



Fartmann, T. (2006): Welche Rolle spielen Störungen für Tagfalter und Widderchen? – In: *Fartmann, T. & G. Hermann (Hrsg.) (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde. Heft 68 (3/4): 259–270.*

Welche Rolle spielen Störungen für Tagfalter und Widderchen?

Thomas Fartmann, Münster

Abstract: What role does disturbance play for butterflies and burnets?

The significance of disturbances in terms of the destruction of plant biomass was for a long time not appreciated in ecology. This article highlights the role of disturbances for butterflies and burnets.

After an overview of the changes in the central European landscape since World War II the relationships between disturbance and diversity including densities of butterflies and burnets are shown. Considering the studies from the Diemel Valley (North Hesse/East Westphalia) as an example, the relevance of different disturbance regimes for endangered Lepidoptera species are explained. From the described changes and correlations recommendations for the management of butterfly habitats are given.

The land-use changes after World War II caused a unification of the landscape. On productive sites (arable fields and grassland) land-use/disturbance intensity increased, while on marginal soils (e.g. wet and semi-natural grassland) land use became abandoned and in woodlands land-use frequency decreased.

Presently, intermediate sites between these extremes that have a species-rich butterfly community with high butterfly densities are rare. The principles of the intermediate disturbance hypothesis are effective for butterflies and burnets: Butterfly diversity as well as abundance is highest at an intermediate level of disturbance or land use. However, the highly endangered butterfly species need intensively disturbed, early successional stages as larval habitat. Typical examples for this are intensive rough grazing, recent quarries or clear cuts.

For the maintenance of diversity in the central European landscape, on marginal soils, or in forests more dynamic, and an increase of disturbance is necessary. The different species of conservation concern have different habitat requirements. Therefore, the recommendations should be considered, and management must be, flexible to reflect this.

Zusammenfassung

Die Bedeutung von Störungen in Sinne von Vernichtung pflanzlicher Biomasse wurde in der Ökologie lange verkannt. Im vorliegenden Beitrag soll die Rolle von Störungen auf die Schmetterlingsfauna näher beleuchtet werden.

Nach einem Überblick über die Veränderungen der mitteleuropäischen Kulturlandschaft seit dem 2. Weltkrieg werden Beziehungen zwischen Störungen sowie Artenzahlen und Dichten von Tagfaltern und Widderchen aufgezeigt. Am Beispiel eigener Studien aus dem

Diemeltal (Nordhessen/Ostwestfalen) wird die Bedeutung verschiedener Störungsregime für gefährdete Schmetterlingsarten vorgestellt. Aus den beschriebenen Entwicklungen und Zusammenhängen werden Vorschläge für das Management von Falterhabitaten abgeleitet.

Die Veränderungen der Landnutzung Mitteleuropas nach dem 2. Weltkrieg haben zu einer Homogenisierung der Landschaft geführt. Auf produktiven Standorten (Äcker und Grünland) kam es zu einer Erhöhung der Nutzungs-/Störungsintensitäten, während auf Grenzertragsstandorten (z.B. Feuchtgrünland und Magerrasen) sowie im Wald die Nutzung weitgehend aufgegeben wurde bzw. sich die Nutzungsintervalle verlängerten. Flächen, die zwischen diesen beiden Extremen vermitteln und eine arten- und individuenreiche Schmetterlingsfauna aufweisen sind heute selten geworden.

Auf die Tagfalter- und Widderchenfauna treffen die Grundprinzipien der *intermediate-disturbance*-Hypothese zu: Demnach sind sowohl die Artenzahlen als auch die Individuendichten bei einer mittleren Störungs- bzw. Nutzungsintensität am höchsten. Die hochgradig gefährdeten Schmetterlingsarten sind dagegen auf stark gestörte, frühe Sukzessionsstadien als Larvalhabitate angewiesen. Beispiele für solche Lebensräume sind Intensiv-Hutungen, Steinbruchsohlen oder Kahlschläge.

Soll die Artenvielfalt der mitteleuropäischen Kulturlandschaft dauerhaft erhalten werden, bedarf es auf den Grenzertragsstandorten und in den Wäldern mehr Dynamik sowie einer Erhöhung der Störungsintensitäten. Um den Ansprüchen aller wertgebenden Arten gerecht zu werden, sollten Managementvorschläge flexibel gehandhabt werden.

