlingsfördernde Maßnahmen in der Landwirtschaft erarbeitet.

Es konnte belegt werden, dass in einer Agrarlandschaft eine hohe Anzahl an Nachbarhabitaten, wie Brachen, Saumbiotope, Ackerrandstreifen, Ackerraine, Hecken, Waldränder, Sölle und Gewässer, das vermehrte Aufkommen und die Diversität der behandelten Nützlinge fördern. Auch zeigte sich, dass Ökotope wie Säume besonders wertvolle Lebensräume für alle Nützlinge darstellen. Die direkte Vernetzung von Strukturelementen spielt für die untersuchten Nützlinge eine zweitrangige Rolle. Entscheidender ist das ausreichende Vorhandensein, die Größe

und die Qualität der Begleitstrukturen und Habitate. Der wesentliche Teil der Nützlinge zählt zu den ubiquitären Insekten, die Habitatgrenzen überwinden können und zum Teil erhebliche Distanzen zurücklegen. Linienförmige Strukturen wie Hecken und begleitende Ackerstrukturen erfüllen, während und nach der Phase des Einwanderns in die Felder, primär die Funktion von Trittsteinen und sekundär eine leitende Funktion innerhalb der Korridore. Die linearen Strukturen werden bis zur Diapause fortlaufend temporär aufgesucht, wodurch sich ein ständiger Wechsel der Nützlinge zwischen den landwirtschaftlichen Kulturen und den Begleitstrukturen vollzieht.

Es konnte dargelegt werden, dass bei ausreichend vorhandenen Begleitstrukturen und Habitaten eine Reduktion des Blattlaubefalls zu erwarten ist. Voraussetzung ist das hinreichend weite Einwandern der Nützlinge in die Kulturen. Alle Nützlinge breiten sich gestützt durch den Wind aus, wodurch der Hauptwindrichtung entgegenstehende und ausreichend breite lineare Strukturelemente der Verteilung und Ausbreitung der Nützlinge auf den Feldern dienlich sind. Auf Grund von Einflugtiefen der Schwebfliegen in die Felder und dem Wanderverhalten der Gemeinen Florfliege konnte abgeleitet werden, dass für diese Arten eine maximale Entfernung zweier Habitate von 250 m der Besiedelung der Felder dienlich ist. Auf Grund des äußerst komplexen und noch nicht ausreichend geklärten Dispersionsverhaltens der Marienkäfer konnte für diese Familie keine Distanzangaben getroffen werden. Es zeigte sich, dass eine rechteckige Gestaltung der Schläge, dessen kurze Seiten nicht breiter als 250 m sind, deren lange Seiten diese Größenordnung aber auf ein vielfaches überschreiten kann, einen guten Kompromiss zwischen effektiver Bearbeitbarkeit und nützlingsfördernden Effekten erfüllen kann. Voraussetzung ist das Vorhandensein ausreichend breiter Hecken oder etwaige lineare Strukturen wie Blühstreifen zwischen den Schlägen, die bevorzugt entgegen der Hauptwindrichtung auszurichten sind. Dabei sind auch die langen Schlagseite entgegen der Hauptwindrichtung auszurichten.

Etwaige Korrelationen und Widersprüche zwischen den Themenkomplexen Lokaler Biotopverbund und Nützlingsförderung wurden im Zwischenfazit diskutiert. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen entstand eine hypothetische Planung in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft (Abschnitt 8.5).

Literaturverzeichnis

BERGER, G., PFEFFER, H. (2011): Naturschutzbrachen im Ackerbau, Praxishandbuch. Verlag Natur und Text, Rangsdorf, S. 160

BLAB, J. (1992): Isolierte Schutzgebiete, vernetzte Systeme flächendeckender Naturschutz? Stellenwert, Möglichkeiten und Probleme verschiedener Naturschutzstrategien. Natur und Landschaft 67 (9), S. 419-424

BLÜMEL, S., FISCHER-COLBRIE, P., HÖBAUS, E. (2006): Nützlinge. Umweltgerechter Pflanzenschutz. Österreichischer Agrarverlag Druck- und Verlagsgesellschaft .m.b.H. Nfg. KG, Wien, S. 8, 12, 16, 17, 54

