

Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf Zikaden, Wanzen, Heuschrecken und Tagfalter im Feuchtgrünland

Roland Achtziger, Herbert Nickel & Ralf Schreiber

1 Einleitung

Feuchtgrünlandgebiete sind nicht nur als Retentionsräume bei Überflutungen und für die Grundwasserneubildung bedeutsam, sondern aus der Sicht des Naturschutzes und der Landschaftsökologie wichtige Sekundärlebensräume für Tier- und Pflanzenarten. Insbesondere wiesenbrütende Vogelarten wie Großer Brachvogel, Uferschnepfe, Rotschenkel, Bekassine und Kiebitz sind auf Feuchtgrünland zur Nahrungssuche und zum Brüten angewiesen. Im Rahmen des Wiesenbrüterprogramms, einem Teil des Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramms, gewährt der bayerische Staat seit 1982 finanzielle Unterstützung für eine auf wiesenbrütende Vogelarten abgestimmte landwirtschaftliche Nutzung von Dauergrünland (vgl. KADNER & HELFRICH 1994). Mit der damit verbundenen Extensivierung bzgl. Düngung und Mahdintensität wird zum einen auf den Schutz der Wiesenbrüter als Leitarten abgezielt; zugleich wird aber auch die Entwicklung und Förderung artenreicher und biotoptypischer Feuchtwiesen-Biozönosen mit ihren oft hohen Anteilen gefährdeter Tier- und Pflanzenarten angestrebt.

Für eine effektive Weiterführung auch anderer Naturschutzprogramme im Feuchtgrünland muss im Rahmen fachlicher Erfolgskontrollen u.a. die Frage geklärt werden, welchen "Einfluss die unterschiedlichen Nutzungsvereinbarungen auf die Artengemeinschaften und die Struktur der Feuchtwiesen" haben (LOSSOW et al. 1994, S. 36). Darauf basierend können optimierende Konzepte für einen effizienteren Mitteleinsatz erarbeitet werden (KRIEGBAUM & SCHLAPP 1994, KRIEGBAUM 1996).

Diese Fragestellungen wurden in den Jahren 1995 und 1996 - im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz (LfU) - am Beispiel typischer Feuchtgrünland-Insektengruppen (Zikaden, Wanzen, Heuschrecken und Tagfalter) in verschiedenen Wiesenbrütergebieten Bayerns untersucht (ACHTZIGER, NICKEL & SCHREIBER 1995, 1996). In diesem Beitrag sollen die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt und aus Sicht der naturschutzfachlichen Erfolgskontrolle diskutiert werden.

2 Fragestellungen

Im Mittelpunkt der Untersuchungen stand die Frage, ob die im Rahmen des Wiesenbrüterprogramms getroffenen Nutzungsvereinbarungen (insbesondere späterer Mahdtermin, Einstellung der Düngung, Ausgliederung von Altgras- und Brachestreifen) neben der Stabilisierung und Förderung der Wiesenbrüterpopulationen auch geeignet sind, für das Feuchtgrünland spezifische Wirbellosen-

Zönosen zu fördern. Auf der Basis von Untersuchungen zur Gemeinschaftsstruktur von Zikaden, Wanzen, Heuschrecken und Tagfaltern wurde dabei insbesondere folgenden Einzelfragen nachgegangen:

- Wie unterscheiden sich die Artengemeinschaften auf Flächen mit unterschiedlich intensiver Nutzung hinsichtlich Artenzahl und Artenzusammensetzung? Gibt es ähnliche Muster bei verschiedenen Tiergruppen im Extensivierungsgradienten?
- Wohin entwickeln sich die Artengemeinschaften auf den Vertragsflächen im Laufe der Extensivierung im Vergleich zu intensiv und extensiv genutzten Nicht-Programmflächen?
- In welchen Zeiträumen und in welchem Umfang können sich ökologisch anspruchsvolle Bewohner von Feuchtwiesen in den extensivierten Vertragsflächen etablieren, d.h. ab wann und wie "greifen" die Maßnahmen?
- Welche direkten und indirekten Auswirkungen haben Mahd und Düngung? Können Altgrasstreifen oder zu anderen Terminen gemähte Flächen als Refugialräume für Tiere während der Mahd dienen?

3 Phytophage Insekten als Bioindikatoren im Feuchtgrünland

3.1 Untersuchte Insektengruppen

Die vier Insektengruppen Zikaden, Wanzen, Heuschrecken und Tagfalter wurden für diese Untersuchungen aus folgenden Gründen ausgewählt (vgl. DETZEL 1992, HERMANN 1992, ACHTZIGER & NICKEL 1997):

- Sie decken zusammen ein breites Spektrum hinsichtlich Raumnutzung bzw. Mobilität (mobile Tagfalter - relativ immobile Wanzen und Zikaden), Habitat- und Wirtspflanzenbindung (s.u.) sowie Ernährungsökologie ab (Zikaden und phytophage Wanzen als z.T. hoch spezifische Pflanzensaftsauger, phytophage Heuschrecken als relativ unspezifische Pflanzenfresser, Tagfalter-Raupen als mehr oder weniger spezifische Pflanzenfresser und Imagines als Blütenbesucher, räuberische Wanzen als Prädatoren).
- Sie reagieren (je nach Tiergruppe in unterschiedlicher Weise) sensibel auf die in Feuchtgebieten ökologisch wirksamen Faktoren wie Vegetationszusammensetzung und -struktur, Mahd oder Feuchtigkeit.
- Sie können mittels standardisierter Probenahmen relativ einfach erfasst werden, wobei meist hohe Individuenzahlen zudem quantitativ-vergleichende Analysen und statistisch abgesicherte Aussagen erlauben.

3.2 Die Zikaden (Auchenorrhyncha) und ihre Eignung für Erfolgskontrollen im Grünland

Die ökologische Sensitivität und Eignung phytophager Insekten für Erfolgskontrollen im Grünland sei hier am Beispiel der Zikaden erläutert, die bisher im Rahmen naturschutzfachlicher Untersuchungen kaum eingesetzt wurden. Zikaden (Auchenorrhyncha) sind Pflanzensaftsauger mit meist sehr spezifischen Habitatsprüchen, v.a. hinsichtlich Nährpflanzenspektrum, Vegetationsstruktur, Mikroklima und Feuchtegrad (z.B. REMANE 1958, HILDEBRANDT 1990, REMANE & WACHMANN 1993). Innerhalb der Zikaden finden wir ein breites Spektrum unterschiedlich spezialisierter Arten, das von typischen Pionieren gestörter bzw. stark genutzter Standorte über euryöke Arten bis hin zu anspruchsvolleren Grünlandarten und ausgesprochenen Spezialisten bzgl. Nährpflanzenangebot und/oder Mikroklima reicht (vgl. Zikaden-Artenabelle im Anhang). Aufgrund ihres ökologischen Spezialisierungsgrads lassen sich die Grünland besiedelnden Zikadenarten in vier ökologische Gruppen ("Zeigergruppen") mit verschiedenen Lebensstrategien, unterschiedlich breiten Nährpflanzenspektren, unterschiedlichen Generationenzahlen und Mobilitätsgraden einteilen (Tab. 1). Entsprechend der unterschiedlichen Eigenschaften können Zikadengemeinschaften mit ihrer Struktur (Dominanzverhältnisse, Gildenanteile, Anteile der ökologischen Gruppen, Gesamtartenzahl) auf Änderungen wichtiger ökologischer Faktoren (z.B. Veränderungen der Vegetationsstruktur/-zusammensetzung als Folge der Extensivierung) reagieren (vgl. HILDEBRANDT 1990). Weist man den einzelnen Gruppen "Habitatspezifitäts-Grade" zu, z.B. den Pionierarten den Grad 0, den eurytopen Grünlandbesiedlern den Grad 1, den oligotopen Arten den Grad 2 und den Spezialisten den Grad 3, dann lässt sich über die auf einer Fläche vorhandenen Zikadenarten ein "mittlerer Spezialisierungsgrad" als grobes Maß für die Biotopspezifität dieser lokalen Zikadengemeinschaft ermitteln und als Bewertungskriterium für eine Fläche einsetzen. Da viele - gerade monophage - Arten flügel-

morph sind, d.h. langflügelige und kurzflügelige Individuen vorkommen, kann man zudem Aussagen über die Bodenständigkeit der Population auf einer Fläche machen. Aufgrund ihrer meist kleinräumigen Raumnutzung können außerdem flächen- bzw. parzellenscharfe Aussagen getroffen werden, ein Umstand, der sie zu geeigneten "Indikatorsystemen" gerade für Erfolgskontrollen im Vertragsnaturschutz macht (HILDEBRANDT 1995, ACHTZIGER & NICKEL 1997). Aus diesen Gründen wurde bei den Untersuchungen und auch in diesem Beitrag ein Schwerpunkt auf die Zikaden gelegt.

Nach vorläufiger Sichtung der vorhandenen faunistisch-ökologischen Daten besteht der Pool Grünland besiedelnder Zikaden Bayerns aus mindestens 178 Arten (Bayern insgesamt: rund 500 Arten; vgl. NICKEL & REMANE 1996, NICKEL in Vorb.). Fast alle (Ausnahme bilden nur wenige Pionierarten) können zur potentiellen Fauna von extensiv genutzten Feuchtwiesen und -weiden gerechnet werden; hingegen wurden auf konventionell bewirtschafteten Wiesen (entwässert, gedüngt, mehrschürig bzw. intensiv beweidet) bisher nur insgesamt 36 Arten gefunden. Der Anteil von Nährpflanzenspezialisten (Monophage 1. und 2. Grades, also an einzelne Pflanzenarten bzw. -gattungen gebundene Arten) am Gesamtartenspektrum liegt bei ersteren mit ca. 55 % wesentlich höher als bei letzteren mit nur ca. 15 % (NICKEL in Vorb., vgl. auch HILDEBRANDT 1990, 1995). Sowohl die Gesamtartenzahl als auch der Anteil an Habitat- bzw. Nährpflanzenspezialisten können daher als Bewertungskriterien für die untersuchten Wiesenbrüterflächen dienen.

Die besondere Eignung dieser Tiergruppe als "Indikatorsystem" für die Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen kommt also dadurch zu Stande, dass sowohl Artenzahl als auch Anteil an Nährpflanzenspezialisten negativ mit der Nutzungsintensität korreliert und besonders in naturnahen Feuchtgebieten sehr hoch sind. Konkret ist demnach zu erwarten, dass mit der Extensivierung der Flächen und den Veränderungen von Pflanzenartenzusammensetzung und Vegetationsstruktur ökologisch anspruchsvollere Zikadenarten einwandern bzw. ihre Populationsdichten erhöhen (vgl. jedoch NICKEL 1999).

Tab. 1: Einteilung der Grünland besiedelnden Zikadenarten in ökologische Gruppen (nach ACHTZIGER & NICKEL 1997).

Gruppe	Euryöke		Stenöke	
	Pionierarten	Eurytopen Grünlandbesiedler	Oligotopen Grünlandbesiedler	Spezialisten
Kriterium				
Strategie	Einflieger in ± alle terrestrischen Lebensräume; rasche Besiedlung neu entstandener Lebensräume	weit verbreitete Besiedler verschiedenartigster Grasbestände	Grünlandbesiedler mit Bindung an Mikroklima und/oder Vegetationsstruktur	stenotope Vorkommen an spezifischen Standorten
Nährpflanzen-spektrum	sehr breit, v.a. Polyphage	breit, v.a. an verschiedenen Gramineen	meist mäßig breit	eng, ausschließlich Monophage
Flügelänge / Mobilität	vorwiegend langflügelig	kurz- und langflügelig	kurz- und langflügelig	kurz- und langflügelig; Flugaktivität gering
Voltinismus	bi- oder polyvoltin	uni- oder bivoltin	uni- oder bivoltin	meist univoltin
Spezialisierungs-faktor	0	1	2	3

4 Untersuchungsgebiete und -methoden

4.1 Wiesenbrütergebiete

Die Untersuchungen wurden primär in folgenden Feuchtgrünlandgebieten Bayerns durchgeführt:

- Wiesmet zwischen Ornbau und dem Altmühlsee, 415 m ü. NN (1995 und 1996: Zikaden, Wanzen, Heuschrecken, Tagfalter),
- Isartal ("Königsauer Moos") nordöstlich Dingolfing, 350 m ü. NN (1995: Zikaden, Heuschrecken, Tagfalter),
- Aischtal westlich Neustadt / Aisch, 295 m ü. NN (1995: Heuschrecken, Tagfalter),
- Pegnitztal westlich Hersbruck, 330 m ü. NN (1995: Heuschrecken, Tagfalter) und
- Wörnitztal westlich und südlich Wassertrüdingen, 420-430 m ü. NN (1995: Heuschrecken, Tagfalter).

Schwerpunkte der Untersuchungen lagen einerseits im Wiesmet, einem hinsichtlich der ökologischen Verhältnisse (Bodenrelief, Bodenfeuchte, Strukturreichtum, Nutzungsintensität) und den Wiesenbrüterpopulationen (u.a. Brachvogel, Rotschenkel, Uferschnepfe) vergleichsweise hochwertigen Gebiet (Tschunko 1994) und andererseits im Königsauer Moos, das derzeit relativ intensiv genutzt, struktur- und artenärmer ist.

Darüber hinaus wurden Zikaden-Daten von Feuchtgrünlandflächen aus dem Bayerischen Wald (Landkreis Freyung-Grafenau) einbezogen (Achtziger, Nickel & Scholze 1995), und im Rahmen einer Vorstudie wurden zwölf unterschiedlich bewirtschaftete Wiesenbrüterflächen in der Teuschnitzaue (Frankenwald, Landkreis Kronach) hinsichtlich ihrer Zikaden- und Wanzenfauna untersucht (Achtziger et al. 1996).

4.2 Untersuchungsflächen: Bewirtschaftungsvarianten und Referenzflächen

Eine Verminderung der Nutzungsintensität (Extensivierung) auf den Wiesenbrüter-Vertragsflächen wird (a)

durch die Einschränkung der Düngung und anderer Meliorationsmaßnahmen und (b) durch die Festlegung eines späteren ersten Mahdtermins als Schutzmaßnahme für wiesenbrütende Vogelarten erreicht. Um die Auswirkungen auf die Insektengemeinschaften des Grünlands studieren zu können, wurden Vertragsflächen mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsvereinbarungen mit intensiv bzw. extensiv genutzten Nicht-Programm-Flächen (Referenzflächen) verglichen (Tab. 2).

Die nur im Wiesmet abgeschlossenen M3-Verträge behalten ein Mahdregime "unter weitgehender Hintanstellung nutzungsbezogener Aspekte" (Tschunko 1994), das eine völlig düngungslose und meliorationsfreie einschürige Pflegemahd nach dem folgenden Schema vorsieht:

- ca. 10 % der Fläche werden als Frühmahdstreifen zwischen dem 10.5. und 20.5. gemäht;
- weitere ca. 40 % werden ab dem 15.7. gemäht (15.7.-Streifen);
- weitere ca. 40 % werden ab dem 15.8. gemäht (15.8.-Streifen);
- die restlichen ca. 10 % (entlang von Flächengrenzen und Grabenrändern) müssen ungemäht als Altgrasstreifen über den Winter belassen und im jährlichen Wechsel je zur Hälfte ab dem 15.7. gemäht werden.

Insgesamt ergibt sich somit ein Extensivierungsgradient, der von den Intensiv-Referenzflächen (früher erster Mahdtermin, mehrschürig, gedüngt) über die M1- (spätere Mahd, zweischürig, gedüngt) und M2- (spätere Mahd, meist zweischürig, ungedüngt) sowie die differenziert gemähten, einschürigen M3-Flächen zu den Brachen und Extensiv-Referenzen mit Streuwiesencharakter führt. Veränderungen der Artenzusammensetzung entlang dieses Gradienten können somit auf Auswirkungen der Extensivierung hinweisen. Der Erfolg der Nutzungsvereinbarungen könnte z.B. daran abzulesen sein, inwieweit sich die Artengemeinschaften auf den Vertragsvarianten schon von den Intensivwiesen unterscheiden bzw. inwieweit sie Streuwiesen ähneln. Unterschiede zwischen den Intensiv-Referenzflächen und den gedüngten Vertragsflächen mit späterem Mahdtermin (M1-Verträge im Wiesmet) können dabei Effekte der Mahd anzeigen, Unter-

Tab. 2: Untersuchte Bewirtschaftungsvarianten und Referenzflächen

Bewirtschaftungsvariante	Mahdtermine	Düngung	Laufzeit	Jahr
Intensivwiese (als Referenz)	nicht festgelegt	nicht eingeschränkt	-	1995, 1996
Vertragsfläche mit Düngung (KM) / M1-Vertrag (WM)	nicht vor dem 20.6. (KM) nicht vor dem 1.7. (WM)	nicht eingeschränkt	1 - 12 Jahre	1995
Vertragsfläche ohne Düngung (KM) / M2-Vertrag (WM)	nicht vor dem 20.6. (KM) nicht vor dem 1.7. (WM)	nicht erlaubt	5 - 11 Jahre	1995, 1996
M3-Vertrag ohne Düngung, mit differenzierter Mahd (nur WM)	Frühmahdstreifen: ab 10.5. 15.7.-Streifen: nicht vor dem 15.7. 15.8.-Streifen: nicht vor dem 15.8. Altgrasstreifen: alle 2 Jahre	nicht erlaubt	6 Jahre	1996
Brachestreifen (nur WM)	alle paar Jahre	keine	-	1996
Extensivwiese (Streuwiese, z.T. NSG) (als Referenz)	Teilmahd im Herbst	keine	-	1995, 1996

Laufzeit = Zeitspanne seit erstmaligem Vertragsabschluss; Jahr = Untersuchungsjahr, in dem die jeweilige Variante bearbeitet wurde; WM = Wiesmet, KM = Königsauer Moos.

schiede zwischen Intensiv-Referenzen und ungedüngten Vertragsflächen zudem die Effekte des Düngeverbots. Die Interpretation der Ergebnisse und eine Analyse der Kausalbeziehungen wird allerdings dadurch erschwert, dass der Ausgangszustand der Flächen nicht bekannt ist und zusätzlich die Extensivierungsdauer (Laufzeit der Verträge) z.T. erheblich variiert (vgl. Kap. 4.4.).