1 Einleitung

Zunächst gilt es zu klären, was sind eigentlich Störungen? Im vorliegenden Beitrag wird der Begriff Störung nicht im ethologischen Sinne benutzt, sondern entsprechend der Definition von GRIME (2001: 80): Demnach handelt es sich bei Störungen um »mechanisms which limit the plant biomass by its partial or total destruction«. Ein generelles Charakteristikum von Störungen ist somit die Vernichtung von pflanzlicher Biomasse. Kennzeichnend für Störungen ist weiterhin, dass es sich um ökologische Ereignisse und nicht um permanente Vorgänge handelt (PICKETT & WHITE 1985). Die Formen von Störungen sind vielfältig: Zu den natürlichen zählen z.B. natürliche Brände, Eis-, Schnee- oder Windbruch, Eisschur, Hangrutschungen, Lawinen, Sturmwurf, Überschwemmungen oder das Wühlen von Tieren (z.B. durch Wildschweine). Typische anthro-po-zoogene Störungen sind anthropogene Brände, Beweidung mit Vieh, Bodenverwundung durch Befahren mit Fahrzeugen oder Viehtritt, Holzeinschlag oder Mahd.

Lange Zeit ging man von Gleichgewichten in Ökosystemen aus. Störungen wurden daher als Katastrophen angesehen. Sie galten als abnorm und waren negativ besetzt. Ausgehend vom anglo-amerikanischen Raum widmet man sich seit ca. 30 Jahren stärker der Störungsforschung in der Ökologie (JAX 1998/1999). In der mitteleuropäischen Lepidoptero-logie wird Störungen als einem wichtigen ökologischen Faktor für den Erhalt von Schmetterlingspopulationen seit Ende der 1980er Jahre eine größere Aufmerksamkeit geschenkt. Auf WEIDEMANN (1989) geht der Begriff der »Störstelle« zurück. Erst in jüngerer Zeit erlangten störungsökologische Aspekte aber eine größere Bedeutung in der lepidopterologischen Forschung (HERMANN & STEINER 1998, RENNWALD 1999, DOLEK 2000, FARTMANN & MATTES 2003, FARTMANN 2004).

Die große Relevanz gestörter Bereiche für den Erhalt von Schmetterlingen führt WEIDEMANN (1989) auf das von vielen Arten präferierte warme Mikroklima zurück. Teilweise geht diese Klimagunst an den Störstellen noch einher mit einem großen Angebot an Wirts-

pflanzen (gute Keimungsbedingungen und noch weitgehendes Fehlen von Konkurrenz-Strategen) bzw. einer gut zu verwertenden Nahrung für die Raupen (z.B. Keim- und Jungpflanzen oder Stockausschläge) und einer guten Zugänglichkeit der Wirtspflanzen (FARTMANN & MATTES 2003, FARTMANN 2004, FARTMANN & HERMANN 2006).

Aufbauend auf einem Überblick über die Veränderungen der Landnutzung in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft in den vergangenen Jahrzehnten soll die Bedeutung von Störungen für Tagfalter und Widderchen näher beleuchtet werden. Zunächst werden allgemeine Zusammenhänge zwischen Störungen und Artenzahlen bzw. Dichten von Faltern sowie dem Vorkommen von seltenen Arten aufgezeigt. Anhand eigener Untersuchungen im Diemeltal (Nordhessen/Ostwestfalen) werden verschiedene Störungsregime und die Bedeutung für einzelne Schmetterlingsarten vorgestellt. Abschließend werden Konsequenzen für das Management von Falterhabitaten abgeleitet.

2 Entwicklung der Kulturlandschaft in Mitteleuropa

Zwei Prozesse wirkten sich seit dem 2. Weltkrieg besonders stark auf die Schmetterlingsfauna aus: Einerseits verschoben sich die Flächenanteile der Habitattypen und andererseits veränderte sich deren Qualität gravierend. Ende der 1930er setzte sich das frühere Bundesgebiet zu 59,6 % aus landwirtschaftlicher Nutzfläche, 28,3 % Wald, 5,7 % Siedlungen und Verkehrsflächen, 1,5 % Wasserflächen sowie 5 % Öd- und Unland zusammen (Tab. 1). Bis 1989 kam es zu deutlichen Veränderungen der Flächenanteile. Öd- und Unland nahm auf ein Fünftel des Ausgangswertes ab. Die landwirtschaftliche Nutzfläche ging leicht zurück (Faktor 0,9), während die Waldfläche leicht zunahm (Faktor 1,1). Eine stärkere Zunahme liegt bei Wasserflächen (Faktor 1,3) vor und mehr als eine Verdopplung trat bei den Siedlungs- und Verkehrsflächen (Faktor 2,2) ein. Auch in der ehemaligen DDR haben sich in diesem Zeitraum ähnliche Entwicklungen vollzogen. Im wiedervereinigten Deutschland wurden 2001 53,5 % der Fläche landwirtschaftlich genutzt, 29,5 % entfie-