CARTER, MC., DIXON, AFG. (1986): Assessment of habitat quality by coccinellid larvae. Ecology of Aphidophaga. Verlag Academia, Prag, S. 89-97

DUELLI, P., STUDER, M., MARCHAD, I., JAKOB, S. (1990): Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. Biological Conservation 54, S. 193-207

DUELLI, P. (1992a): Mosaikkonzept und Inseltheorie in der Kulturlandschaft. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 21, S. 379-384

DUELLI, P. (1992b): Biotopverbund bei Wirbellosen. Hrsg. Arbeitsgemeinschaft für Natur- und Heimatschutz Baselland, Biotopverbund – die wirksame Strategie gegen den Artenschwund? Referat der Tagung vom 26. Januar 1991, Muttenez/Schweiz, S. 16-20

DUELLI, P. (1999) Honigtau und stumme Gesänge: Habitat- und Partnersuche bei Florfliegen (Neuroptera, Chrysopidae). Katalog des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge Nr. 138, S. 35-41

FORTMANN, M. (2000): Das große Kosmosbuch der Nützlinge (2. Auflage). Neue

Wege der biologischen Schädlingsbekämpfung. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, S. 63-66, 76-80, 112, 113-115, 151, 152, 183

FRANZER, B.D., GILBERT, N., IVES, P.M., RAWORTH, D.A. (1981): Predation of aphids by coccinellid larvae. Can Entomol 113

FÜRSCH, H. (1991): Marienkäfer. Naturwissenschaftliche Rundschau 44, S. 175-179

HAMPICKE, U. (2013): Kulturlandschaft und Naturschutz. Probleme – Konzepte – Ökonomie. Verlag Springer Spektrum, Wiesbaden, S. 41, 48, 49, 55

HERMANN, M. (2003): Naturschutz in der Agrarlandschaft. Ergebnis des Schorfheide-Chorin-Projektes. Hrsg. FLADE, M., PLACHTER, H., HENNE, E., KENNETH, A.. Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim, S. 289

HIEROLD, M., SCHUMACHER, U., SCHWIGON, B. (2003): Naturschutz in der Agrarlandschaft. Ergebnis des Schorfheide-Chorin-Projektes. Hrsg. FLADE, M., PLACHTER, H., HENNE, E., KENNETH, A.. Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim, S. 160

HODEK, I. (1967): Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. Annu Rev Entomol 12

HODEK, I. (1973): Biology of Coccinellidae. Verlag Academia, Prag, S. 165, 166

HODEK, I., IPERTI, G., HODKOVÁ, M. (1993): Long distance flights in Coccinellidae (Coleoptera). European Journal of Entomology 90, S. 403-414

HONEK, A. (1980): Population density of aphids at the time of settling and ovariole maturation in *Coninella septempunctata* (Col., Coccinellidae). Entomophaga 25

HONEK, A. (1982): The distribution of overwintered *Cocinella septempunctata* L. (Col., Coccinellidae) adults in agricultural crops. Z Ang Entomol 94

HONEK, A. (1985): Activity and predation of *Coccinella septempunctata* adults in the

field (Col., Coccinellidae). Z Ang Entomol 100

HONEK, A. (1989): Overwintering and annual changes of abundance of *Coccinella septempunctata* in Czechoslovakia (Col., Coccinellidae). Acta Entomol Bohemoslov 86, S. 179-192

HOVESTADT, T. (1990): Die Bedeutung zufälligen Aussterbens für die Naturschutzplanung. Natur und Landschaft 65 (1), S. 3-8

HOVESTADT, T., ROESER, J., MÜHLENBERG, M. (1991): Flächenbedarf von Tierpopulationen als Kriterien für Maßnahmen des Biotopschutzes und als Datenbasis zur Beurteilung von Eingriffen in Natur und Landschaft. Berichte aus der Ökologischen Forschung Bnd. 1, Forschungszentrum Jülich, Jülich, S. 8

IRMLER, U., BOCK, W., DAUNICHT, W., HANSEN, U., HINGST, R. (1993): Knicks als ökologische Verbundelemente in der Agrarlandschaft. Eco Sys 2, S. 152-162