4.3 Erfassung und Determination

Zikaden und Wanzen wurden in jedem Gebiet und in beiden Untersuchungsjahren an zwei Terminen (Mitte bis Ende Juni, Ende August/Anfang September) mit Hilfe von standardisierten Kescherfängen erfasst. Pro Termin und Untersuchungsfläche wurden jeweils 100 Kescherschläge (Kescheröffnung quadratisch, Kantenlänge 30 cm) in der Vegetation genommen sowie eine etwa fünfminütige Hand- bzw. Bodensuche nach bodennah lebenden Arten vorgenommen.

Heuschrecken wurden in der 2. Augushälfte 1995 in den fünf Gebieten halbquantitativ erfasst (Abschreiten der Untersuchungsfläche und Schätzen von Häufigkeitsklassen). 1996 wurden im Wiesmet an zwei Terminen (Mitte August, Mitte bis Ende September) Quadratfänge durchgeführt, wobei pro Fläche zwei bis drei Quadrate à 5 m Kantenlänge quantitativ abgekeschert wurden.

Die Tagfalter-Erfassung erfolgte 1995 an zwei Terminen (Ende Juni, Mitte August) durch Sichtbeobachtung und Keschern entlang von Transekten; am ersten Termin wurde darüber hinaus pro Fläche ca. 10 min nach Raupen gesucht. 1996 wurden im Wiesmet drei weitere Erfassungstermine zwischen Ende Juni und Anfang September, wiederum mit Raupennachsuchen, durchgeführt.

Grundsätzlich lag der Schwerpunkt bei den Erfassungen auf gleichen Probengrößen und damit auf einer quantitativen Vergleichbarkeit der einzelnen Untersuchungsflächen, weniger auf einer vollständigen Erfassung des vorhandenen Artbestands. Da die Probetermine auf Zeiten der Artenmaxima gelegt wurden, dürften die dominanten Arten und die meisten Begleitarten erfasst worden sein.

Die Bestimmung der Zikaden erfolgte nach GIUSTINA (1989), OSSIANNILSSON (1978, 1981, 1983), RIBAUT (1936, 1952) und WAGNER (1939), die der Wanzen nach WAGNER (1952, 1961, 1966, 1967). Die Nomenklatur wurde von REMANE & FRÖHLICH (1994) und GÜNTHER & SCHUSTER (1990) übernommen.

Heuschrecken wurden nach BELLMANN (1993) bestimmt und nach DETZEL (1995) benannt. Für Tagfalter wurde verschiedenste Bestimmungsliteratur verwendet; die Nomenklatur folgt NÄSSIG (1995).

4.4 Auswertungsmethoden

Je nach Fragestellung (Kap. 2) wurden z.T. unterschiedliche Datensätze gewonnen und analysiert (Tab. 3). Die quantitativen, statistischen Auswertungen (z.B. Varianzanalysen, Mittelwertvergleiche, Korrelationsanalysen)

und die Berechnung ökologischer Indizes (z.B. Diversität, Artenzahlen, Artensummen, Ähnlichkeitsindizes) wurden mit Hilfe von verschiedenen Statistikprogrammen (z.B. SIGMASTAT) sowie selbst entwickelten Computerprogrammen (OEKOSTAT, ACHTZIGER 1993) durchgeführt. Die Anwendung der statistischen Verfahren richtete sich nach SACHS (1984); die angegebenen Signifikanz-Niveaus für statistische Tests werden wie folgt abgekürzt: n.s. = nicht signifikant, (*) = $p < 0.1$, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$.

Als Ähnlichkeits- bzw. Distanz-Maße wurden der Jaccard-Index für die qualitative Zusammensetzung und der Renkonen-Index (vgl. MÜHLENBERG 1993) für die quantitative Zusammensetzung (Dominanzstruktur) mit Hilfe des Programms OEKOSTAT berechnet und anschließend ordiniert; verwendete Methode: Multidimensional Scaling (MDS), vgl. DIGBY & KEMPTON (1987) sowie LUDWIG & REYNOLDS (1988). Dieses Verfahren liefert eine graphische Darstellung der Ähnlichkeiten der untersuchten Standorte bzgl. der Zusammensetzung ihrer Artengemeinschaften. In den meist zweidimensionalen Abbildungen (= Koordinaten-System mit zwei Achsen) liegen Standorte mit ähnlicher Artenzusammensetzung nah beieinander (bilden evtl. abgrenzbare Gruppen), während Standorte mit sehr unterschiedlichen Artenzusammensetzungen (z.B. aufgrund stark differierender Biotopparameter) weit auseinander liegen. Auf diese Weise erhält man einen relativ anschaulichen Eindruck von dem Muster, das den Artengemeinschaften der untersuchten Flächen zugrunde liegt. Mit Hilfe nachträglicher oder gleichzeitiger Korrelationen der Achsen mit bestimmten Umweltparametern (z.B. dem Extensivierungsgradienten) können auch Aussagen über die diesen Mustern zugrunde liegenden Umweltfaktoren (z.B. Eutrophierung, Extensivierungsdauer, Feuchtegrad) gemacht werden (z.B. JONGMAN et al. 1987). Ein Teil der verwendeten Standortparameter sowie die Vegetationstabellen zur Berechnung von mittleren Zeigerwerten nach ELLENBERG (1986) wurden von IFANOS (Nürnberg) zur Verfügung gestellt (vgl. FISCHER 1999, in diesem Heft).

5 Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden Kapitel werden, ausgehend von den in Kap. 2 dargelegten Fragestellungen, die wichtigsten Ergebnisse der zweijährigen Untersuchungen vorgestellt.

5.1 Artenspektrum

5.1.1 Zikaden (Auchenorrhyncha)

Unter Einbeziehung der beiden Mittelgebirgsregionen Teuschnitzaue/Frankenwald und südöstlicher Bayerischer Wald wurden insgesamt 123 Zikadenarten festgestellt, was immerhin rund 2/3 des potentiellen Artenspektrums im Wirtschaftsgrünland (Molinio-Arrhenatheretea) Bayerns entspricht (vgl. Artentabelle im Anhang sowie Kap. 3).

Tab. 3: Fragestellungen und die für die Analyse verwendeten Datensätze, Analysemethoden, Tiergruppen, Untersuchungsgebiete und Bearbeitungsjahre.

Fragestellung	Datensätze und Auswertung	Tiergruppen	Gebiet und Jahr
Auswirkungen der Nutzungsintensität auf Artenzahl und Artenzusammensetzung	Vergleich der Gemeinschaftsstrukturen in unterschiedlich intensiv genutzten Gebieten sowie auf unterschiedlich genutzten Vertragsflächen mit intensiv bzw. extensiv genutzten Vergleichsflächen	Zikaden, Wanzen, Heuschrecken, Tagfalter	Wiesmet 1995/96 Königsauer Moos 1995 Aisch-Tal 1995 Pegnitz-Tal 1995 Wörnitz-Tal 1995
Entwicklung der Artengemeinschaften im Laufe der Extensivierung	Ordinierung der Artengemeinschaften im Extensivierungsgradienten	Zikaden, Wanzen, Heuschrecken	Wiesmet 1995/96 Königsauer Moos 1995
Abhängigkeit der Artenzusammensetzung von der Extensivierungsdauer	Vergleich von Vertragsflächen mit unterschiedlicher Laufzeit	Zikaden	Wiesmet 1995/96
Auswirkungen des Mahdregimes	direkte Auswirkungen: Vergleich der Artengemeinschaften vor und nach der Mahd (M3-Vertragsflächen)	Zikaden, Wanzen, Heuschrecken	Wiesmet 1996
	längerfristige Auswirkungen: Vergleich der unterschiedlich gemähten Streifen auf den M3-Flächen	Zikaden, Wanzen	Wiesmet 1996
	Refugialfunktion ungemähter Flächen: Vergleich der Populationen auf benachbart zu gemähten Streifen liegenden Streifen auf den M3-Flächen vor und nach der Mahd	Zikaden, Wanzen	Wiesmet 1996

Darunter sind drei Neufunde für Bayern: *Javesella salina* und *Arthaldeus striifrons* kommen in Mitteleuropa v.a. im Bereich der Küsten und der Binnensalzstellen Nord- und Ostdeutschlands vor; *Macrosteles ossianilssoni* hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in den Moorgebieten Nordeuropas und ist südlich davon weitgehend auf Quell- und Zwischenmoore der Norddeutschen Tiefebene und der montanen Bereiche beschränkt.

In der BRD gelten diese Arten als gefährdet bis stark gefährdet; zusammen mit 33 weiteren Arten stehen sie auf der vorläufigen Roten Liste der Zikaden Deutschlands (REMANE et al. 1997). Zwei Arten, *Eupteryx origani* und *Cicadula rubroflava*, wurden in der Bundesrepublik bisher nur an wenigen Stellen gefunden und kamen nur als temporäre Einflieger bzw. auf einer Extensivweide in den Mittelgebirgsbereichen vor. Generell waren alle gefährdeten Arten auf die nicht unter Vertrag stehenden Extensivreferenzen, die ohnehin nur extensiv bewirtschafteten Mittelgebirgsbereiche sowie die höchstens einschürigen und ungedüngten M3-Flächen und Brachen beschränkt, d.h. die flächenmäßig bedeutsamen (und auch kostenintensiven!) M1- und M2-Verträge konnten keinen nennenswerten Beitrag zum Schutz bedrohter Zikadenarten leisten.

Bemerkenswerterweise wurden in den beiden Mittelgebirgsregionen, wo v.a. Extensivwiesen und -weiden beprobt wurden, sehr hohe Artenzahlen festgestellt, obwohl dort die für Insekten ungünstigsten klimatischen Verhältnisse herrschen und relativ wenig Einzelflächen untersucht wurden. Auch dieser Befund deutet darauf hin, dass der Faktor Bewirtschaftungsintensität starke Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Grünlandfauna hat.

5.1.2 Wanzen (Heteroptera)

In der Teuschnitzaue und im Wiesmet konnten insgesamt 59 Wanzenarten gefunden werden. Unter den 53 Wanzenarten des Wiesmet waren insgesamt sieben Arten der Roten Liste Bayerns (ACHTZIGER et al. 1992). Bei diesen

handelte es sich um typische Feuchtgebietsarten. Zwei nah verwandte Arten (*Teratocoris antennatus*, *T. paludum*), die am Rand einer Untersuchungsfläche in der Nähe eines Grabens gefunden wurden, konnten bisher erst an wenigen bayerischen Stellen nachgewiesen werden (ACHTZIGER et al. 1992). *Fieberocapsus flaveolus* wurde im Wiesmet erstmalig in Bayern nachgewiesen (vgl. ACHTZIGER & SCHOLZE 1997). Auf den zwölf Untersuchungsflächen in der Teuschnitzaue konnten 28 Wanzenarten festgestellt werden. Drei davon stehen auf der Roten Liste der Landwanzen Bayerns. Die Art *Strongylocoris niger* ist landesweit auf den Frankenwald beschränkt und kommt dort an Bärwurz (*Meum athamanticum*) besonders in Brachen, an Säumen und in extensiv genutzten Magerrasen vor; auf Wiesen ist sie dagegen selten (ACHTZIGER & SCHOLZE 1997).

5.1.3 Heuschrecken (Saltatoria)

Die Wiesenbrüter-Vertragsflächen beherbergten im Aisch-, Pegnitz- und Wörnitztal sechs bis acht, im Königsauer Moos neun und im Wiesmet zwölf Heuschreckenarten. Da im Wiesmet und im Königsauer Moos darüber hinaus auch Referenzflächen (Streuwiesen bzw. Ausgleichsflächen für die Autobahn A 92) bearbeitet wurden, ergaben sich hier insgesamt höhere Artenzahlen (Tab. 4).

Bemerkenswert waren die Nachweise der landesweit seltenen Westlichen Dornschrecke (*Tetrix ceperoi*) im Königsauer Moos sowie der in Bayern stark gefährdeten Kurzflügeligen Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*) im Aischgrund und im Königsauer Moos (hier übrigens wie *T. ceperoi* in einer der A 92-Ausgleichsflächen).

5.1.4 Tagfalter (Rhopalocera)

Die Tagfalterfauna der Wiesenbrütergebiete ist methodisch nur unzureichend erfasst worden, so dass die Gesamtartenzahlen in Tab. 5 nicht vollständig sind. Ledig-

Tab. 4: Nachgewiesene Heuschreckenarten auf Vertrags- und Referenzflächen der fünf Wiesenbrüter-Regionen.

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	RL By	WM	KM	A	P	Wö	
Langflügelige Schwertschrecke	<i>Conocephalus discolor</i>	4R	x	x				
Kurzflügelige Schwertschrecke	<i>Conocephalus dorsalis</i>	2		x*	x			
Großes Heupferd	<i>Tettigonia viridissima</i>	-	x	x	x	x	x	
Gewöhnliche Strauchschrecke	<i>Pholidoptera griseoptera</i>	-				x		
Roesels Beißschrecke	<i>Metrioptera roeselii</i>	-	x	x	x	x	x	
Feldgrille	<i>Gryllus campestris</i>	3	x*					
Westliche Dornschröcke	<i>Tetrix ceperoi</i>	4S		x*				
Säbeldornschröcke	<i>Tetrix subulata</i>	-	x	x			x	
Gemeine Dornschröcke	<i>Tetrix undulata</i>	-	x	x			x	
Sumpfschröcke	<i>Stethophyma grossum</i>	3	x			x		
Große Goldschröcke	<i>Chrysochraon dispar</i>	3		x*				
Kleine Goldschröcke	<i>Euthystira brachyptera</i>	-		x				
Bunter Grashüpfer	<i>Omocestus viridulus</i>	-	x	x*		x		
Nachtigall-Grashüpfer	<i>Chorthippus biguttulus</i>	-	x	x		x	x	
Weißbrandiger Grashüpfer	<i>Chorthippus albomarginatus</i>	4R	x	x	x	x	x	
Wiesengrashüpfer	<i>Chorthippus dorsatus</i>	4R	x				x	
Gemeiner Grashüpfer	<i>Chorthippus parallelus</i>	-	x	x	x	x	x	
Sumpfgrashüpfer	<i>Chorthippus montanus</i>	4R	x		x			
Artenzahl insgesamt: 18		Artenzahl regional:		13	13	6	8	8

Wl = Wiesmet, KM = Königsauer Moos, A = Aisch-Tal, P = Pegnitz-Tal, Wö = Wörnitz-Tal; RL By = Gefährdungsgrad in Bayern (KRIEGBAUM 1992); * = Nachweise nur auf Referenzflächen, nicht auf Vertragsflächen.

lich im Wiesmet dürfte mit insgesamt 21 Arten das Tagfalterspektrum des Wirtschaftsgrünlands, d.h. außerhalb der Naturschutzgebiete, annähernd komplett sein. Auffallend ist trotzdem das weitestgehende Fehlen von gefährdeten Arten; die wenigen entsprechenden Beobachtungen gehen i.d.R. auf ungenutzte oder extensiv bewirtschaftete Flächen zurück. Bodenständigkeitsnachweise (Raupen- oder Puppenfunde) konnten von sechs Tagfalterarten gemacht werden; auf Vertragsflächen kamen - insgesamt dreimal - nur die Raupen des Schwalbenschwanzes (*Papilio machaon*) vor.

5.2 Auswirkungen der Extensivierung auf die Insektengemeinschaften

5.2.1 Auswirkungen auf Landschaftsebene: Vergleich Wiesmet - Königsauer Moos

Die Auswirkungen der Nutzungsintensität auf die Zusammensetzung der Fauna werden sowohl auf Landschafts- als auch auf Einzelflächenebene (Parzelle, Flurstück) sichtbar. Ein Vergleich der beiden Wiesenbrütergebiete Wiesmet und Königsauer Moos soll dies verdeutlichen. Beide Gebiete unterscheiden sich hinsichtlich der grundlegenden geökologischen Rahmenbedingungen. Beim Wiesmet handelt es sich um ein traditionelles Grünlandgebiet im Auebereich des mittleren Altmühltals. Obwohl auch dort in den vergangenen Jahrzehnten Meliorationsmaßnahmen wie Entwässerungen, Düngung oder Bodenmulden-Auffüllungen stattfanden, ist noch heute ein relativ abwechslungsreiches Boden- und Landschaftsrelief mit feuchten Mulden und trockeneren Bereichen zu finden (vgl. Abb. 4, 6-8 in TSCHUNKO 1994). Aufgrund der Nutzungsvereinbarungen im Rahmen des Wiesenbrüterprogramms (M1-, M2-, M3-Verträge, Anlage von Bra-

chestreifen, feuchten Bodenmulden und Gräben) hat sich ein strukturreiches Landschaftsmosaik aus intensiv und weniger intensiv genutzten Flächen erhalten bzw. entwickelt. Völlig extensiv genutztes Grünland (Streuwiesenreste) findet man allerdings nur noch kleinflächig (z.T. als Naturschutzgebiete geschützt).