Tab. 1: Entwicklung der Gesamtfläche nach Nutzungsarten von 1935 bis 2001 im früheren Bundesgebiet bzw. in Gesamtdeutschland. Quelle: BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1958), BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2004).

	Früheres Bundesgebiet						Änderung (Faktor)	Deutschland	
	Fläche (1.000 ha)			Anteil (%)				Fläche (1.000 ha)	Anteil (%)
	1935/ 1938	1957	1989	1935/ 1938	1957	1989			
Landwirtschaftliche Nutzfläche ¹⁾	14.612	14.257	13.355	59,6	58,3	53,7	0,9	19.103	53,5
Waldfläche	6.952	6.997	7.401	28,3	28,6	29,8	1,1	10.531	29,5
Siedlungs- und Verkehrsfläche	1.391	1.895	3.045	5,7	7,8	12,3	2,2	4.394	12,3
Wasserfläche	356	403	450	1,5	1,7	1,8	1,3	808	2,3
Öd- und Unland ²⁾	1.228	886	284	5,0	3,6	1,1	0,2	267	0,7
Sonstige Fläche ³⁾	0	0	327	0	0	1,3	-	600	1,7
Gesamt	24.539	24.438	24.862	100	100	100		35.703	100

1) 1989 ohne Moore und Heiden

2) Öd- und Unland, Übungsgelände, Felsen, Dünen, stillgelegtes Abbauand; 1935/1938 und 1957 inklusive unkultivierter Moore, 1989 inklusive Moore und Heiden.

3) Abbauand sowie Flächen anderer Nutzung ohne Friedhöfe und Unland

len auf Wald, Siedlungs- und Verkehrsflächen machten 12,3 %, Wasserflächen 2,3 %, Öd- und Unland sowie sonstige Flächen jeweils 0,7 % aus. Für die Tagsschmetterlings- und Widderchenfauna besonders negativ war der starke Rückgang von Öd- und Unland wie Moore, Heiden oder offenen Dünen.

Weitere Einblicke ergeben sich bei einer genaueren Betrachtung wie sich die Zusammensetzung des Dauergrünlandes änderte. Im Jahr 1951 dominierten im früheren Bundesgebiet Wiesen mit 3,52 Mio. ha (63,1 %). Weiden kamen auf 1,53 Mio. ha (27,5 %) und Hutungen, geringe Weiden sowie Streuwiesen nahmen noch eine Fläche von ca. 0,53 Mio. ha ein (9,5 %) (Abb. 1). Bis heute ist ein kontinuierlicher Rückgang des als Wiese genutzten Grünlandes zu Gunsten der Weiden und hier insbesondere der Mähweiden zu beobachten. Im Jahr 1990 bestand das Dauergrünland im früheren Bundesgebiet nur noch aus 2,24 Mio. ha Wiese (51,2 %), dafür aber aus fast genauso viel Weidefläche mit 2,03 Mio. ha (46,5 %), wovon mehr als die Hälfte (53,3 %) auf Mähweiden entfiel. Hutungen und Streuwiesen kamen nur noch auf eine Fläche von 0,10 Mio. ha (2,5 %). Auch in Ostdeutschland hatten ähnliche Prozesse stattgefunden, so dass die Flächenanteile im vereinigten Deutschland kaum von diesen Werten abwichen. Der skizzierte Trend setzte sich bis heute fort. Im Jahr 2000 dominierten Weiden mit 2,91 Mio. ha (57,7 %). Davon machten allein die Mähweiden mit 2,08 Mio. ha (40,7 %) mehr Fläche aus als die Wiesen, die nur noch auf 2,00 Mio. ha (39,6 %) kamen. Die restlichen 0,14 Mio. ha (2,7 %) entfielen auf Hutungen und Streuwiesen.