JASTER, K., FILLER, G. (2003): Naturschutz in der Agrarlandschaft. Ergebnis des Schorfheide-Chorin-Projektes. Hrsg. FLADE, M., PLACHTER, H., HENNE, E., KENNETH, A.. Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim, S. 169, 170

JEDICKE, E. (1994): Biotopverbund (2. Auflage). Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 51, 52, 54, 64-66, 77-80, 84-87, 89, 91, 92, 95, 96, 99, 100, 107, 108

JOHNSON, C.G. (1969): Migration and dispersal of insects by flight. Verlag Methuen, London, S. 763

KLAUSNITZER B., KLAUSNITZER H. (1997), Marienkäfer (4. Auflage). Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 451. Verlag Westarp Wissenschaften, Magdeburg, S. 60, 68, 70, 94, 95

KRAUSE, U. (1997): Populationsdynamik und Überwinterung von Schwebfliegen (Diptera, Syrphida) in zwei unterschiedlich strukturierten Agrarlandschaften Norddeutschlands. Agrarökologie 22. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag

Paul Haupt Bern, Stuttgart, Wien, S. 130

LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE (2001):
Landschaftsökologische Grundlagen zum Schutz, zur Pflege und zur Neuanlage von
Feldhecken in Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow, S. 10, 23, 28

MACARTHUR, R.H., WILSON, E.O. (1967): Biographie der Inseln. Goldmann Verlag,
München

MADER, H.-J. (1990): Die Isolation von Tier- und Pflanzenpopulationen als Aspekt
einer europäischen Naturschutzstrategie. Natur und Landschaft 65 (1). S. 9-12

MADER, H.-J., KLÜPPEL R., OVERMEYER H. (1986): Experimente zum
Biotopverbundsystem - Tierökologische Untersuchungen an einer Anpflanzung.
Schriftenreihe Landschaftspflege Naturschutz 27, S. 136

NÖTZOLD, R. (2000): Kleinräumige Dispersionsmuster zoophager Fliegen (Diptera:
Syrphidae, Empidoidea) im Agrarwirtschaftsraum und ihre Bedeutung für das
Naturschutzmanagement. Agrarökologie 39. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M.,
Verlag Agrarökologie Bern, Hannover, S. 20, 21, 23, 24, 48, 87, 91, 92, 98, 117-119,
122, 135, 141, 142

RÖSER, B. (1988): Saum- und Kleinbiotope. Ökologische Funktion, wirtschaftliche
Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. Verlag Ecomed.
Landsberg/Lech

RUMBAUM, R. (1996): Biotopverbundsystem in der Warburger Börde zwischen dem
Körbecker- und Rösebecker Bruch (Masterarbeit). Fachhochschule Lippe und
Höxter. vereinsinterne Veröffentlichungen des Naturkundlichen Vereins Egge -
Weser, Höxter, S. 14

RUPPERT, V. (1993): Einfluss blütenreicher Feldrandstrukturen auf die Dichte
blütenbesuchender Nutzinsekten insbesondere der Syrphinae (Diptera: Syrphidae).
Agrarökologie 8. Hrsg. Nentwig, W., Poehling, H.-M., Verlag Paul Haupt Bern,

Stuttgart, Wien, S. 129, 130

RUZICKA, Z., KINDELMANN, P. (1991): The effects of changes in temperature on the locomotory activity of hibernating *Coccinella septempunctata*. Behaviour and impact of Aphidophaga. SPB Academic, Netherland, S. 249-254

SCHAEFER, M. (1992): Wörterbücher der Biologie – Ökologie. UTB 430. 3. Auflage., Fischer Verlag, Jena

SCHUMACHER, H., SIEBER, S., WEBER, K., BURMEISTER, B. (2010): Versuchs- und Demonstrationspflanzung "Biomassehecke". Forschungsprojekt Energiegarten der FH Erfurt. Eine Modellanlage für renewables at University of Applied Sciences und für eine Ästhetik der Nachhaltigkeit, FH Erfurt, S. 4, 5, 50, 51

SCHLÜPMANN, H. (1985): Auswirkungen der Verkleinerung und Isolierung von Ökosystemen. Natur- und Landschaftsk. 21, S. 92-96