Das Königsauer Moos im Isartal war ehemals ein Niedermoor. Durch Meliorationsmaßnahmen und die sich (wegen fehlenden Geschiebes aus den Alpen) immer weiter eintiefende Isar sank das Grundwasser großflächig ab. Dies führte zu einer verstärkten Humus-Mineralisation in den Niedermoorböden und - zusammen mit Düngung im Rahmen konventioneller Landwirtschaft - zur Eutrophierung der Flächen, die heute meist intensiv als Grünland genutzt werden. Trotz der Bemühungen von Naturschutzbehörden und ländlicher Entwicklung (PARZINGER 1994) findet man nur noch wenige nicht oder extensiv genutzte Flächen.

Die Unterschiede in den gebietsbezogenen Rahmenbedingungen werden auch durch den Vergleich der auf den untersuchten Vertragsflächen ermittelten ökologischen Parameter (Tab. 6) bestätigt: So waren im Wiesmet die Stickstoffwerte von Vegetation und Boden (mN, Nges) auf den untersuchten Vertragsflächen signifikant niedriger, die Feuchtezahl der Vegetation (mF) als Ausdruck für den höheren Grundwasserstand durchschnittlich höher als im Königsauer Moos.

Diese unterschiedlichen ökologischen Rahmenparameter haben deutliche Auswirkungen auf die Zusammensetzung der untersuchten Biozöosen. Die höhere Stickstoffanreicherung, die entsprechend höhere Nutzungsintensität aufgrund besserer Wuchsleistung sowie die geringere Reliefstruktur im Königsauer Moos bedingen eine signifikant geringere Pflanzenartenzahl (vgl. Tab. 6). Die Anzahl der als euryök zu bezeichnenden Zikadenarten (vgl. Tab. 1)

Tab. 5: Nachgewiesene Tagfalter-Arten auf Vertrags- und Referenzflächen der fünf Wiesenbrüter-Regionen.

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	RL By	WM	KM	A	P	WÖ
Braunkolbiger Braundickkopf	<i>Thymelicus sylvestris</i>	-	x				
Schwarzkolbiger Braundickkopf	<i>Thymelicus lineola</i>	-	x				
Rostfarbiger Dickkopf	<i>Ochlodes venatus</i>	-	x				
Schwalbenschwanz	<i>Papilio machaon</i>	3	x	x	x	x	x
Weißklee-Gelbling	<i>Colias hyale</i>	4R	x			x	x
Hufeisenklee-Gelbling	<i>Colias alfacariensis</i>	3					x
Postillion	<i>Colias crocea</i>	-			x	x	
Zitronenfalter	<i>Gonepteryx rhamni</i>	-	x	x			
Großer Kohlweißling	<i>Pieris brassicae</i>	-	x			x	x
Großer Kohlweißling	<i>Pieris rapae</i>	-	x	x	x	x	x
Grünader-Weißling	<i>Pieris napi</i>	-	x	x	x	x	x
Kleiner Feuerfalter	<i>Lycaena phlaeas</i>	-	x	x			
Gemeiner Bläuling	<i>Polyommatus icarus</i>	-	x	x	x		x
Kaisermantel	<i>Argynnis paphia</i>	-					x
Silbriger Perlmutterfalter	<i>Issoria lathonia</i>	-				x	x
Mädesüß-Perlmutterfalter	<i>Brenthis ino</i>	3	x				
Magerrasen-Perlmutterfalter	<i>Boloria dia</i>	-	x				
Admiral	<i>Vanessa atalanta</i>	-	x	x		x	x
Distelfalter	<i>Vanessa cardui</i>	-	x	x	x	x	x
Tagpfauenauge	<i>Nymphalis io</i>	-	x	x	x	x	x
Kleiner Fuchs	<i>Nymphalis urticae</i>	-	x	x			x
Kleiner Heufalter	<i>Coenonympha pamphilus</i>	-	x	x	x	x	x
Großes Ochsenauge	<i>Maniola jurtina</i>	-	x	x	x	x	x
Frühlings-Mohrenfalter	<i>Erebia medusa</i>	-	x				
Schachbrett	<i>Melanargia galathea</i>	-	x				
Artenzahl insgesamt: 20			21	12*	9*	12*	15*

WI = Wiesmet, KM = Königsauer Moos, A = Aisch-Tal, P = Pegnitz-Tal, WÖ = Wörnitz-Tal; RL By = Gefährdungsgrad in Bayern (GEYER & BUCKER 1992); * = Artenspektrum aufgrund methodischer Vorgaben nicht vollständig.

war auf den Vertragsflächen im Königsauer Moos signifikant höher, die Anzahl der spezialisierten Arten dagegen signifikant geringer als im Wiesmet. Entsprechend war der mittlere Spezialisierungsgrad der Zikadengemeinschaften im Wiesmet höher als im Königsauer Moos. Bei einer Analyse der Zikadenartenspektren zeigte sich zudem, dass infolge des höheren Feuchtegrads im Wiesmet mehr hygrophile Zikadenarten zu finden waren als im Königsauer Moos. Diese waren auch diejenigen Arten, die höhere Populationsdichten in den extensivierten Vertragsflächen erreichten ("Extensivierungszeiger"), während im Königsauer Moos zumeist mesophile, z.T. sogar mäßig xerophile Arten der Magerwiesen mit der Extensivierung zunahm (ACHTZIGER, NICKEL & SCHREIBER 1995). Das Artenspektrum in einer Landschaft wird vom vorhandenen regionalen Artenpool und durch die Beschaffenheit und Bewirtschaftung der untersuchten Einzelflächen bestimmt. Bei der Bewertung dieser Einzelflächen aufgrund der vorhandenen Biozönose ist daher die Frage der Verteilung der einzelnen Arten interessant: Auf wieviel Flächen kommen spezialisierte Arten und in welchen Populationsgrößen vor?

Tab. 6: Vergleich ökologischer und biozönotischer Parameter auf 22 untersuchten Vertragsflächen im Wiesmet und im Königsauer Moos.

Parameter (Mittelwerte ± Standardabweichung)	Wiesmet	Königsauer Moos	Statistik
Ökologische Parameter			
Stickstoffzahl der Vegetation (mN)	5.4 ± 0.6	6.3 ± 0.4	WM<KM***
Gesamtstickstoff im Boden (Nges)	0.8 ± 0.3	1.6 ± 0.7	WM<KM**
Feuchtezahl der Vegetation (mF)	6.1 ± 0.6	5.5 ± 0.7	WM>KM*
Biozönotische Parameter			
Pflanzenartenzahl	23.4 ± 6.2	17.5 ± 3.5	WM>KM*
Euryöke Zikadenarten	8.4 ± 2.1	12.2 ± 2.0	WM<KM***
Stenöke Zikadenarten	1.4 ± 1.1	0.2 ± 0.4	WM>KM**
Mittlerer Spezialisierungsgrad Zikaden	0.9 ± 0.4	0.6 ± 0.3	WM>KM*

Mittelwerte ± Standardabweichung mit Angabe statistisch signifikanter Unterschiede (stenöke Zikaden U-Test, sonst t-Tests); Vegetationstabellen als Grundlage zur Berechnung der Zeigerwerte sowie die bodenchemischen Daten der Untersuchungsflächen wurden von IFANOS zur Verfügung gestellt. WM = Wiesmet, KM = Königsauer Moos.

Betrachtet man dazu die Beziehung zwischen Gesamtindividuenzahl und Vorkommenshäufigkeit der festgestellten Zikadenarten und ihre Verteilung über die untersuchten Flächen in Wiesmet und Königsauer Moos (Abb. 1), dann ergibt sich ein recht unbefriedigendes Bild: In beiden Untersuchungsgebieten steigen die festgestellten Gesamtindividuenzahlen mit der Vorkommenshäufigkeit der Arten, also der Anzahl Flächen, auf denen sie gefunden wurden, an. Häufige und zumeist unspezialisierte Arten kamen in der Regel auch auf vielen Flächen vor, individuellen schwache und zumeist spezialisierte Arten hingegen nur auf wenigen Flächen. Dieses Ungleichgewicht bestand in beiden Gebieten, war aber besonders stark im Königsauer Moos ausgeprägt, wo 90 % der ökologisch

anspruchsvolleren Arten auf weniger als 20 % der Flächen beschränkt waren (Abb. 1). Ziel der Naturschutz- bzw. Extensivierungsmaßnahmen im Feuchtgrünland muss es aber sein, möglichst viele Flächen auch für spezialisierte Arten besiedelbar zu machen, wobei der Erfolg dieser Maßnahmen in einem Abflachen der derzeit steilen Verteilungskurve abgelesen werden könnte.

Fazit:

- Ökologische und biozönotische Parameter zeigen, dass das Wiesmet günstigere Bedingungen für eine erfolgreiche Entwicklung von Feuchtwiesen-Biozönoten bietet als das Königsauer Moos.
- Im Königsauer Moos führten tiefgreifende Entwässerungsmaßnahmen und die darauf folgende intensive Nutzung sowie der geringere Strukturreichtum zu Artengemeinschaften, in denen ökologisch anspruchslose, euryöke Arten dominieren. Auf den extensivierten Flächen wandern zwar stenöke Arten ein, diese sind jedoch eher meso- bis xerophil und führen nicht zur Regeneration typischer Feuchtgrünland-Biozönoten.
- Die meisten typischen Feuchtwiesenarten sind im Wesentlichen auf wenige Restflächen beschränkt; die meisten Wiesen werden von eher unspezifischen, euryöken und weit verbreiteten Arten besiedelt. Aus entomologischer Sicht und aus Sicht der Erfolgskontrolle sind daher tiefgreifendere Extensivierungsmaßnahmen zu fordern: Erhöhung des ungedüngten und einschürigen Flächenanteils, im Königsauer Moos Wiedervernässung.

5.2.2 Auswirkungen auf Einzelflächenebene: Vergleich unterschiedlicher Bewirtschaftungsvarianten

Auf Einzelflächenebene ist insbesondere die Nutzungsintensität (Düngungs- und Mahdregime) von besonderer Bedeutung für die Ausbildung der Biozönoten. Obwohl Kausalbeziehungen zwischen Extensivierungsfaktoren und Artenzusammensetzung nur ansatzweise bekannt sind, kann man bei phytophagen Insekten mit hohem Anteil von Nährpflanzenspezialisten (z.B. Zikaden, phytophage Wanzen) davon ausgehen, dass eine positive Korrelation zwischen Insekten- und Pflanzenartenzahlen besteht (z.B. ACHTZIGER 1995, S. 79), wie sie etwa für Wanzen- und Pflanzenarten auf den Vertragsflächen im Wiesmet festgestellt werden konnte (ACHTZIGER, NICKEL & SCHREIBER 1995). Da die Pflanzenartenzahl wiederum negativ mit der Eutrophierung oder Düngung, ausgedrückt als mittlere Stickstoffwerte, zusammenhängt (ACHTZIGER, NICKEL & SCHREIBER 1995), kann davon ausgegangen werden, dass Extensivwiesen bzw. als Folge der Einstellung der Düngung extensivierte Wiesen aufgrund ihrer entsprechend höheren Pflanzendiversitäten auch mehr Insektenarten beherbergen.

Vergleicht man die mittleren Artenzahlen der Insektengemeinschaften über die in beiden Jahren untersuchten unterschiedlich bewirtschafteten Flächen im Wiesmet (Abb. 2), dann kann diese Hypothese weitgehend bestätigt werden.

Bei den Tagfaltern nahmen 1995 die durchschnittlichen Artenzahlen mit fortschreitender Extensivierung eben-

falls zu, was aufgrund starker Schwankungen in allen Flächentypen jedoch nicht statistisch abgesichert werden konnte.

Wie im Königsauer Moos konnten die höchsten mittleren Artenzahlen im Wiesmet sowohl bei den Zikaden und Wanzen als auch bei den Heuschrecken auf den Extensivwiesen festgestellt werden. Die Artenzahlen stiegen von den mehrschürigen Intensivwiesen über M1-Flächen (gedüngt, spätere Mahd), M2-Flächen (ungedüngt, spätere Mahd) bis zu den M3-Flächen (ungedüngt, differenzierte Mahd) an, wobei dieser Anstieg bei den Zikaden und Heuschrecken weitgehend kontinuierlich erfolgte, während bei den Wanzen ein größerer Sprung zwischen Intensivwiesen und M1-Flächen zu verzeichnen war. Die Artenzahlen auf den Brachstreifen lagen bei den Zikaden unter, bei den Wanzen über den Werten der M3-Flächen.

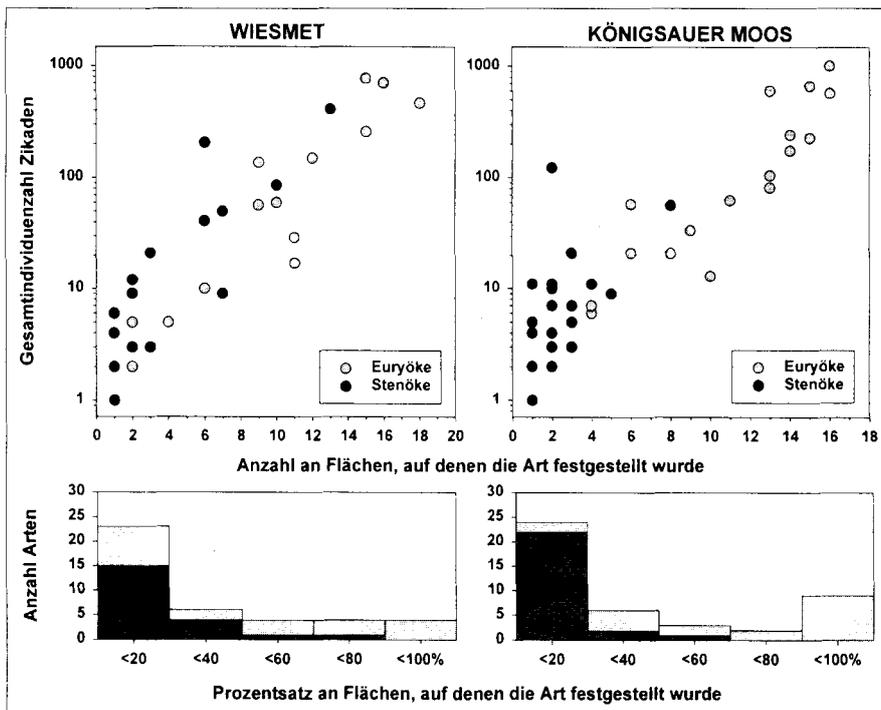


Abb. 1: Beziehung zwischen Gesamtindividuenzahl und Vorkommenshäufigkeit stenöker und euryöker Zikaden-Arten (oben) und Verteilung der Arten über die Flächen (unten) im Wiesmet und im Königsauer Moos (1995).

Jeder Punkt entspricht einer Art.

Diese Differenzen sind höchstwahrscheinlich auf die unterschiedliche Sensitivität der Insektengruppen auf die o.g. Extensivierungsfaktoren "Einstellung der Düngung" und "Mahdregime" zurückzuführen: Während die Zikaden aufgrund ihrer höheren Mobilität und geringeren Körpergröße auch, aber weniger stark auf Mahderegime reagieren und mehr auf die Veränderung der Vegetationsstruktur als Folge des Einstellens der Düngung, sind die insgesamt größeren und im Larvalstadium relativ immobilen Wanzen sowie die Heuschrecken stärker durch die Mahderegime betroffen (vgl. Kap. 5.3.).

Nur wenige, anspruchslose Arten können auf mehrschürigen Wiesen überleben, geschweige denn reproduzieren; viele, meist größerwüchsige Wanzenarten sind ausgesprochen störungsempfindlich und auf nicht oder kaum genutzte Biotope wie Brachen, Raine, Böschungen usw. angewiesen (vgl. ACHTZIGER 1991). Spätere Mahdtermine (M1-/M2-Flächen) sowie das Angebot von Altgrasstreifen (M3-Flächen) oder Brachen drücken sich daher direkt in höheren Wanzenartenzahlen aus.