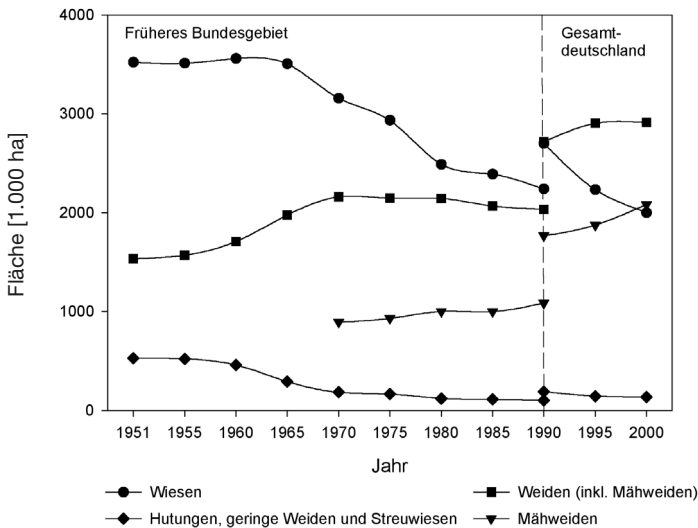


Abb. 1: Flächenentwicklung der Nutzungsarten des Dauergrünlandes von 1951 bis 2000 im früheren Bundesgebiet bzw. in Gesamtdeutschland. Quelle: Statistisches Bundesamt (schriftl.).

Seit dem 2. Weltkrieg ist ein starker Anstieg der Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen zu beobachten. Die Stickstoff-Mineraldüngung nahm von 26 kg/ha im Jahr 1950/51 auf bis zu 134 kg/ha im Jahr 1987/88 zu. Seitdem sind die Düngergaben wieder leicht rückläufig (GATTER 2000). Aktuell gelangen pro Jahr ca. 115 kg Stickstoff aus Mineraldünger und 55 kg aus Gülle und Mist auf jeden ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (UMWELTBUNDESAMT 2006). Neben dieser direkten Düngung der landwirtschaftlichen Flächen kommt es in der gesamten Landschaft zu atmosphärischen Stickstoffdepositionen (Nitrat und Ammonium) in einer Größenordnung von gegenwärtig ca. 30 kg pro Jahr (UMWELTBUNDESAMT 2006).

Verbunden mit der Zunahme der Düngung haben sich auch die Nutzungsintervalle verkürzt. Aus ein- bis zweischürigen Wiesen wurden vielfach Vielschnittwiesen. Weiden wurden häufig in Mähweiden umgewandelt (s.o.). Heutzutage wird das genutzte Grünland meist intensiv bewirtschaftet (Umbruch mit Neuansaat, hoher Tierbesatz und häufige Nutzung) und ist stark eutrophiert (ISSELSTEIN 1998). Bedingt durch die Klimaerwärmung kommt es zur Verlängerung der Vegetationsperiode mit der Folge, dass die Nutzung noch eher beginnen und häufiger erfolgen kann. Eine entgegengesetzte Entwicklung vollzog sich auf den Grenzertragsstandorten, die nicht melioriert werden konnten. Sie fielen meist brach. Als Maß für die Nutzungsintensität auf Magerrasen und in Heiden sowie deren Häufigkeit können die Schaf- und Ziegenstände (Abb. 2) herangezogen werden. Im früheren Bundesgebiet war der Schafbestand in den zurückliegenden 70 Jahren während des 2. Weltkrieges am höchsten. Von 2,15 Mio. Tieren 1940 nahm die Zahl bis auf 0,84 Mio. Tiere kontinuierlich ab. Nach diesem Tiefpunkt stiegen die Bestände bis 1990 mit 1,78 Mio. Tiere wieder auf das Niveau unmittelbar nach dem Krieg an. Nach der Wiedervereinigung änderte sich diese Entwicklung schnell, da insbesondere in Ostdeutschland die Schafbestände stark zurückgingen. Im vereinigten Deutschland sank die Zahl der Schafe von 3,24 Mio. im Jahre 1990 auf 2,74 Mio. im Jahre 2000. Die Ziegenbestände im früheren Bundesgebiet erreichten ihre höchsten Werte vor und unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg mit dem Höchstwert von 1,35 Mio. Tieren im Jahr 1950. Danach setzte auch hier ein Rückgang, allerdings erheblich stärker als bei den Schafen, ein. Der absolute Tiefpunkt wurde im Jahre 1980 mit nur noch 0,04 Mio. Tieren erreicht. Seitdem stiegen die Bestände langsam aber kontinuierlich auf 0,14 Mio. Tiere in Gesamtdeutschland im Jahr 2000 an.