SCHMID, A. (1992): Untersuchungen zur Attraktivität von Ackerwildkräutern für aphidophage Marienkäfer (Coleoptera, Coccinellidae). Agrarökologie 5. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Paul Haupt Bern, Stuttgart, Wien, S. 18, 27, 72, 73, 81, 83, 87, 95, 96, 111, 112

SCHWIGON, B., SCHUMACHER, U., HENNE, E. (2003): Naturschutz in der Agrarlandschaft. Ergebnis des Schorfheide-Chorin-Projektes. Hrsg. FLADE, M., PLACHTER, H., HENNE, E., KENNETH, A.. Quelle & Meyer Verlag Wiebelsheim, S. 309

STECHMANN, D.H. (1982): Zur Ökologie aphidophager Insekten in Hecken und Feldern Oberfrankens. Beobachtungen an Coccinelliden in den Jahren 1978/79. Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal 35, S. 38-42

STEINHARDT, U., BLUMENSTEIN, O., BARSCH H. (2012): Lehrbuch der Landschaftsökologie (2. Auflage). Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Heidelberg, S. 174-176

TRILTSCH, H. (1997), Der Marienkäfer *Coccinella septempunctata* L. im Komplex Winterweizen-Getreideblattlaus-Antagonist. Agrarökologie 24. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Agrarökologie Bern, Hannover, S. 12-16, 19, 108, 138, 139

WEISS, E., STETTNER, C. (1991): Unkräuter in der Agrarlandschaft locken blütenbesuchende Nutzinsekten an. Agrarökologie 1. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Paul Haupt Bern, Stuttgart, Wien, S. 10, 95

ZWÖLFER, H., BAUER, G. HEUSINGER, G., STECHMANN, D. (1984): Die tierökologische Bedeutung und Bewertung von Hecken. Hrsg. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege. Beiheft 3, Teil 2, Laufen/Salzach, S. 19, 20, 22, 24, 31, 32

Internetquellen

UMWELTBUNDESAMT (2013): Struktur der Flächennutzung

<http://www.umweltbundesamt.de/daten/flaechennutzung/struktur-der-flaechennutzung>

Stand: 19.08.2014

Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Verringerung des Netzes von Wallhecken im Raum Satrup / Angeln in Schleswig-Holstein als wertvolles Verbundelement

KNAUER, N. (1980): Möglichkeiten und Schwierigkeiten bei der Schaffung funktionsfähiger Naturschutzgebiete in der Agrarlandschaft. Landwirtschaftliche Forschung 37

Abb.2: Gleichgewichtsmodell der Floren und Faunen zweier Inseln zwischen Einwanderungsrate und Aussterberate

SCHLÜPMANN, H. (1985): Auswirkungen der Verkleinerung und Isolierung von Ökosystemen. Natur- und Landschaftsk. 21

Abb.3: Abhängigkeit der Artenzahl pro Flächeneinheit von der Mosaiksteingröße

DUELLI, P. (1992a): Mosaikkonzept und Inseltheorie in der Kulturlandschaft. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 21

Abb.4: Beziehung zwischen Habitatvielfalt und Artenzahl nach dem Mosaikkonzept

DUELLI, P. (1992a): Mosaikkonzept und Inseltheorie in der Kulturlandschaft. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 21

Abb.5: Zusammenhang zwischen Populationsgröße und mittlerer Überlebenswahrscheinlichkeit

HOVESTADT, T. (1990): Möglichkeiten und Kriterien für die Bestimmung von „Minimalarealen“ von Tierpopulationen und Ökosystembeständen. Schriftenreihe. für Landschaftspflege und Naturschutz 32, S. 179

Abb.6: Sechs Kategorien unterschiedlichen Verhaltens von Käfer- und Spinnenarten an Habitatgrenzen

DUELLI, P., STUDER, M., MARCHAD, I., JAKOB, S. (1990): Population movements of arthropods between natural and cultivated areas. Biological Conservation 54

Abb.7: Bewegungsmuster von *Syrphus vitripennis* im Juli 1997

NÖTZOLD, R. (2000): Kleinräumige Dispersionsmuster zoophager Fliegen (Diptera: Syrphidae, Empidoidea) im Agrarwirtschaftsraum und ihre Bedeutung für das Naturschutzmanagement. Agrarökologie 39. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Agrarökologie Bern, Hannover, S. 93