Schlüsselt man die Zikadenarten analog zu Tab. 1 in Pionierarten, eurytopen Graslandarten, oligotopen Grünlandarten und Spezialisten auf, dann können die Effekte der unterschiedlichen Bewirtschaftung auf Zusammensetzung und Biodiversität der Biozöosen noch differenzierter beurteilt werden. Beim Vergleich der Verteilung der Arten auf die genannten Gruppen mit unterschiedlicher ökologischer Spezialisierung ("Diversitäts-Spektren", vgl. HENGEVELD 1996) auf jeweils einer exemplarisch herausgegriffenen Fläche pro Bewirtschaftungsvariante zeigt sich - neben der bereits dargestellten Veränderung der reinen Artenzahl (vgl. Abb. 2) - eine deutliche Verschiebung der Artenzusammensetzung (Abb. 3, linke Spalte): Dominieren auf den Intensivwiesen und den (gedüngten) M1-Flächen noch die Pionierarten (P) und eurytopen, ökologisch wenig anspruchsvollen Arten (E1), verschiebt sich die Verteilung nach Aufgabe der Düngung (M2-Flächen) sowie weiterer Strukturverbesserung bzw. Extensivierung (M3-Flächen) immer mehr zugunsten der oligotopen Arten (E2) und Spezialisten (S). Noch deutlicher wird dieser Effekt bei Betrachtung der Individuen-

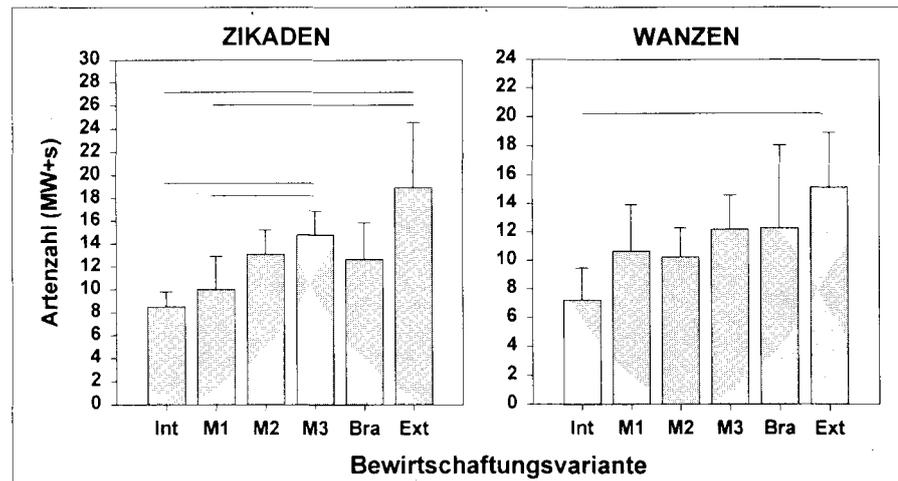


Abb. 2a: Vergleich der mittleren Artenzahlen von Zikaden und Wanzen auf unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten (Wiesmet 1995, 1996).

MW+s = Mittelwert + Standardabweichung; Striche über den Balken zeigen signifikante Unterschiede an (Dunn's Test). Int = Intensivwiese; M1 = gedüngt, Mahdtermin 1.7.; M2 = ungedüngt, Mahdtermin 1.7.; M3 = ungedüngt, differenzierte Mahd; Ext = Extensivwiese; MW+s = Mittelwert + Standardabweichung

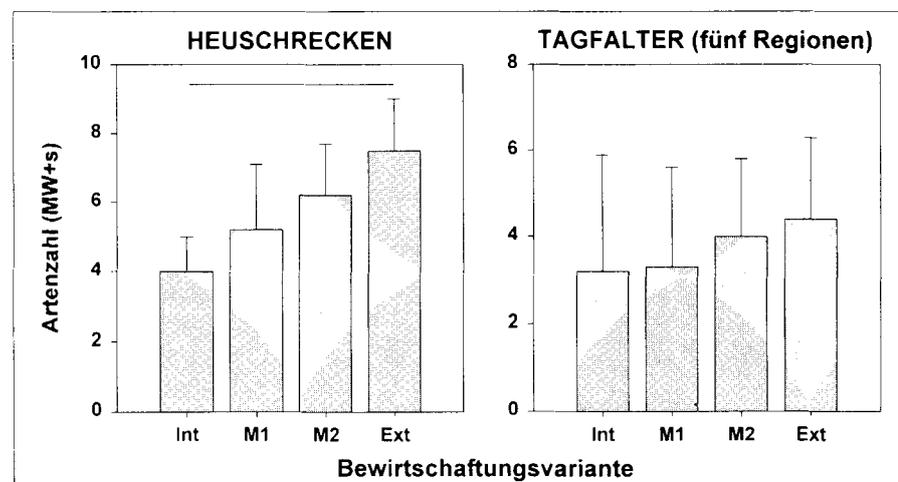


Abb. 2b: Vergleich der mittleren Artenzahlen von Heuschrecken und Tagfaltern auf unterschiedlichen Bewirtschaftungsvarianten.

Heuschrecken: Wiesmet 1995; Tagfalter: fünf Wiesenbrüter-Regionen 1995. Erläuterungen vgl. Abb. 2a.

duenzahlen (Abb. 3, rechte Spalte). Hier zeigt sich besonders die Bedeutung der Altgrasstreifen (in den M3-Flächen) bzw. der benachbarten Brachestreifen als Refugialflächen für die Populationen von spezialisierten Arten in der genutzten Kulturlandschaft (vgl. M3-Fläche und Brache mit M2-Fläche).

Über alle Flächen betrachtet ergibt sich für die Anzahl an euryöken und stenöken Zikadenarten (vgl. Tab. 1) auf den einzelnen Bewirtschaftungstypen folgendes Bild (Abb. 4): Die mittleren Artenzahlen der ökologisch anspruchsvolleren, stenöken Arten stieg von Intensivflächen über M1-, M2-, M3-Flächen bis zu Brachen mehr oder weniger kontinuierlich an. Auf den Extensivwiesen waren signifikant mehr Stenöke und signifikant weniger Euryöke zu finden als auf den gedüngten Varianten (Intensivwiesen und M1-Flächen).

Bei den Heuschrecken-Quadratfängen ergibt sich für alle Arten zusammengenommen ein heterogenes Bild mit

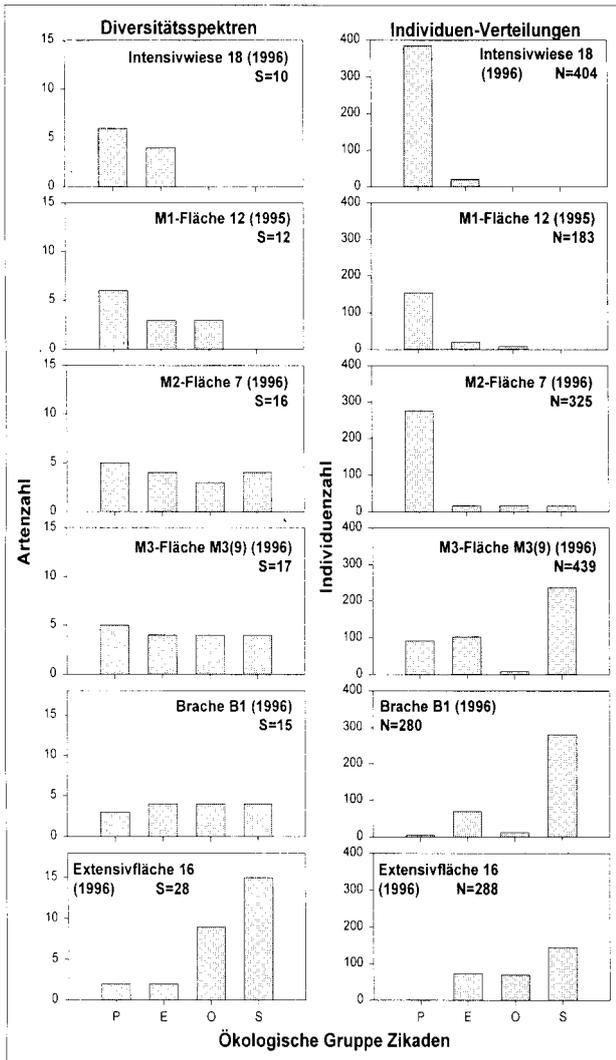


Abb. 3: Verteilung der Zikaden-Arten (linke Spalte) und -Individuenzahlen (rechte Spalte) auf Artengruppen mit unterschiedlichem Habitatbindungsgrad.

Exemplarisch herausgegriffene Flächen unterschiedlicher Bwirtschaffung: P = Pionierarten, E = eurytope Grünlandarten, O = oligotope Grünlandbesiedler, S = Spezialisten.

sehr geringen Abundanzen auf ungedüngten M2-Flächen und extensiv genutzten Streuwiesen, andererseits sehr hohen Individuenzahlen auf M3-Flächen (Abb. 5). Das differenzierte Mahdregime der M3-Vertragsvarianten gewährleistet offensichtlich die für diese Tiergruppe nötige Heterogenität ihrer Lebensräume, um z.B. bei wechselnden Witterungsbedingungen jeweils Stellen mit geeignetem Mikroklima aufsuchen zu können (FROELICH 1995), oder einfach nur, um nach der Mahd des einen Streifens zum anderen wechseln zu können (vgl. Kap. 5.3.2.).

Berücksichtigt man jedoch nur die vier anspruchsvollen, indikatorisch bedeutsamen Arten (Sumpfgrashüpfer, *Chorthippus montanus*; Wiesengrashüpfer, *Ch. dorsatus*; Kurzflügelige Schwertschrecke, *Conocephalus discolor*; Sumpfschrecke, *Stethophyma grossum*), wird die enorme Bedeutung von extensiven Flächen für diese gefährdeten Heuschrecken deutlich.

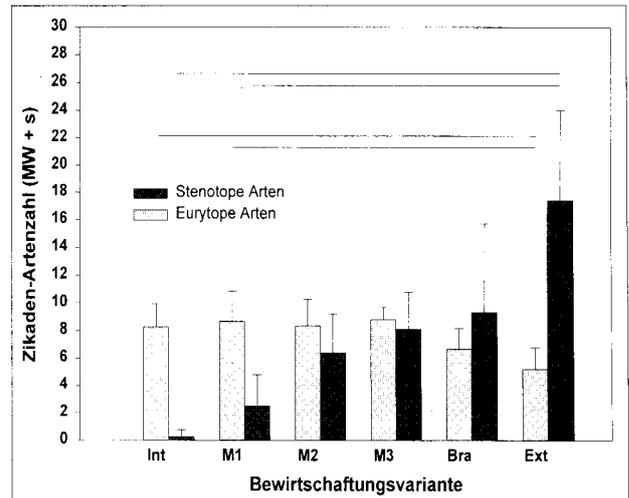


Abb. 4: Mittlere Zikaden-Artenzahlen pro Bewirtschaftungsvariante, unterschieden nach eurytopen und stenotopen Arten (Wiesmet 1995, 1996).

MW+s = Mittelwert + Standardabweichung Striche über den Säulen geben signifikante Unterschiede auf dem 5 %-Niveau an (Dunn's Test). Int = Intensivwiese; M1 = gedüngt, Mahdtermin 1.7.; M2 = ungedüngt, Mahdtermin 1.7.; M3 = ungedüngt, differenzierte Mahd; Ext = Extensivwiese.

Einen kleinen Nebeneffekt der Untersuchungen zeigt Abb. 6: Die differenziert bewirtschafteten M3-Varianten waren Mitte August - bei hohen Schwankungen der einzelnen untersuchten Flächen - regelrechte "Kinderstuben" für Kurzfühlerschrecken (Caelifera). Andererseits fanden sich in gedüngten, spät gemähten M1-Flächen relativ die meisten Larven der beiden häufigsten Langfühlerschrecken Großes Heupferd (*Tettigonia viridissima*) und Roels's Beißschrecke (*Metrioptera roeselii*) (vgl. ACHTZIGER, NICKEL & SCHREIBER 1995).

5.2.3 Einfluss der Extensivierungsdauer (Vertragslaufzeit)

Aus Sicht der Erfolgskontrolle wäre es sehr interessant, die zeitliche Entwicklung bzw. Veränderungen der Pflanzen- und Tiergemeinschaften auf den im Zuge der Vertragsvereinbarungen extensivierten Flächen von Beginn an zu dokumentieren. Dazu müsste der Ausgangszustand auf verschiedenen, unterschiedlich genutzten Flächen erhoben und in bestimmten zeitlichen Abständen evtl. auftretende Veränderungen in den Gemeinschaftsstrukturen (Populationsgrößen, Artenzusammensetzung, Artenzahl etc.) aufgenommen werden ("Soll-Ist-Vergleich", vgl. KRIEGBAUM 1996). Nur so sind diese Veränderungen auch tatsächlich auf die Extensivierungsmaßnahmen zurückführbar. Da solche Zeitreihen nur in wenigen Ausnahmefällen vorliegen und zudem meist sehr kurz sind, kann die Entwicklung nur indirekt, z.B. über den Vergleich unterschiedlich lang extensivierter Flächen, grob nachgezeichnet werden ("Mit-Ohne-Vergleich", vgl. KRIEGBAUM 1996).

Im Mittel stiegen die Artenzahlen der Zikaden mit zunehmender Laufzeit der Verträge an, jedoch waren die Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersklassen

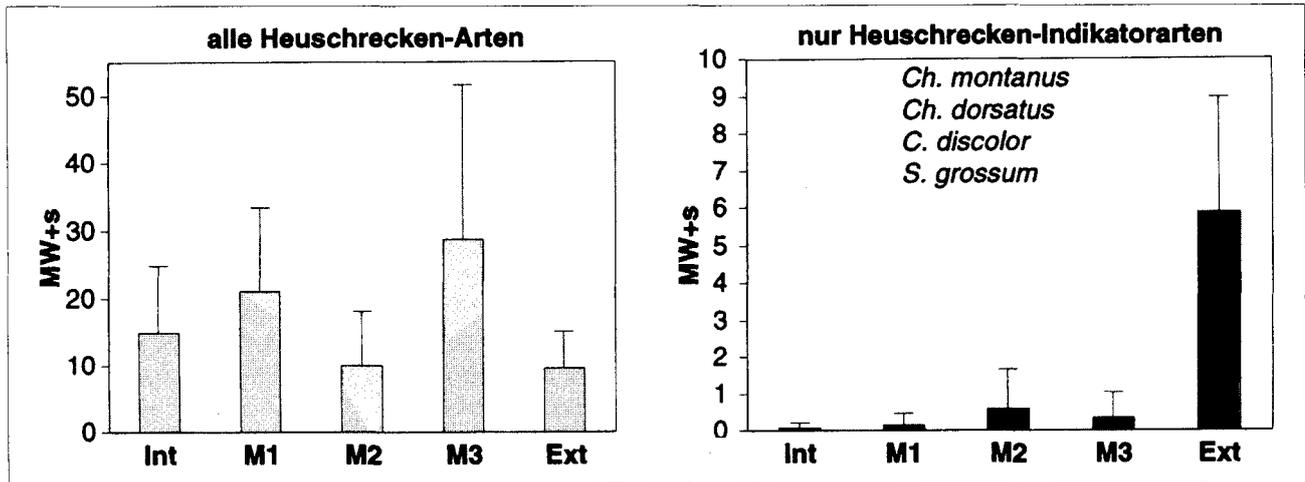


Abb. 5: Mittlere Heuschrecken-Individuenzahlen pro Bewirtschaftungsvariante (Wiesmet 1996)

Int = Intensivwiese; M1 = gedüngt, Mahdtermin 1.7.; M2 = ungedüngt, Mahdtermin 1.7.; M3 = ungedüngt, differenzierte Mahd; Ext = Extensivwiese; MW+s = Mittelwert + Standardabweichung

nicht signifikant. Deutlichere Zusammenhänge zeigen sich bei Betrachtung der Artenzusammensetzung. So ist die mittlere Biotopspezifität der Zikadengemeinschaften auf den Vertragsflächen im Wiesmet positiv mit der Vertragsdauer korreliert (Abb. 7), d.h. mit zunehmender Laufzeit steigen auch Anzahl und Anteil spezialisierter Arten pro Fläche an.

Diese Korrelation kommt allerdings durch Überlagerung mit der Bewirtschaftungsvariante zu Stande, da die drei bereits länger extensivierten Parzellen ausnahmslos M2-Flächen waren (vgl. Abb. 7, schwarze Punkte). Dies spricht dafür, dass die Faunenveränderungen in erster Linie auf die Art der Extensivierung (v.a. Düngungs- und Mahdregime) und nicht so sehr auf die Laufzeit per se zurückzuführen sind. Im Königsauer Moos waren auch nach zwölf Jahren Laufzeit nahezu keine Unterschiede im Zikadenartenspektrum von Vertragsflächen und Intensivreferenzen festzustellen, was die bereits in Kap. 5.2.1. vorgestellte Einschätzung bestätigt.

Bei der Interpretation der bereits vorgestellten sowie der folgenden Ergebnisse ist immer das Problem zu berücksichtigen, dass der Ausgangszustand der meisten Flächen, der ebenfalls eine Momentaufnahme einer individuellen Entwicklung darstellt, vor Beginn des Wiesenbrüterprogramms nicht bekannt ist. Je feuchter - und damit schlecht bzw. nur extensiv nutzbar - eine Fläche war, desto früher wurde sie vermutlich von den Landwirten in den Vertragsnaturschutz eingebracht. Dafür spricht etwa die im Wiesmet gefundene positive Korrelation zwischen Vertragslaufzeit und mittlerer Feuchtezahl der Vegetation (Ellenberg-Werte, vgl. ACHTZIGER, NICKEL & SCHREIBER 1995). Daher kann nicht in allen Fällen davon ausgegangen werden, dass die Vertragsdauer auch gleich der Extensivierungsdauer ist. Nichtsdestotrotz ist dieser Befund aus Sicht der Effizienzkontrolle positiv zu sehen, da so die feuchten, naturschutzfachlich wertvolleren Wiesen, bei denen eine Extensivierung noch am aussichtsreichsten ist, sehr früh geschützt werden konnten.

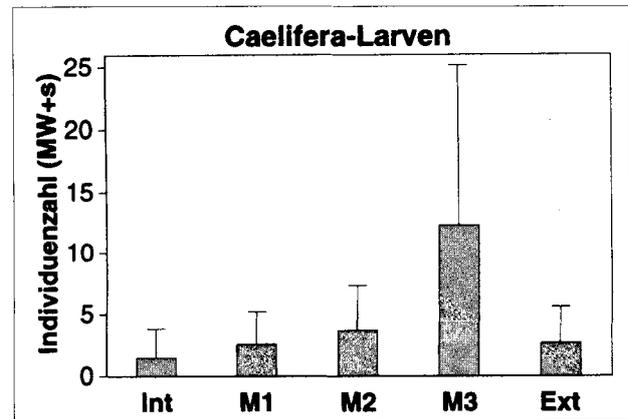


Abb. 6: Mittlere Individuenzahlen der Caelifera-Larven pro Bewirtschaftungsvariante (Wiesmet 1996, Ende August).