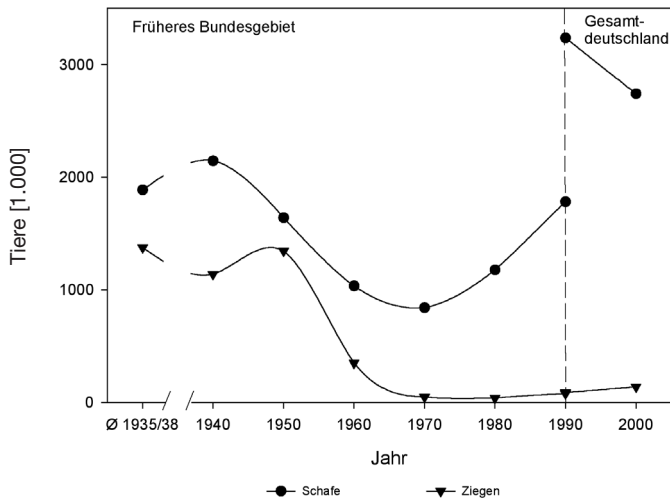


Abb. 2: Entwicklung der Schaf- und Ziegenbestände von 1935 bis 2000 im früheren Bundesgebiet bzw. in Gesamtdeutschland. Zählungen bis 1990 zum 3. Dez., bis 2000 zum 3. Mai; Ziegen nach 1970 nur noch geschätzt. Von 1935/38 bis 1950 ohne das Saarland und West-Berlin. Quelle: BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2004).

Die veränderte Landnutzung hat auch tief greifende Auswirkungen auf das Mikroklima. Im Offenland führt die Eutrophierung in Kombination mit der Klimaerwärmung im Frühjahr zu einer mikroklimatischen Abkühlung. Aufgrund der guten Nährstoffversorgung im Boden und des früheren Beginns der Vegetationsentwicklung wird die sich gut erwärmende Streu des Vorjahres schnell von frischem und sich schlecht erwärmendem Grün überwachsen, das zudem höher aufwächst (GATTER 2000, WALLISDEVRIES & VAN SWAAY 2005). Der Anteil der Waldfläche nahm in Deutschland nicht nur leicht zu (s.o.), sondern die Wald-

nutzung änderte sich stark. Traditionelle Waldbewirtschaftungsformen wie Nieder- und Mittelwaldwirtschaft oder Waldhude wurden eingestellt. Die Wälder wurden zunehmend umgewandelt in geschlossene Hochwälder mit langen Umtriebszeiten. Kahlschläge wurden auf den Index gesetzt. Die heute dunklen Altersklassenwälder können sich nicht mehr so gut erwärmen und sind trotz Klimaerwärmung durch ein kühleres Bestandesklima während der Vegetationsperiode gekennzeichnet als in früheren Zeiten (GATTER 2000). Im Winter weisen die Bestände dagegen ein milderes Klima auf. Insgesamt sind die Temperaturextreme in unseren Wäldern also deutlich abgemildert und das Klima zeigt stärker atlantische Züge.

Seit den 1960er Jahren spielt Brand in der Landbewirtschaftung nahezu keine Rolle mehr. Zudem werden natürliche Brände durch eine perfektionierte Feuerbekämpfung, selbst auf militärischen Übungsplätzen, weitgehend unterbunden. Die diversitätsfördernde Wirkung von Bränden auf Flora und Fauna ist verloren gegangen (GATTER 2000).