Abb.8: Kumulation der Anteile der von den Arten maximal erreichten Distanzklassen aufgeteilt nach Larvallebensräumen

NÖTZOLD, R. (2000): Kleinräumige Dispersionsmuster zoophager Fliegen (Diptera: Syrphidae, Empidoidea) im Agrarwirtschaftsraum und ihre Bedeutung für das Naturschutzmanagement. Agrarökologie 39. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Agrarökologie Bern, Hannover, S. 111

Abb.9 Distanz der Syrphidae ohne Streifeneinfluss. Differenziert nach Geschlechtern und als Kumulation der Anteile der von den Arten maximal erreichten Distanzklassen

NÖTZOLD, R. (2000): Kleinräumige Dispersionsmuster zoophager Fliegen (Diptera: Syrphidae, Empidoidea) im Agrarwirtschaftsraum und ihre Bedeutung für das Naturschutzmanagement. Agrarökologie 39. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Agrarökologie Bern, Hannover, S. 104

Abb.10 Distanz der Syrphidae unter Streifeneinfluss. Differenziert nach Geschlechtern und als Kumulation der Anteile der von den Arten maximal erreichten Distanzklassen

NÖTZOLD, R. (2000): Kleinräumige Dispersionsmuster zoophager Fliegen (Diptera: Syrphidae, Empidoidea) im Agrarwirtschaftsraum und ihre Bedeutung für das Naturschutzmanagement. Agrarökologie 39. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Agrarökologie Bern, Hannover, S. 104

Abb.11: Schematische Darstellung des Ausbreitungsverhaltens von adulten Florfliegen

DUELLI, P. (1999) Honigtau und stumme Gesänge: Habitat- und Partnersuche bei Florfliegen (Neuroptera, Chrysopidae). Katalog des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge Nr. 138, S. 39

Abb.12 Beziehung zwischen Größe der Untersuchungsfläche und Größe der Abundanz der Coccinelliden

SCHMID, A. (1992): Untersuchungen zur Attraktivität von Ackerwildkräutern für aphidophage Marienkäfer (Coleoptera, Coccinellidae). Agrarökologie 5. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Paul Haupt Bern, Stuttgart, Wien, S. 72

Abb.13 Beziehung zwischen Zunahme der Untersuchungsfläche und Zunahme der Diversität (N Arten) der Coccinelliden

SCHMID, A. (1992): Untersuchungen zur Attraktivität von Ackerwildkräutern für aphidophage Marienkäfer (Coleoptera, Coccinellidae). Agrarökologie 5. Hrsg. NENTWIG, W., POEHLING, H.-M., Verlag Paul Haupt Bern, Stuttgart, Wien, S. 73

Abb.14 eigene Darstellung des Einflussfaktors Wind und der Ausrichtung von linearen Strukturen bei der Verteilung von Syrphidae, *Crysoperla carnea* und *Coccinellia septempunctata* auf dem Feld

Abb.15 Blühzeit aspektbestimmender Sträucher einer Hasel-Schlehen-Hecke

LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE (2001):
Landschaftsökologische Grundlagen zum Schutz, zur Pflege und zur Neuanlage von
Feldhecken in Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow, S. 41

Abb.16 Agroforst-Versuchsanlage der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
(TLL) in Dornburg bei Jena.

SCHUMACHER, H., SIEBER, S., WEBER, K., BURMEISTER, B. (2010): Versuchs- und
Demonstrationspflanzung "Biomassehecke". Forschungsprojekt Energiegarten der
FH Erfurt. Eine Modellanlage für renewables at University of Applied Sciences und
für eine Ästhetik der Nachhaltigkeit, S. 11

Abb.17 eigene Darstellung einer hypothetischen Planung nützlingsfördernder
Strukturelemente in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft

Eidesstattlicher Erklärung

Hiermit versichere ich, Jakob Kranhold, geb. am 08.01.1981, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema *„Möglichkeiten und Grenzen der Förderung ausgewählter Nützlinge durch lokale Biotopverbundsysteme in der landwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaft“* selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung war.

Neubrandenburg, den

Unterschrift