Int = Intensivwiese; M1 = gedüngt, Mahdtermin 1.7.; M2 = ungedüngt, Mahdtermin 1.7.; M3 = ungedüngt, differenzierte Mahd; Ext = Extensivwiese; MW+s = Mittelwert + Standardabweichung.

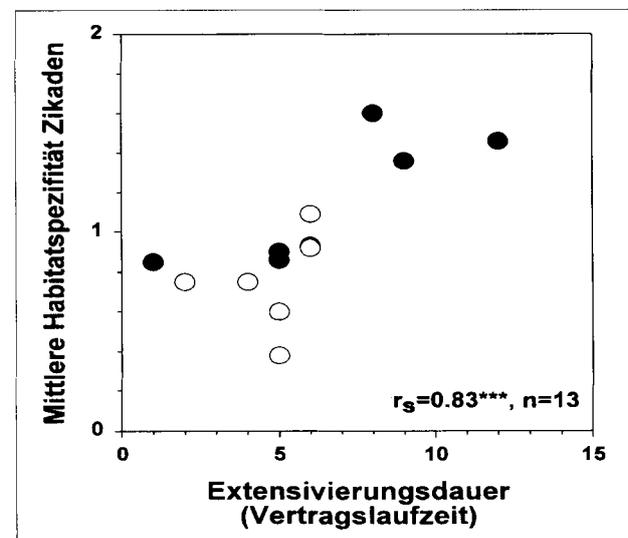


Abb. 7: Beziehung zwischen der mittleren Habitatspezifität der Zikadengemeinschaft auf einer Fläche und der Extensivierungsdauer (Laufzeit des Vertrags; Wiesmet 1995).

○ = M1-Vertragsfläche, ● = M2-Vertragsfläche.

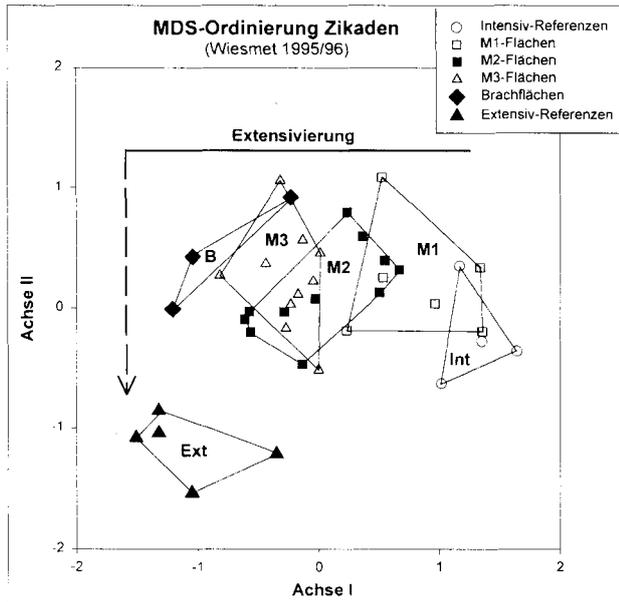


Abb. 8: Ergebnisse einer MDS-Ordinierung der Wanzen-Artengemeinschaften auf den 1995 und 1996 im Wiesmet untersuchten Flächen.

Bewirtschaftungsvarianten: Int = Intensivwiese; M1 = gedüngt, Mahdtermin 1.7.; M2 = ungedüngt, Mahdtermin 1.7.; M3 = ungedüngt, differenzierte Mahd; Ext = Extensivwiese; äußerste Punkte jeweils mit Strichen verbunden.

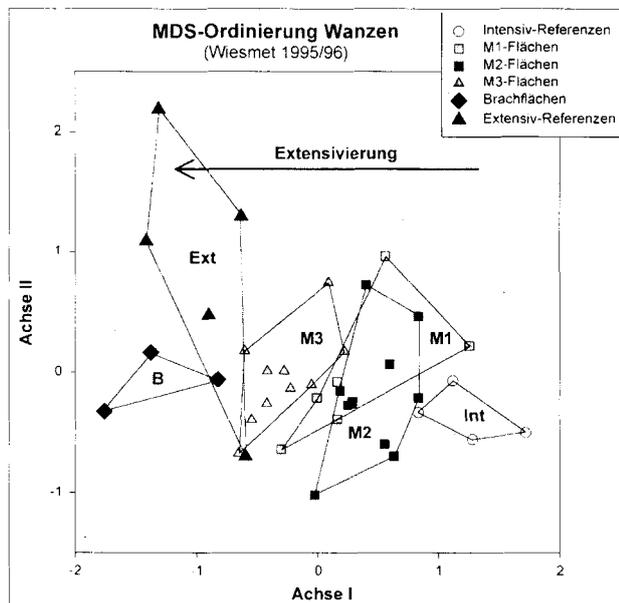


Abb. 9: Ergebnisse einer MDS-Ordinierung der Wanzen-Artengemeinschaften auf den 1995 und 1996 im Wiesmet untersuchten Flächen.

Bewirtschaftungsvarianten: Int = Intensivwiese; M1 = gedüngt, Mahdtermin 1.7.; M2 = ungedüngt, Mahdtermin 1.7.; M3 = ungedüngt, differenzierte Mahd; Ext = Extensivwiese; äußerste Punkte jeweils mit Strichen verbunden.

5.2.4 Zusammenschau und Fazit: Entwicklung der Insektengemeinschaften im Extensivierungsgradienten

Zur Darstellung der Entwicklung von Zikaden-, Wanzen- und Heuschreckengemeinschaften auf den unterschiedlich extensivierten Vertragsvarianten wurden MDS-Ordinierungen vorgenommen (Abb. 8-10). Diese geben

die Ähnlichkeit der Untersuchungsflächen bzgl. ihrer qualitativen und quantitativen Artenzusammensetzung wieder: Nahe beieinander liegende Standorte weisen dabei hohe Ähnlichkeiten auf, weit voneinander entfernte hingegen nur geringe.

Unter Einbeziehung der bereits dargestellten Ergebnisse können folgende Aussagen abgeleitet werden:

- Die Ordinierungen liefern für Zikaden, Wanzen und Heuschrecken relativ ähnliche Bilder; die Gemeinschaften von gleich bewirtschafteten Flächen bilden zumeist Gruppen mit ähnlicher Artenzusammensetzung (in den Abbildungen mit Umrandungsstrichen hervorgehoben).
- Vergleichbar den Artenzahlen (vgl. Abb. 2-4) ergibt sich eine Abfolge von Gruppen ähnlicher Artenzusammensetzungen entlang eines Extensivierungsgradienten (Pfeile entlang von Achse I) von intensiv genutzten Flächen (Int, helle Kreise) über M1-, M2- und M3-Flächen zu Brachen (B, schwarze Dreiecke).
- Bei den Zikaden (Abb. 8) liegen Intensivreferenzen und gedüngte M1-Flächen etwas abgesetzt, während sich (ungedüngte) M2- und M3-Flächen sowie Brachen teilweise überlappen. Dieses Muster kann als Reaktion auf die Extensivierungsmaßnahmen, insbesondere auf das Einstellen der Düngung (Unterschied M1-/M2-Flächen) interpretiert werden (vgl. Abb. 3). Die Extensiv-Referenzflächen weisen aufgrund einer Reihe spezifischer, ökologisch anspruchsvoller Arten deutlich abweichende Artenzusammensetzungen auf und werden im Ordinationsdiagramm von allen anderen Bewirtschaftungsvarianten entlang von Achse II abgesetzt. Sie werden auch durch die M3-Vertragsvarianten noch nicht erreicht, d.h. keine Vertragsvariante des Wiesenbrüterprogramms hat nach maximal zwölf Extensivierungsjahren zur annähernden Regeneration typischer Zikadenartengemeinschaften von Streuwiesen geführt. Daraus kann man folgern, dass die Maßnahmen nur sehr langsam und auch nur bei Beendigung der Düngung und Reduzierung der Mahd zu nachweisbaren Erfolgen führen. Eine Regeneration feuchtbiooptischer Zikadengemeinschaften ist - wenn überhaupt - nur langfristig, im Laufe von Jahrzehnten, zu erreichen (gestrichelter Pfeil in Abb. 6).
- Bei den Wanzen (Abb. 9) sind die Intensivreferenzen und Brachen etwas weiter abgesetzt, die Extensivreferenzen weniger stark. M1- und M2-Flächen überlappen sich relativ stark, M2- und M3-Flächen nahezu gar nicht. Dies könnte auf die bereits erwähnte positive Reaktion der Wanzen-Gemeinschaften auf "Verbrachung" bzw. "Versaumung" durch geringere Mahdintensität und die zunehmende Schaffung ungestörter Bereiche (Altgrasstreifen in M3-Flächen, Brachestreifen) hindeuten. Der Wegfall der Düngung (Unterschied zwischen M1- und M2-Flächen) spielt dagegen für die Ausprägung der Wanzen-Gemeinschaften offenbar eine geringere Rolle.

- Bei den Heuschrecken (Abb. 10) sind die M3-Flächen mit ihrem differenzierten Mahdregime von den übrigen Nutzflächen etwas in Richtung der extensiv bewirtschafteten Flächen abgerückt, was darauf hindeutet, dass die hier fast das ganze Jahr vorhandene Strukturvielfalt positive Auswirkungen auf diese Tiergruppe hat. Auffallend sind allerdings die großen Unterschiede der Artengemeinschaften zwischen Vertragsflächen und Extensivreferenzen. Die Einstellung der Düngung sowie die Strukturverbesserung stellen daher nur einen kleinen Schritt auf dem Weg zu einer Regenerierung typischer Streuwiesengemeinschaften dar.
- Als besonders wertvoll für den Artenschutz sind diejenigen Vertragsflächen anzusehen, die den Extensivreferenzen am ähnlichsten sind, also aus Sicht der Zikaden, Wanzen und Heuschrecken die (ungedüngten) M3-Flächen und die Brachen.

5.3 Auswirkungen des Mahdregimes

Auf die in der Vegetation lebenden Arthropodenpopulationen wirkt sich die Mahd kurzfristig zum einen direkt durch das Abtöten oder Entfernen von Individuen, Eigelagen oder Puppen, zum anderen indirekt durch den Entzug der Nahrungsressourcen und der räumlichen Struktur aus (vgl. Zusammenstellung in GERSTMEIER & LANG 1996). Wichtige Faktoren für die Intensität der kurzfristigen Auswirkungen sind dabei auf der Seite der Mahd der Mahdtermin, die Mahdhäufigkeit und die Mahdmethode (vgl. HUNSDORFER & JENNERT 1994). Auf der Seite der Arthropoden sind als wichtige Faktoren zu nennen: Mobilität (Möglichkeiten zu Flucht; bei Insekten meist abhängig vom Entwicklungsstadium), Zeitdauer des Vorkommens auf der zu mähenden Fläche, genutzte Vegetationsschicht (Blütenhorizont, krautige Vegetation, Bodenoberfläche) und Körpergröße. Neben diesen kurzfristigen Auswirkungen, die noch relativ leicht festzustellen sind, wirkt sich eine regelmäßig durchgeführte Mahd auch mittel- und langfristig auf die Zusammensetzung und Struktur der Phyto- und Zoozönosen aus.

5.3.1 Langfristige Wirkungen

Die langfristigen Auswirkungen der Mahd dürften v.a. in der Veränderung von Artenspektrum und Struktur der Vegetation liegen, wodurch direkt auch Wirtspflanzenangebot und Mikroklima beeinflusst werden. Beide Faktoren sind wiederum von entscheidender Bedeutung für das Vorkommen phytophager Insekten.

So konnte eine ganze Reihe von Zikadenarten ausschließlich auf den einschürigen Flächen festgestellt werden. Hierzu zählten insbesondere monophage Besiedler von typischen Streuwiesenpflanzen (z.B. Pfeifengras, *Molinia caerulea*; Seggen-Arten, *Carex* spp.; Mädesüß, *Filipendula ulmaria*), welche wiederum auf den zweischürigen Flächen fehlen. Dies kann also als indirektes Indiz für einen kausalen Zusammenhang zwischen Mahd-

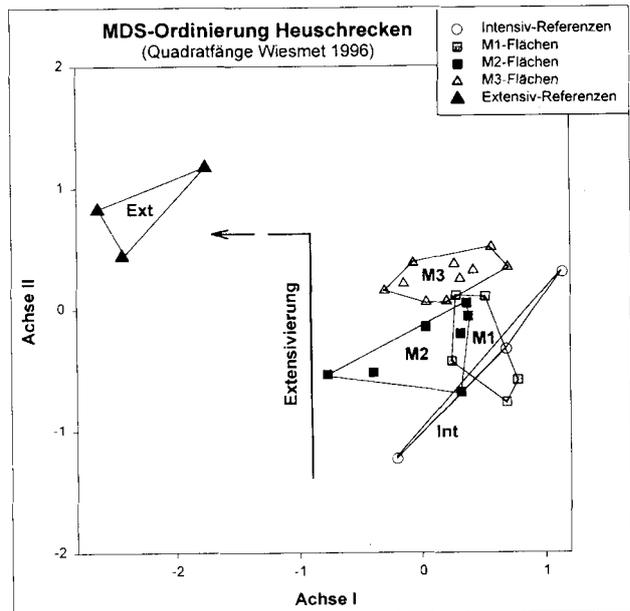


Abb. 10: Ergebnisse einer MDS-Ordinierung der Heuschrecken-Artengemeinschaften (Quadratfänge) auf den 1996 im Wiesmet untersuchten Flächen.

Bewirtschaftungsvarianten: Int = Intensivwiese; M1 = gedüngt, Mahdtermin 1.7.; M2 = ungedüngt, Mahdtermin 1.7.; M3 = ungedüngt, differenzierte Mahd; Ext = Extensivwiese; äußerste Punkte jeweils mit Strichen verbunden.

häufigkeit und Artenzahl phytophager Insekten gewertet werden. Über eventuelle Auswirkungen des durch das Mahdregime veränderten Mikroklimas können anhand der derzeitigen Datengrundlage keine Aussagen getroffen werden. Allerdings liegt die Vermutung nahe, dass z.B. hygrophile Arten (insbesondere ihre austrocknungsempfindlicheren Entwicklungsstadien) durch den Schnitt und die darauf folgende, oft wochenlange Besonnung und Austrocknung beeinträchtigt werden. Hierzu wären jedoch weitergehende, autökologische Untersuchungen notwendig.

Bei einem Vergleich der Artengemeinschaften der unterschiedlich gemähten Streifen auf den M3-Flächen (vgl. Tab. 2), die differenziert beprobt wurden, konnten bei den Wanzen höhere Artenzahlen in den nur einmal pro Jahr gemähten 15.7.-Streifen sowie in den Altgrasstreifen festgestellt werden; auf letzteren waren insbesondere störungsempfindlichere, größerwüchsige Arten zu finden. Eine Differenzierung der Artenverteilung auf die unterschiedlichen Mahdstreifen konnte - bei hoher Variabilität - auch für die Zikaden gezeigt werden. Dabei erwiesen sich die Altgrasstreifen als besonders förderlich; die Frühmahdstreifen mit ihrem frischen Aufwuchs waren vor der zweiten Mahd (meist im August zusammen mit den 15.8.-Streifen) besonders durch die typischen Grünlandarten unter den Zikaden besiedelt.

5.3.2 Kurzfristige Wirkungen der Mahd und Refugialfunktion benachbarter Flächen

Diejenigen Arten, die dem durch die Mahd ausgeübten Selektionsdruck widerstehen (etwa durch hohe Mobilität

oder günstige, "eingepasste" Lebenszyklen), werden langfristig gefördert, da die Mahd eine Wiederbewaldung verhindert und besonders Gräser und Kräuter als wichtige Nährpflanzen von Zikaden und Wanzen begünstigt. Aber auch diese Arten werden durch das Mahdereignis akut beeinträchtigt, und zwar durch Tötung und Abtransport von adulten Tieren und Entwicklungsstadien sowie durch Reduktion der Nährpflanzenmasse und Veränderung des Mikroklimas (z.B. Austrocknung). Auf der anderen Seite können gemähte, wieder aufwachsende Bereiche auch das Nahrungsangebot für phytophage Insekten verbessern; dies gilt jedoch zumeist nur für besiedlungsfreudige und nitrophile Arten (r-Strategen).

Die Dezimierung von Heuschrecken durch eine Mahd (vgl. DETZEL 1987, MALKUS 1997) konnte u.a. für eine Streuwiese belegt werden, die wenige Tage vor und nach der Mahd beprobt wurde. Arten- und Individuenzahlen nahmen erwartungsgemäß deutlich ab (Abb. 11).

Die Frage, ob die Tiere während und nach der Mahd auf nicht oder zu anderen Terminen gemähte, benachbarte Flächen ausweichen und von dort aus später zurückkehren, ist methodisch nur schwer anzugehen (s.u.). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden dazu auf den M3-Flächen jeweils ein bis zwei Tage vor und etwa zwei Tage nach der Mahd der 15.8.-Streifen Beprobungen der Wanzen und Zikaden auf den gemähten Streifen sowie auf den unmittelbar benachbart liegenden, nicht gemähten Streifen (meist Altgras- oder 15.7.-Streifen) durchgeführt (vgl. Tab. 2, 3).