Die aufgeführten Entwicklungen in der Landnutzung Mitteleuropas haben zu einer Vereinheitlichung der Landschaft geführt. In den zurückliegenden Jahrzehnten waren vor allem zwei gegenläufige Entwicklungen kennzeichnend: Einerseits eine Erhöhung der Nutzungs-/Störungsintensitäten auf sehr produktiven Standorten (Äcker und Grünland) und andererseits die Aufgabe der Nutzung auf Grenzertragsstandorten (z.B. Feuchtgrünland und Magerrasen) bzw. eine Verlängerung der Umtriebszeiten in Wäldern und Forsten. Flächen, die zwischen diesen beiden Extremen vermitteln sind in der heutigen Kulturlandschaft selten. Dies ist umso bedeutsamer, da sie häufig hohe Dichten und Artenzahlen von Tagfalterlingen und Widderchen aufweisen sowie viele gefährdete Arten beherbergen (s.u.). Vergleichbare Befunde liegen auch für andere Tiergruppen oder Pflanzen vor. Störstellen in der Vegetationsdecke gewinnen vor diesem Hintergrund in der heutigen Zeit zunehmend an Bedeutung (GATTER 2000).

3 Störungen und Artenzahlen bzw. Dichten

Physikalische Störung ist einer der Hauptfaktoren, der Variationen der Artenzahlen beeinflusst (MACKAY & CURRIE 2001). Gemäß der *intermediate-disturbance-Hypothese* (GRIME 1973a, b; CONNELL 1978, HUSTON 1979) sind die Artenzahlen bei geringen oder fehlenden Störungen niedrig, da sich die konkurrenzkräftigsten Arten durchsetzen. Bei sehr intensiven oder häufigen Störungen ist die Diversität ebenfalls gering, da nur wenige Arten in der Lage sind, zu überdauern bzw. die Flächen neu zu kolonisieren. Bei einer mittleren Störungsintensität bzw. -häufigkeit wird ein Nebeneinander konkurrenzkräftiger und störungstoleranter Arten begünstigt. Entsprechend sind die Artenzahlen bei diesem Störungsregime am höchsten.

Die Grundprinzipien der *intermediate-disturbance-Hypothese* treffen auch für Tagfalter und Widderchen zu. Wie die Daten aus 44 gleich großen Transektflächen in den Kalkmagerrasen des Diemeltales zeigen (Abb. 3), sind die *Artenzahlen* »habitateigener« Falterarten (Binnen- und Saisonwanderer wurden nicht berücksichtigt) bei geringer Nutzungsintensität am höchsten, während sie auf Brachen und intensiver genutzten Flächen abnehmen. OPPERMANN et al. (1987) kommen zu ähnlichen Ergebnissen in oberschwäbischen Feuchtwiesengebieten. Einschürige Streuwiesen weisen die höchsten Artenzahlen mit einem Mittelwert von 20 auf, während sowohl brachliegende Streuwiesen mit 11 Arten als auch intensiver genutztes Grünland (ein- bzw. zweisechürige Fettwiesen) mit 10 bzw. 7 Arten deutlich geringere Werte haben.

Die höchsten *Dichten* bei tagaktiven Schmetterlingen werden ebenfalls bei mittleren Störungen erreicht. In den Kalkmagerrasen des Diemeltales sind die Falterdichten bei geringer Nutzungsintensität am höchsten; sowohl mit zunehmendem Brachealter als auch mit

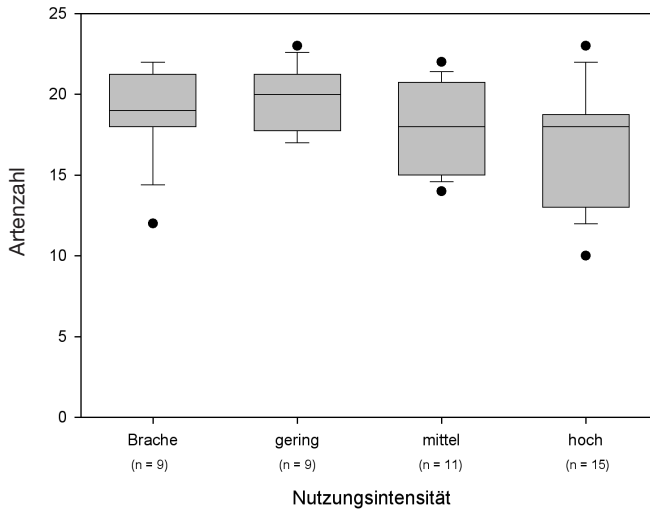


Abb. 3: Artenzahl von Tagfaltern und Widderchen auf 44 Kalkmagerrasen-Transekflächen (TF) im Diemeltal in Abhängigkeit von der Intensität der Nutzung (verändert nach FARTMANN 2004).