Auch die Individuendichten von Wanzen und Zikaden auf den gemähten 15.8.-Streifen der M3-Flächen gehen unmittelbar nach der Mahd drastisch zurück. Die Dichte der Wanzen, insbesondere der ungeflügelten Wanzenlar-

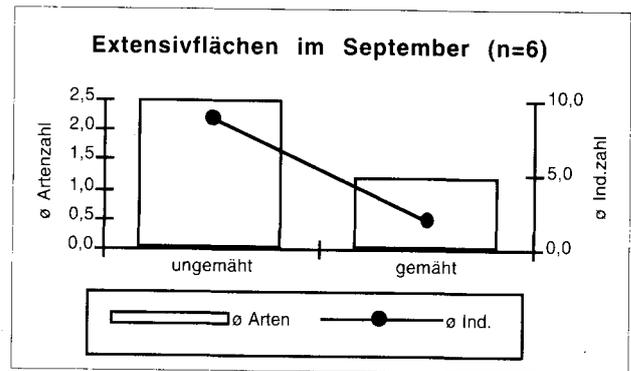


Abb. 11: Ungemähte und gemähte Quadratproben im Wiesmet (Streuweise im NSG) im September 1996.

ven, war anschließend auf den angrenzenden Flächen z.T. deutlich höher als vor dem Mahdereignis (Abb. 12), was zumindest für eine kurzfristige Refugialfunktion ungemähter Bereiche spricht. Für die insgesamt mobileren und kleinwüchsigeren Zikaden konnte eine solche Reaktion nicht beobachtet werden. Solche Phänomene sind wohl nur durch methodisch sehr aufwendige Individualmarkierungen nachweisbar. So konnte etwa BOCKWINKEL (1988) durch die Markierung von Graswanzen (*Stenodemini*) feststellen, dass ein Wechsel dieser Arten von gemähten auf ungemähte Flächen stattfinden kann (dies betraf 12,5 % der Individuen). Allerdings darf die Mobilität der Graswanzen auch nicht überschätzt werden: So lag die zwischen Markierung und Wiederfang zurückgelegte Entfernung bei der Graswanze *Notostira elongata* in den meisten Fällen unter 10 m (BOCKWINKEL 1988). Da die Nahrungsressourcen (für Graswanzen im Wesentlichen reife Grassamen) auf den gemähten Flächen

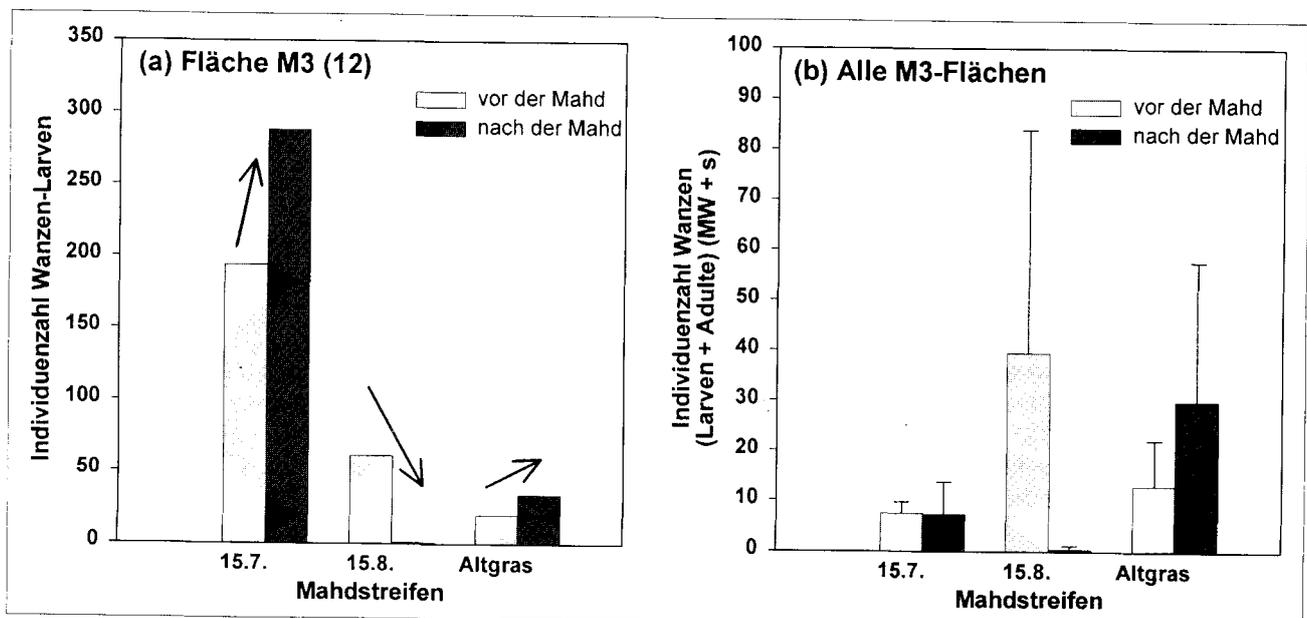


Abb. 12: Kurzfristige Auswirkungen der Mahd auf Wanzenpopulationen: (a) Individuenzahlen der Larven der Untersuchungsfläche M3(12) auf dem gemähten 15.8.-Streifen und den benachbarten, nicht gemähten 15.7.-Streifen bzw. Altgrasstreifen kurz vor und nach der Mahd; (b) Individuenzahlen auf 15.7.-, 15.8.- und Altgrasstreifen vor und nach der Mahd über alle M3-Flächen (Wiesmet 1996). MW+s = Mittelwerte + Standardabweichungen

nicht mehr zur Verfügung stehen, ist auch eine kurzfristige Rückbesiedelung der gemähten Flächen aus den Refugialbereichen zumindest für einige Arten nicht sehr wahrscheinlich. Es finden sich dort häufig nur noch Pionierarten oder typische, mit ihrem Lebenszyklus "eingepasste", euryöke Grünlandarten.

5.4 Vorstudie zur Zikaden- und Wanzenfauna der Mittelgebirgswiesen

Im Rahmen vorläufiger Untersuchungen wurde mit den selben Methoden (vgl. Kap. 4.3., Fangtermine jedoch ca. zwei Wochen später) die Zikaden- und Wanzenfauna in der Teuschnitzaue im Frankenwald (ACHTZIGER et al. 1996) und in verschiedenen Feuchtgrünlandbereichen des südöstlichen Bayerischen Walds erfasst (ACHTZIGER, NICKEL & SCHOLZE 1995). Die Ergebnisse lassen vermuten, dass Arten- und Individuenzahlen in den meist nur extensiv genutzten, ertragsärmeren Mittelgebirgswiesen höher sind als auf den konventionell bewirtschafteten (gedüngten und mehrschürigen) Wiesen der tieferen Lagen. Hinzu kommt, dass sich die Insektengemeinschaften, insbesondere der vergleichsweise intensiv genutzten und der etwa im Rahmen des Wiesenbrüterprogramms extensiv genutzten Wiesen, weniger deutlich voneinander unterscheiden als im Tiefland. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, welche Faktoren ausschlaggebend für die Verteilung der Tiere auf solchen Flächen sind und welche Kriterien für die Beurteilung des naturschutzfachlichen Erfolgs im Rahmen von Effizienzkontrollen in Mittelgebirgswiesen Anwendung finden können.

6 Folgerungen aus Sicht der Erfolgskontrolle

Naturschutzfachliche Erfolgskontrollen haben das Ziel, den fachlichen Erfolg bestimmter Maßnahmen (Pflege, Schutzgebietsausweisungen, Nutzungsvereinbarungen oder -auflagen usw.) zu bewerten und auf dieser Grundlage zukünftige Maßnahmen und Mitteleinsätze zu optimieren (KRIEGBAUM 1996). Eine Bewertung der Maßnahmen setzt die Formulierung von Zielen und Bewertungskriterien voraus.

Ziele:

Im Fall des hier behandelten Wiesenbrüterprogramms als Teil des Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramms wird - neben der Förderung wiesenbrütender Vogelarten - auch auf die Entwicklung und Förderung artenreicher und biotoptypischer Feuchtwiesen-Biozönosen mit ihren oft hohen Anteilen gefährdeter Tier- und Pflanzenarten abgezielt (vgl. Kap. 1). Als repräsentativer, aber sicherlich nicht vollständiger Ausschnitt aus diesen Feuchtwiesen-Lebensgemeinschaften wurden die im wesentlichen phytophagen Insektengruppen der Zikaden, Wanzen, Heuschrecken und Tagfalter untersucht.

Bewertungskriterien:

Artenzahl, qualitative und quantitative Artenzusammensetzung und Anzahl biotopspezifischer bzw. ökologisch anspruchsvoller Arten können als Kriterien herangezogen werden, anhand derer die verschiedenen Nutzungsvereinbarungen im Sinne einer naturschutzfachlichen Erfolgskontrolle mit obiger Zielsetzung bewertet werden können.

Die Ergebnisse dieser Bewertung, die größtenteils bereits im Ergebnisteil dargestellt wurde, können getrennt für die einzelnen Vertrags- und Bewirtschaftungsvarianten wie folgt zusammengefasst werden:

(1) Späterer Mahdtermin / Düngung (M1-Verträge im Wiesmet)

Eine verspätete Mahd alleine reicht nicht aus, um eine Re-Etablierung feuchtwiesentypischer Insektenzönosen wirkungsvoll zu fördern: Die auf solchen Flächen (M1-Verträge) vorgefundenen Artengemeinschaften waren mit Ausnahme der Wanzen bei allen untersuchten Tiergruppen relativ artenarm (vgl. Abb. 2) und unterschieden sich bzgl. des Anteils stenöker Zikadenarten nur geringfügig von denjenigen auf herkömmlich bewirtschafteten Intensivwiesen (vgl. Abb. 3, 4 und 8).

(2) Späterer Mahdtermin / keine Düngung (M2-Verträge im Wiesmet)

Erste größere Erfolge bzgl. der Ausbildung artenreicher, ökologisch spezialisierter Artengemeinschaften sind erst nach Aufgabe der Düngung zu verzeichnen: Eine Reihe von spezialisierten Zikadenarten, die auf den gedüngten Flächen fehlen, stellte sich neu ein (vgl. Abb. 2, 3 und 4), wodurch sich die Artenzusammensetzung auf diesen Flächen, insbesondere nach einer Extensivierungsdauer von etwa acht Jahren (vgl. Abb. 7), deutlich von denen intensiv genutzter Wiesen absetzt (vgl. Abb. 8). Dies gilt auch für die insgesamt störungsempfindlicheren Wanzen (vgl. Abb. 9), die bereits durch einen späteren Mahdtermin gefördert werden. Eine Kombination von späterer Mahd und Einstellung der Düngung (M2-Verträge) begünstigt beide Tiergruppen und sollte daher favorisiert werden (s.u.).

(3) Differenzierte Mahd / keine Düngung (M3-Verträge im Wiesmet)

Die Vertragsvariante mit einer Kombination aus differenzierten Mahdterminen und Einstellung der Düngung erbrachte bei allen Tiergruppen die größten Erfolge: Gesamtartenzahl sowie Anzahl und Populationsgrößen ökologisch spezialisierter Arten waren z.T. signifikant höher als auf den anderen Vertragsvarianten (vgl. Abb. 2, 3 und 4); die Entwicklung der Artenzusammensetzung in Richtung Extensivierung war deutlich zu erkennen (vgl. Abb. 8 und 9). Heuschrecken profitierten quantitativ vom differenzierten Mahdregime (vgl. Abb. 5 und 6). Erstmals sind auf diesen Flächen Unterschiede zu den Intensivwiesen statistisch absicherbar (vgl. Abb. 2, Zikaden). Dies ist auf die kleinräumige Strukturierung der Flächen zurück-

zuführen, die verschiedensten Arten mit unterschiedlichen Lebenszyklen Nahrungs- und Lebensraum anbietet (Kap. 5.3.1.). Eine solches Mosaik unterschiedlich genutzter Flächen sollte nicht nur auf Parzellenebene, sondern auch auf Landschaftsebene angestrebt werden. Dies gilt besonders in Hinblick auf die nachgewiesene Refugialfunktion nicht gemähter Bereiche während der Mahd (vgl. Abb. 12a). Da sich diesbezüglich besonders die Altgrasstreifen als förderlich erwiesen (vgl. Abb. 12b), sollte diese Nutzungsvariante bei einer evtl. Vereinfachung der Nutzungsvereinbarungen der M3-Verträge auf jeden Fall beibehalten werden.

(4) Brachestreifen

Die Anlage von nicht oder kaum genutzten Brachestreifen führte zu keinem weiteren Anstieg der mittleren Artenzahlen (vgl. Abb. 2), jedoch zu einer relativen wie auch absoluten Zunahme spezialisierter Arten (vgl. Abb. 3 und 4). Einige dieser Arten wurden auf keiner anderen Bewirtschaftungsvariante gefunden. Berücksichtigt man den geringen Kosten-/Pflege- und Flächenaufwand, dann erweisen sich diese, besonders entlang von Gräben in die Landschaft eingestreuten Brachestreifen aus Sicht der Erfolgskontrolle als äußerst effektiv.

(5) Streuwiesen (Naturschutzgebiete, Extensivreferenzflächen)

Von jeher nur extensiv bewirtschaftete Streuwiesen stellen enorm wichtige Refugien und potentielle Wiederausbreitungszentren zahlreicher und oftmals hochspezialisierter Feuchtwiesenbewohner dar (vgl. Abb. 1-5). Der Erhalt solcher Bereiche ist - selbst bei nur kleinen Flächen - von allergrößter Bedeutung für den Artenschutz in der Kulturlandschaft, da viele Arten ausschließlich in solchen Bereichen anzutreffen sind. Nach Intensivierung der Nutzung auf solchen Flächen ist eine Regenerierung der dort ehemals lebenden Feuchtwiesenzönosen ausgesprochen langwierig und wird oftmals auch nach Jahrzehnten der Extensivierung noch nicht erreicht (vgl. Abb. 8-11).

Resümee:

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein wirkungsvoller Beitrag zum Schutz gefährdeter und/oder spezialisierter Insektenarten nur auf solchen Vertragsflächen geleistet wird, die ungedüngt und höchstens einschürig waren (Altgrasstreifen, teilweise 15.8.-Streifen auf den M3-Flächen und Brachen).

Das Leitbild des Naturschutzes im Feuchtgrünland sollten funktionsfähige Landschaften sein, in denen das Überleben von Feuchtwiesenbesiedlern (Vögel, Arthropoden, Pflanzen usw.) genauso möglich ist wie eine Grünlandnutzung und die Erholung durch den Menschen. Dazu sollte auf Parzellen- wie auf Landschaftsebene ein räumlich wie zeitlich differenziertes Mosaik unterschiedlich genutzter Flächen (Intensivwiesen bis Brachestreifen und Streuwiesen) angestrebt werden. Zur Realisierung eines solchen Leitbilds sollten aufgrund der hier darge-

stellten Ergebnisse folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Beendigung der Düngung auf Flächen des Vertragsnaturschutzes (Umwandeln von Verträgen, in denen Düngung erlaubt ist, in Verträge mit Düngeverbot);
- Reduzierung der Mahd und Erhöhung des Anteils einschüriger Flächen;
- Erhalt und Förderung von höchstens alle zwei Jahre (und nicht gleichzeitig) gemähten Altgras- oder Brachestreifen, z.B. an Weg- und Grabenrändern;
- Wiedervernässung von Teilbereichen (besonders in großflächig trockengelegten Feuchtgrünlandgebieten wie dem Königsauer Moos);
- Schutz sowie Vergrößerung bzw. Regeneration extensiv genutzter Streuwiesenreste.

7 Offene Fragen

Derzeit noch weitgehend unbeantwortet sind folgende Fragen:

- Welcher Mahdzeitpunkt ist am günstigsten, um artenreiche Wirbellosenzönosen zu erhalten bzw. zu regenerieren ?
- Welche Mahdhäufigkeiten sind auf Altgrasstreifen und Brachen geeignet, die dort lebenden spezialisierten Insektenarten zu erhalten und zu fördern ?
- Wie wirkt sich eine Wiedervernässung aus ?
- Wie wirkt sich eine Beweidung mit unterschiedlichen Tieren und mit unterschiedlicher Dichte aus ?
- Sind die hier vorgelegten Ergebnisse auch auf andere Regionen und andere Höhenlagen übertragbar ?

8 Zusammenfassung

Im Rahmen von Untersuchungen zur Erfolgskontrolle von Extensivierungsmaßnahmen des bayerischen Vertragsnaturschutzprogramms wurden unterschiedlich bewirtschaftete Feuchtgrünlandflächen auf ihre Fauna hin untersucht: Mehrschürige, gedüngte Wiesen (Intensiv-Referenzflächen), M1- (verspätete Mahd, zweischürig, mit Düngung) M2- (wie M1, jedoch teilweise einschürig und ohne Düngung), M3-Vertragsvarianten (differenziertes Mahdregime ohne Düngung), Brachflächen sowie Streuwiesen (Extensiv-Referenzen). Bearbeitet wurden Zikaden, Wanzen und Heuschrecken (qualitativ und quantitativ, Kescherfänge und Quadratfänge); zusätzlich wurden Transekterfassungen von Tagfaltern durchgeführt. Natur- und artenschutzfachlich bedeutsame Kriterien wie Artenzahl und Anteil spezialisierter Arten sollten als Prüfkriterien dienen, um den Erfolg der Programmvorgaben zu kontrollieren.

Insgesamt konnten 123 Zikaden-, 59 Wanzen-, 18 Heuschrecken- und 20 Tagfalter-Arten festgestellt werden. Die Insektengemeinschaften reagierten mit unterschiedlicher Empfindlichkeit auf Extensivierungsmaßnahmen im Rahmen des Wiesenbrüterprogramms: Innerhalb des Ex-

tensivierungsgradienten "Intensivwiese - Vertragsfläche mit Düngung (M1-Variante) - Vertragsfläche ohne Düngung (M2-Variante) - ungedüngte Vertragsfläche mit differenzierter und z.T. reduzierter Mahd (M3-Variante) - extensiv genutzte Referenzfläche" stiegen die Artenzahlen z.T. signifikant an. Eine differenziertere Betrachtung unterschiedlich stark spezialisierter Artengruppen innerhalb der Zikaden und Heuschrecken ergab, dass mit zunehmender Extensivierung die Anzahlen spezialisierter Arten absolut und relativ zunahm, die von wenig spezialisierten hingegen leicht abnahmen oder stagnierten.

Die Vertragsvariante mit Düngung (M1) unterschied sich dabei bzgl. Artenzahl und Artenzusammensetzung kaum von konventionell bewirtschafteten Intensivwiesen und erweist sich anhand der hier vorgelegten Daten als uneffizient für den Schutz typischer Feuchtwiesenzönosen. Erste positive - wenn auch statistisch nicht signifikante - Auswirkungen zeigten sich bei Einstellung der Düngung (M2-Variante) und weiterhin nach Reduzierung der Mahd auf höchstens einen Schnitt pro Jahr (M3-Variante). Auch nach maximal zwölf Jahren Vertragslaufzeit waren jedoch noch deutliche Unterschiede zu den von jeher extensiv bewirtschafteten Streuwiesenresten (Extensivkontrollen) zu verzeichnen. Auf den Brachen nahmen die Artenzahlen zwar nicht weiter zu, doch zeichneten sie sich durch eine Reihe spezialisierter Arten aus, die auf diese Vertragsvariante beschränkt war. In stark entwässerten Gebieten stellten sich nach der Extensivierung Bewohner eher trockener Lebensräume ein. Eine Regenerierung "ursprünglicher" Feuchtwiesenfauna benötigt also mindestens Jahrzehnte und ist in manchen Bereichen ohne Wiedervernässung unmöglich.

Eine Ordinierung der Daten der Zikaden, Wanzen und Heuschrecken zeigte, dass zwischen den Artenspektren auf Intensivwiesen, M1- und M2-Flächen nur geringe Unterschiede bestehen und dass die stärkste Veränderung hin zu einer Feuchtwiesenfauna nach Beendigung der Düngung und Reduktion der Mahd auf einen Schnitt pro Jahr (bzw. alle zwei Jahre) erfolgt. Die Zikaden- und Wanzenfauna der Brachen unterscheidet sich deutlich von derjenigen aller anderen Flächen und entwickelt sich offenbar in eine andere Richtung. Vermutlich würden sich hier langfristig Bewohner von Ufern und Bruchwäldern etablieren.

Gefährdete Arten waren bei Zikaden und Wanzen ausschließlich, bei Heuschrecken und Tagfaltern weitestgehend auf M3-Flächen, Brachen und Extensivreferenzen beschränkt, d.h. die Mehrzahl der Verträge (M1 und M2) konnte keinen wesentlichen Beitrag zum Schutz dieser Arten leisten.

Nach Analyse der Auswirkungen der Mahd auf Zikaden- und Wanzengemeinschaften konnten die häufig in der Literatur dokumentierten Bestandseinbußen wiesenbewohnender Tiere unmittelbar nach einem Mahdereignis bestätigt werden; insbesondere die im Vergleich zu den Zikaden weniger mobilen und größerwüchsigen Wanzenlarven reagierten mit starken Populationsrückgängen. Für

eine Wirkung angrenzender Altgras- und Brachstreifen als Rückzugsgebiete konnten Hinweise gefunden werden. Grundsätzlich wird empfohlen, die Bestrebungen zur Extensivierung zu verstärken, wobei Aushagerung durch Düngestop und Reduktion der Mahd auf einen Schnitt pro Jahr im Mittelpunkt stehen müssen. Je nach Gebiet sollte auch der Anteil von Altgrasstreifen und Brachen erhöht werden. In stark entwässerten Gebieten sollten zumindest Teilbereiche wiedervernässt werden. Leitbild sollte ein Mosaik unterschiedlich und vorwiegend extensiv genutzter Flächen sein.

Die im Rahmen einer Vorstudie auf verschiedenen Grünlandflächen montaner Bereiche des Frankenwalds und des Bayerischen Walds untersuchten Zikaden- und Wanzengemeinschaften zeigten ein ausgesprochen heterogenes Bild, das vermutlich auf die größere Diversität hinsichtlich Geologie, Bodenrelief, Mikroklima und Bewirtschaftung zurückzuführen ist.

Dank

Die Untersuchungen wurden im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz durchgeführt. Für die gute Zusammenarbeit bedanken wir uns bei Herrn G. von Losow (LfU München) und Herrn Dr. H. Kriegbaum[†]. Frau Dr. G. Kluxen und Herrn H. Tschunko (Regierung von Mittelfranken, Ansbach) danken wir für vielfältige Hilfe und Informationen zu den zahlreichen Einzelflächen. Herr Dr. H. Fischer (IFANOS, Nürnberg) überließ uns dankenswerterweise vegetations- und bodenchemische Daten zu bestimmten Untersuchungsflächen. Bei Herrn Prof. Dr. R. Remane (Marburg) und Herrn Dr. H. Günther (Ingelheim) bedanken wir uns für die Nachbestimmung einiger kritischer Wanzenarten.

Literatur

- ACHTZIGER, R. (1991): Zur Wanzen- und Zikadenfauna von Saumbiotopen - eine ökologisch-faunistische Analyse als Grundlage für eine naturschutzfachliche Bewertung. - Berichte ANL, 15: 37-68.
- ACHTZIGER, R. (1993, unpubl.): OEKOSTAT - Ein Programm zur Auswertung faunistischer Erhebungen. - TURBO-PASCAL-Programm, unveröff.
- ACHTZIGER, R. (1995): Die Struktur von Insektengemeinschaften an Gehölzen: Die Hemipteren-Fauna als Beispiel für die Biodiversität von Hecken- und Waldrandökosystemen. - Bayreuther Forum Ökologie (bfö), 20: 216 S.
- ACHTZIGER, R. & H. NICKEL (1997): Zikaden als Bio-monitoren für naturschutzfachliche Erfolgskontrollen im Feuchtgrünland. - Beiträge z. Zikadenkunde, 1: 3-16.
- ACHTZIGER, R., H. NICKEL & W. SCHOLZE (1995): Wanzen und Zikaden. - In: DOLEK, M. & A. GEYER (1995): Zoologische Wirkungskontrolle von Naturschutzmaßnahmen (Beweidung von Feuchtflä-

- chen) im Bayerischen Wald. - Unveröff. Ergebnisbericht i.A. der Reg. v. Niederbayern (Landshut), 139 S.
- ACHTZIGER, R., H. NICKEL & R. SCHREIBER (1995): Erfolgskontrolle in Wiesenbrüteregebieten - Tierökologische Untersuchung der Zikaden, Heuschrecken, Tagfalter und Wanzen in ausgewählten Feuchtgrünland-Gebieten Bayerns. - Ergebnisbericht i.A. des Bayer. Landesamts f. Umweltschutz.
- ACHTZIGER, R., H. NICKEL & R. SCHREIBER (1996): Erfolgskontrolle in Wiesenbrüteregebieten - Tierökologische Untersuchung der Zikaden, Heuschrecken, Tagfalter und Wanzen in ausgewählten Feuchtgrünland-Gebieten Bayerns. - Unveröff. Ergebnisbericht i.A. des Bayer. Landesamts f. Umweltschutz.
- ACHTZIGER, R. & W. SCHOLZE (1997): Seltene und gefährdete Wanzenarten aus Bayern (Insecta, Heteroptera). - Beiträge z. Bayerischen Entomofaunistik, 2: 23-38.
- ACHTZIGER, R., W. SCHOLZE & G. SCHUSTER (1992): Rote Liste der Landwanzen (Heteroptera, Geocorisae) Bayerns. - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 111 (Beiträge zum Artenschutz 15): 87-95.
- BELLMANN, H. (1993): Heuschrecken: beobachten, bestimmen. - Augsburg; Naturbuch, 348 S.
- BOCKWINKEL, G. (1988): Der Einfluß der Mahd auf die Besiedelung von mäßig intensiv bewirtschafteten Wiesen durch Graswanzen (Stenodemini, Heteroptera). - Natur u. Heimat, 48 (4): 119-128.
- DETZEL, P. (1985): Die Auswirkung der Mahd auf die Heuschreckenfauna von Niedermoorwiesen. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 59/60: 345-360.
- DETZEL, P. (1992): Heuschrecken als Hilfsmittel in der Landschaftsökologie. - in: TRAUTNER, J. (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. - Ökologie in Forschung und Anwendung, 5: 189-194; Weikersheim; Margraf.
- DETZEL, P. (1995): Zur Nomenklatur der Heuschrecken und Fangschrecken Deutschlands. - *Articulata*, 10 (1): 3-10.
- DIGBY, P.G.N. & R.A. KEMPTON (1987): Multivariate analysis of ecological communities. - London; Chapman & Hall, 206 S.
- EBERT, G. & E. RENNWALD (Hrsg.) (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Bd. 1+2: Tagfalter I+II. - Stuttgart; Ulmer, 552 + 535 S.
- ELLENBERG, H. (1986): Die Vegetation Mitteleuropas und der Alpen aus ökologischer Sicht. - 4. Aufl., Stuttgart; Ulmer, 989 S.
- FISCHER, H.-S. (1999): Auswirkungen des Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramms auf die Vegetationsentwicklung von Feuchtgrünland. - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 150 (Beiträge zum Artenschutz 22): 71-88.
- FROELICH, C. (1995): Analyse der Habitatpräferenzen von Heuschreckenarten (Orthoptera: Saltatoria) in einem Mittelgebirgsraum unter Berücksichtigung regionalere Differenzierungen. - *Articulata-Beihft* 4, 176 S.
- GERSTMEIER, R. & C. LANG (1996): Beitrag zu Auswirkungen der Mahd auf Arthropoden. - *Z. Ökologie u. Naturschutz*, 5: 1-14.
- GEYER, A. & M. BÜCKER (1992): Rote Liste gefährdeter Tagfalter (Rhopalocera) Bayerns. - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 111 (Beiträge zum Artenschutz 15): 206-213.
- GIUSTINA, W. DELLA (1989): Homopteres Cicadellidae. Vol. 3. Compléments aux ouvrages d'Henri Ribaut. - *Faune de France*, 73, Paris.
- GÜNTHER, H. & G. SCHUSTER (1990): Verzeichnis der Wanzen Mitteleuropas (Heteroptera). - *Dtsch. ent. Z., N.F.*, 37 (4-5): 361-396.
- HENGEVELD, R. (1996): Measuring ecological biodiversity. - *Biodiversity letters*, 3: 58-65.
- HERMANN, G. (1992): Tagfalter und Widderchen - Methodisches Vorgehen bei Bestandsaufnahmen zu Naturschutz- und Eingriffsplanungen. - in: TRAUTNER, J. (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. - *Ökologie in Forschung und Anwendung*, 5: 219-238; Weikersheim; Margraf.
- HILDEBRANDT, J. (1990): Phytophage Insekten als Indikatoren für die Bewertung von Landschaftseinheiten am Beispiel der Zikaden. - *Natur u. Landschaft*, 65 (7/8): 362-365.
- HILDEBRANDT, J. (1995): Zur Zikadenfauna im Feuchtgrünland - Kenntnisstand und Schutzaspekte. - Mitt. 1. Auchenorrhyncha-Tagung, Halle: 5-22.
- HUNSDORFER, M. & S. JENNERT (1994): Arbeitsverfahren der Landschaftspflege. - *Merkblätter zur Landschaftspflege und zum Naturschutz*, 4 (Bayer. Landesamt f. Umweltschutz), 123 S.
- JONGMAN, R.G., C.J.F. TER BRAAK & O.F.R. VAN TONGEREN (1987): Data analysis in community and landscape ecology. - Wageningen, 299 S.
- KADNER, D. & R. HELFRICH (1994): Das Bayerische Wiesenbrütere Programm - Historie und Überlegungen zur fachlichen Weiterentwicklung. - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 129 (Beiträge zum Artenschutz 19): 85-97.
- KRIEGBAUM, H. (1992): Rote Liste gefährdeter Springschrecken (Saltatoria) und Schaben (Blattodea) Bayerns. - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 111 (Beiträge zum Artenschutz 15): 83-86.
- KRIEGBAUM, H. (1996): Erfolgskontrollen von Naturschutzmaßnahmen in Bayern aufgezeigt am Beispiel einiger Insektengruppen (Orthoptera, Lepidoptera [Rhopalocera], Homoptera [Auchenorrhyncha]). - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 150 (Beiträge zum Artenschutz 22): 71-88.

- rrhyncha]. - Verh. Westd. Entom. Tag. 1995: 227-247.
- KRIEGBAUM, H. & G. SCHLAPP (1994): Ansätze für Effizienzkontrollen zu den Naturschutzprogrammen. - In: BLAB, J., E. SCHRÖDER & W. VÖLKL (1994): Effizienzkontrollen im Naturschutz. - Schr.-R. Naturschutz u. Landschaftsökologie, 40: 243-262.
- LOSSOW, G. VON, G. SCHLAPP & G. NITSCHKE (1994): Wiesenbrüter-Kartierung in Bayern 1980-1993. - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 129 (Beiträge zum Artenschutz 19): 5-38.
- LUDWIG, J.A. & J.F. REYNOLDS (1988): Statistical ecology, a primer on methods and computing. - New York, 337 S.
- MALKUS, J. (1997): Habitatpräferenzen und Mobilität der Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum* L. 1758) unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. - Articulata, 12 (1): 1-18
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. - 3. Aufl., Heidelberg; Quelle & Meyer, 512 S.
- NÄSSIG, W.A. (1995): Die Tagfalter der Bundesrepublik Deutschland: Vorschlag für ein modernes, phylogenetisch orientiertes Artenverzeichnis (kommentierte Checkliste) (Lep., Rhopalocera). - Ent. Nachr. Ber., 39: 1-28.
- NICKEL, H. (1999): Life strategies of Auchenorrhyncha species on river floodplains in the northern Alps, with description of a new species: *Macropsis remanei* sp. n. (Homoptera). - Reichenbachia, 33: 157-169.
- NICKEL, H. & R. REMANE (1996): Erfassungsstand der Zikadenfauna Bayerns, mit Anmerkungen zum Nährpflanzenspektrum und Habitat. - Verh. 14. Int. Symp. Entomofaun. Mitteleuropa. SIEEC, München 1994: 407-420.
- OSSIANNILSSON, F. (1978): The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark, Part 1: Introduction, infraorder Fulgoromorpha. - Fauna Entomologica Scandinavica, Vol. 7 (1): 1-222.
- OSSIANNILSSON, F. (1981): The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark, Part 2: The families Cicadidae, Cercopidae, Membracidae and Cicadellidae (excl. Deltocephalinae). - Fauna Entomologica Scandinavica, Vol. 7 (2): 223-593.
- OSSIANNILSSON, F. (1983): The Auchenorrhyncha (Homoptera) of Fennoscandia and Denmark, Part 3: The family Cicadellidae: Deltocephalinae, catalogue, literature and index. - Fauna Entomologica Scandinavica, Vol. 7 (3): 594-979.
- PARZINGER, W. (1994): Der Beitrag der ländlichen Entwicklung zum Wiesenbrüterschutz im Unteren Inntal. - Schr.-R. Bayer. Landesamt für Umweltschutz, 129 (Beiträge zum Artenschutz 19): 123-126.
- REMANE, R. (1958): Die Besiedelung von Grünlandflächen verschiedener Herkunft durch Wanzen und Zikaden im Weser-Ems-Gebiet. - Z. ang. Ent., 42 (4): 353 - 400.
- REMANE, R. & W. FRÖHLICH (1994): Vorläufige, kritische Artenliste der im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland nachgewiesenen Taxa der Insekten-Gruppe der Zikaden (Homoptera Auchenorrhyncha). - Marburger entomologische Publikationen, 2 (8): 189-232.
- REMANE, R., W. FRÖHLICH, H. NICKEL, W. WITSACK & R. ACHTZIGER (1997): Rote Liste der Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha) Deutschlands. - Beiträge zur Zikadenkunde, 1: 63-70.
- REMANE, R. & E. WACHMANN (1993): Zikaden - Kennenlernen - beobachten. - Augsburg; Naturbuch, 288 S.
- RIBAUT, H. (1936): Homoptères Auchenorrhynches I (Typhlocyidae). - Faune de France 31, Paris; 231 S.
- RIBAUT, H. (1952): Homoptères Auchenorrhynches II (Jassidae). - Faune de France 57, Paris; 474 S.
- SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik. - 6. Aufl., Berlin; Springer, 552 S.
- SCHUMACHER, W. (1995): Offenhaltung der Naturlandschaft? Naturschutzziele, Perspektiven. - LÖBF-Mitteilungen, 4/95: 52-61.
- TSCHUNKO, H. (1994): Modellvorhaben WIESMET - Wiesenbrüterschutz im mittelfränkischen Altmühltal zwischen Orbau und Muhr am See, Sicherungs-, Pflege- und Optimierungsmaßnahmen im "Neuen Fränkischen Seenland" und deren Auswirkungen. - Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, 129 (Beiträge zum Artenschutz 19): 99-114.
- WAGNER, E. (1952): Blindwanzen oder Miriden. - In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. - 41. Teil, Jena; 218 S.
- WAGNER, E. (1961): Heteroptera - Hemiptera. - In: BROHMER, P., P. EHRMANN & G. ULMER (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas. - Leipzig; Quelle & Meyer, Band 4 (Heft 10a): 1-73.
- WAGNER, E. (1966): Wanzen oder Heteropteren, I. Pentatomomorpha. - In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. - 54. Teil, Jena; 235 S.
- WAGNER, E. (1967): Wanzen oder Heteropteren, II. Cimicomorpha. - In: DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. - 55. Teil, Jena; 179 S.
- WAGNER, W. (1939): Die Zikaden des Mainzer Beckens. - Jb. nass. Ver. Naturk., 86: 77-212.
- WEIDEMANN, H.-J. (1995): Tagfalter beobachten, bestimmen. - Augsburg; Naturbuch, 659 S.

Anschriften der Autoren:

Dr. Roland Achtziger
TU Bergakademie Freiberg
Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum (IÖZ)
AG Biologie
Leipziger Straße 29
09599 Freiberg/Sachsen
achtzig@ioez.tu-freiberg.de

Dipl.-Biol. Herbert Nickel
Universität Göttingen
Institut für Zoologie und Anthropologie
Abteilung Ökologie
Berliner Straße 28
37073 Göttingen
hnickel@gwdg.de

Dipl.-Biol. Ralf Schreiber
Bio-Büro Schreiber
Eckerstr. 2
85356 Freising
bio.schreiber@kdt.de

Anhang

Artenliste der in den Untersuchungsjahren 1995 und 1996 in den Untersuchungsregionen Wiesmet (WM 95, WM 96), Königsauer Moos (KM 95) Teuschnitzaue (TS 96) und Bayerischer Wald (BW 95) festgestellten Zikadenarten mit Angaben zu Gefährdung und Ökologie.

- = Art wurde im Rahmen der quantitativen und qualitativen Erhebungen auf den Vertragsflächen im Gebiet festgestellt;
- (●) = nur außerhalb der Wiesenbrüter-Vertragsflächen, oder dort nur als temporärer Einflieger;
- RL = Gefährdungsstufen (nach der Roten Liste der Zikaden Deutschlands, vgl. REMANE et al. 1997); N = Neunachweis für Bayern;
- Öko = **Ökologischer Spezialisierungsgrad:** P = typische Pionierart; E = eurytoper Grünlandbesiedler; O = oligotoper Grünlandbesiedler; S = Spezialist (vgl. Tab. 1);
- Ass = **Assoziationsgrad an die Nährpflanze:** m1 = monophag 1. Grades (nur eine Pflanzenart); m2 = monophag 2. Grades (mehrere Pflanzenarten einer Gattung); o = oligophag (div. Pflanzenarten mehrerer Gattungen einer Familie); p = polyphag (div. Pflanzenarten verschiedener Familien).

ZIKADEN Artnamen	WM 95	WM 96	KM 95	TS 96	BW 95	RL	Öko	Ass	Nährpflanze
<i>Cixius simplex</i> (H.-S.)		●				3	S?		?
<i>Kelisia vittipennis</i> (J.SHLB.)	(●)?	(●)?			●	3	S	m2	<i>Eriophorum</i>
<i>Kelisia punctulum</i> (KBM.)			(●)				S	m2	<i>Carex</i>
<i>Kelisia praecox</i> HPT.					●	2	S	m2	<i>Carex</i>
<i>Kelisia pallidula</i> (BOH.)		(●)			●	3	S	m1?	<i>Carex panicea</i>
<i>Kelisia ribauti</i> W.Wg.		(●)			●	3	S	m2	<i>Carex</i>
<i>Anakelisia perspicillata</i> (BOH.)					●	3	S	m2	<i>Carex</i>
<i>Stenocranus major</i> (KBM.)		●	●		●		S	m1	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Stenocranus minutus</i> (F.)			(●)		●		S	m2	<i>Dactylis</i>
<i>Stenocranus fuscovittatus</i> (STAL)		(●)			(●)	V	S	m2	<i>Carex</i> hochwüchsig
<i>Megamelus notula</i> (GERM.)	(●)	●		●	●		S	m2	<i>Carex</i>
<i>Conomelus anceps</i> (GERM.)	(●)	(●)		●	●		S	m2	<i>Juncus</i>
<i>Delphacinus mesomelas</i> (BOH.)	(●)			●			S	m2?	<i>Festuca</i> (u.a.?)
<i>Eurybregma nigrolineata</i> SCOTT	(●)	(●)	(●)				O	o	Poaceae
<i>Stiroma bicarinata</i> (H.-S.)	(●)			●	●		O	o	Poaceae
<i>Euconomelus lepidus</i> (BOH.)		●	(●)			3	S	m1?	<i>Eleocharis</i> (u.a.?)
<i>Delphax pulchellus</i> (CURT.)			(●)			3	S	m1	<i>Phragmites communis</i>
<i>Euides speciosa</i> (BOH.)			(●)			V	S	m1	<i>Phragmites communis</i>
<i>Chloriona smaragdula</i> (STAL)			(●)				S	m1	<i>Phragmites communis</i>
<i>Megadelphax sordidulus</i> (STAL)		●	●				S	m1	<i>Arrhenatherum elatius</i>
<i>Laodelphax striatellus</i> (FALL.)	(●)	(●)	●	(●)	●		P	o	Poaceae
<i>Paraliburnia adela</i> (FLOR)		●	(●)			3	S	m1	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Delphacodes venosus</i> (GERM.)					●	V	O	o?	<i>Deschampsia, Carex?</i>
<i>Muellerianella brevipennis</i> (BOH.)		(●)	(●)	●	●		S	m1	<i>Deschampsia cespitosa</i>
<i>Muellerianella extrusa</i> SCOTT		(●)	(●)			V	S	m1	<i>Molinia coerulea</i>
<i>Acanthodelphax denticauda</i> (BOH.)			(●)	●	●	3	S	m1	<i>Deschampsia cespitosa</i>
<i>Acanthodelphax spinosus</i> (FIEB.)		●	(●)	●	●		O	o	Poaceae
<i>Dicranotropis hamata</i> (BOH.)		●	●	●	●		E	o	Poaceae
<i>Dicranotropis divergens</i> KBM.	(●)	●		●	●	V	O	o?	<i>Festuca, Nardus</i> u.a.
<i>Florodelphax leptosoma</i> (FLOR)			(●)		●	V	S	m2	<i>Juncus</i>
<i>Florodelphax paryphasma</i> (FLOR)	(●)	(●)				2	S	m2?	<i>Juncus?</i>
<i>Xanthodelphax stramineus</i> (STAL)				●		3	S	m2?	<i>Agrostis</i> u.a.
<i>Paradelphacodes paludosus</i> (FLOR)		(●)				2	S	m2	<i>Carex</i>
<i>Oncodelphax pullulus</i> (BOH.)					●	2	S	m1?	<i>Carex nigra</i> (u.a.?)
<i>Criomorpus albomarginatus</i> CURT.	(●)			●			O	o	Poaceae
<i>Javesella discolor</i> (BOH.)				(●)			O	o	Poaceae
<i>Javesella dubia</i> (KBM.)		(●)	●		●		E	o?	Poaceae
<i>Javesella obscurella</i> (BOH.)			●				O?	o	Poaceae
<i>Javesella pellucida</i> (F.)	●	●	●	●	●		P	p	Poaceae u.a.
<i>Javesella salina</i> (HPT.)	(●)					2,N	S	o?	<i>Juncus gerardi, Briza media?</i>

ZIKADEN Artname	WM 95	WM 96	KM 95	TS 96	BW 95	RL	Öko	Ass	Nährpflanze
<i>Ribautodelphax albostratus</i> (FIEB.)		●	●		●		S	m1	<i>Poa pratensis</i>
<i>Cercopis vulnerata</i> ROSSI				●	●		O	p	Kräuter
<i>Lepyronia coleoptrata</i> (L.)				●			O	p	Poaceae, Kräuter
<i>Neophilaenus lineatus</i> (L.)	(●)	(●)		●	●		O	p	Poaceae, Cyperaceae u.a.
<i>Philaenus spumarius</i> (L.)	●	●	●	●	●		E	p	Kräuter u.a.
<i>Megophthalmus scanicus</i> (FALL.)	(●)	●	(●)	●	●		O	o	Fabaceae
<i>Macropsis scutellata</i> (BOH.)		(●)					S	m1	<i>Urtica dioica</i>
<i>Agallia brachyptera</i> (BOH.)		(●)		●	●		O	p?	Kräuter, Poaceae?
<i>Anaceratagallia ribauti</i> (OSS.)			●				O	p	Kräuter
<i>Anaceratagallia venosa</i> (FOURCR.)					●		O	p	Kräuter, <i>Thymus</i>
<i>Eupelix cuspidata</i> (F.)	(●)				●		O	o?	Poaceae
<i>Aphrodes bicinctus</i> (SCHRK.)	●	●		●	●?		O	p	Kräuter
<i>Aphrodes makarovi</i> ZACHV.			●				E	p	Kräuter
<i>Planaphrodes bifasciatus</i> (L.)				●			O	p?	Kräuter?, Poaceae?
<i>Planaphrodes nigrinus</i> (KBM.)	(●)						O	p	Poaceae, Juncaceae, Kräuter?
<i>Anoscopus flavostriatus</i> (DON.)		●			●		O	o	Poaceae
<i>Anoscopus serrulatae</i> (F.)	●	●	●	●?			E	o?	Poaceae (u.a.?)
<i>Stroggylocephalus agrestis</i> (FALL.)		(●)				V	S	m2	<i>Carex</i>
<i>Evacanthus interruptus</i> (L.)	●	●	(●)	●			O	p	Kräuter
<i>Cicadella viridis</i> (L.)	●	●	(●)	●	●		O	p	<i>Juncus</i> u.a.
<i>Emelyanoviana mollicula</i> (BOH.)					●		O	p	Kräuter
<i>Forcipata citrinella</i> (ZETT.)	●	●	(●)	●	●		S	m2	<i>Carex</i>
<i>Notus flavipennis</i> (ZETT.)	●	●	(●)	●	●		O	o	<i>Carex</i> , <i>Scirpus</i>
<i>Empoasca pteridis</i> (DHLB.)	●	●	●		●		P	p	Kräuter u.a.
<i>Chlorita paolii</i> (OSS.)					●		O	o	<i>Achillea</i> , <i>Artemisia</i>
<i>Eupteryx atropunctata</i> (GZE.)		(●)	(●)		●		O	p	Kräuter
<i>Eupteryx aurata</i> (L.)			(●)		●		O	p	Kräuter
<i>Eupteryx heydenii</i> (KBM.)				(●)		3	S	m2?	<i>Chaerophyllum</i> (u.a.?)
<i>Eupteryx origani</i> ZACHV.				(●)		1	S	m1	<i>Origanum vulgare</i>
<i>Eupteryx signatipennis</i> (BOH.)		(●)			●		S	m1	<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Eupteryx cyclops</i> MATS.		(●)			●		S	m1	<i>Urtica dioica</i>
<i>Eupteryx tenella</i> (FALL.)				(●)		3	S	m1	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Eupteryx vittata</i> (L.)			(●)		●		O	p	<i>Glechoma</i> , <i>Ranunculus</i> u.a.
<i>Eupteryx notata</i> CURT.	(●)	●		●			O	p	<i>Pilosella</i> , <i>Prunella</i> u.a.
<i>Zyginidia scutellaris</i> (H.-S.)	(●)	(●)					P	o	Poaceae
<i>Balclutha punctata</i> (F.)	(●)			●	●		E	o	Poaceae
<i>Balclutha rhenana</i> W. WG.		●					S	m1	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Macrosteles cristatus</i> (RIB.)	(●)		●	(●)	●		P	p	Poaceae
<i>Macrosteles horvathi</i> (W. WG.)		(●)	(●)				S	m2	<i>Juncus</i>
<i>Macrosteles laevis</i> (RIB.)	(●)	●	●		●		P	p	Poaceae, Kräuter
<i>Macrosteles ossianilssoni</i> LDB.				(●)	●	3,N	S	m2?	<i>Carex?</i> , <i>Juncus?</i>
<i>Macrosteles septemnotatus</i> (FALL.)	(●)	●		(●)			S	m1	<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Macrosteles sexnotatus</i> (FALL.)	●	●	●		●		P	p	Poaceae, Cyperaceae
<i>Macrosteles viridigriseus</i> (EDW.)	(●)	(●)			(●)		P	p	Poaceae, Kräuter
<i>Deltocephalus pulicaris</i> (FALL.)	●	●	●	●	●		E	o	Poaceae
<i>Doratura stylata</i> (BOH.)		(●)		●	●		O	o	Poaceae
<i>Graphocraerus ventralis</i> (FALL.)			●	●	●		O	o	Poaceae
<i>Paluda flaveola</i> (BOH.)					●		O	o	<i>Calamagrostis</i> u.a.
<i>Rhopalopyx adumbratus</i> (C. SHLB.)		(●)?			●		O	m2?	<i>Festuca</i> (u.a.?)
<i>Elymana sulphurella</i> (ZETT.)	(●)	(●)	(●)	●	●		E	o	Poaceae
<i>Cicadula albingensis</i> W. WG.					●		S	m2?	<i>Scirpus</i> , <i>Carex?</i>
<i>Cicadula rubroflava</i> LNV.					●	1	S	m1	<i>Carex brizoides</i>
<i>Cicadula persimilis</i> (EDW.)			●	●	●		E	m1	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Cicadula saturata</i> (EDW.)		(●)		●	●	3	S	m2	<i>Caerx nigra</i> u.a.
<i>Cicadula flori</i> (J. SHLB.)		(●)				V	S	m2	<i>Carex</i>

ZIKADEN Artname	WM 95	WM 96	KM 95	TS 96	BW 95	RL	Öko	Ass	Nährpflanze
<i>Cicadula quadrinotata</i> (F.)	●	●	(●)	●	●		O	o	Cyperaceae
<i>Mocytia crocea</i> (H.-S.)		(●)	(●)				O	o	Poaceae
<i>Pithytettix abietinus</i> (FALL.)				(●)			S	m2?	v.a. <i>Picea</i>
<i>Colobotettix morbillosus</i> (MEL.)				(●)		2	S	m2?	v.a. <i>Picea</i>
<i>Macustus grisescens</i> (ZETT.)				●	●		O	p	<i>Carex</i> , Poaceae
<i>Athysanus argentarius</i> METC.	(●)	●	(●)	●	●		O	o	Poaceae
<i>Athysanus quadrum</i> BOH.			(●)			2	S	m1?	<i>Filipendula ulmaria</i> ?
<i>Limotettix striola</i> (FALL.)			(●)			3	O	p	Juncaceae, Cyperaceae(?)
<i>Conosanus obsoletus</i> (KBM.)		(●)	(●)				O	p	Juncaceae, Poaceae
<i>Euscelis incisus</i> (KBM.)	●	●	●				E	p	Poaceae, Fabaceae
<i>Streptanus aemulans</i> (KBM.)	●	●	●	●			E	o	Poaceae
<i>Streptanus confinis</i> (REUT.)				●	●?	3	S	m1?	<i>Deschampsia cespitosa</i> (u.a.?)
<i>Streptanus sordidus</i> (ZETT.)	●	●	●	●	●		O	o	Poaceae
<i>Arocephalus longiceps</i> (KBM.)					●		O	o	<i>Holcus</i> , <i>Bromus</i> u.a.
<i>Psammotettix alienus</i> (DHLB.)	●	●	●		●		P	o	Poaceae
<i>Psammotettix cephalotes</i> (H.-S.)	(●)			●	●		S	m1	<i>Briza media</i>
<i>Psammotettix helvolus</i> -Gr. (KBM.)	●	(●)		●			O	o	Poaceae
<i>Psammotettix confinis</i> (DHLB.)	●	●	●	●	●		P	o	Poaceae
<i>Adarrus multinotatus</i> (BOH.)			(●)				S	m1	<i>Brachypodium pinnatum</i>
<i>Errastunus ocellaris</i> (FALL.)	●	●	●	●	●		E	o	Poaceae
<i>Turrutus socialis</i> (FLOR)		(●)	(●)	●			O	o	Poaceae
<i>Jassargus pseudocellaris</i> (FLOR)				●	●		O	o	Poaceae
<i>Jassargus sursumflexus</i> (THEN)			(●)			V	S	m1	<i>Molinia coerulea</i>
<i>Verdanus abdominalis</i> (F.)	(●)	(●)		●	●		O	o	Poaceae
<i>Arthaldeus pascuellus</i> (FALL.)	●	●	●	●	●		E	o	Poaceae
<i>Arthaldeus striifrons</i> (KBM.)			(●)			3,N	O	o	Poaceae
<i>Sorhoanus assimilis</i> (FALL.)	(●)	(●)			●	V	S	m2	<i>Carex</i>
<i>Mocuellus metrius</i> (FLOR)		●	(●)	●	●		S	m1	<i>Phalaris arundinacea</i>
Artenzahl gesamt: 123	47	71	60	59	73	36			
Anzahl Rote-Liste-Arten	5	15	11	10	15				