Zu Grunde liegen die quantitativen Erfassungsdaten von jeweils zehn Transektbegehungen/TF im Jahre 1999 (von Ende April bis Anfang September). Alle an Wald angrenzenden TF wurden ausgeschlossen, um Randeffekte zu vermeiden. Binnen- und Saisonwanderer sind nicht berücksichtigt worden, da sie meist nicht in den Kalkmagerrasen reproduzieren. Die Einschätzung der Nutzungsintensität erfolgte folgendermaßen: hoch = mehrmalige Hütebeweidung pro Jahr; mittel = Hütebeweidung oder Koppelbeweidung einmal pro Jahr; gering = Beweidung nicht jedes Jahr oder nur seltener Durchtrieb von Schafherden, intensiver Wildverbiss bzw. mechanische Pflege. Dargestellt sind Median, 1. und 3. Quartil, Minimum und Maximum sowie Extremwerte (Punkte).

Zunahme der Störungsintensität gehen die Dichten zurück (Abb. 4). Die Falterabundanz werden vor allem durch die Nutzung, das Meso- und Mikroklima sowie das Blütenangebot der Flächen bestimmt. Höchste Dichten treten in kaum genutzten Flächen auf, die hinsichtlich der Struktur und des Mikroklimas mit jungen Brachen vergleichbar sind. Kaum genutzte Flächen und junge Brachen stehen hinsichtlich der Falterdichten zwischen den kurzrasigen und warmen, aber stark gestörten Intensiv-Hutungen auf der einen Seite und den alten Brachen mit starker Streuakkumulation und damit geringerer Erwärmung sowie schlechterem Nektarangebot auf der anderen Seite. Bei intensiver Beweidung werden zwar für viele Arten optimale strukturelle und mikroklimatische Bedingungen geschaffen, aufgrund des intensiven Verbisses und Tritts kommt es aber immer wieder zu Verlusten, insbesondere bei den Präimaginalstadien. In den Brachen treten keine Zerstörungen von Eiern, Raupen oder Puppen durch die Weidetiere auf, dafür ist die Erwärmung der Standorte aber deutlich schlechter (FARTMANN 2004) und mit zunehmendem Brachalter nimmt die Zahl der Pflanzenarten ab und somit auch die Zahl potenzieller Wirtspflanzen. Das Blumenangebot geht ebenfalls zurück. OPPERMAN et al. (1987) kommen zu vergleichbaren Ergebnissen für Schmetterlingszönosen im feuchten und wechselfeuchten Grünland.

4 Störungen und seltene Arten

Für viele, insbesondere selten gewordene und gefährdete Falterarten, kommt dem Faktor Störung eine herausragende Bedeutung für die Auswahl der Eiablagehabitate zu (FART-

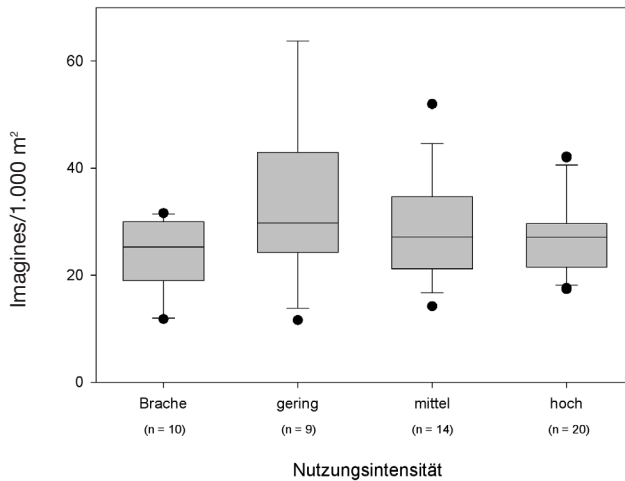


Abb. 4: Apparente Dichte von Tagfaltern und Widderchen auf 53 Kalkmagerrasen-Transekflächen (TF) im Diemeltal in Abhängigkeit von der Intensität der Nutzung (verändert nach FARTMANN 2004).

Zu Grunde liegen die quantitativen Erfassungsdaten von jeweils zehn Transektbegehungen/TF im Jahre 1999 (von Ende April bis Anfang September). Die Einschätzung der Nutzungsintensität erfolgte folgendermaßen: hoch = mehrmalige Hütebeweidung pro Jahr; mittel = Hütebeweidung oder Koppelbeweidung einmal pro Jahr; gering = Beweidung nicht jedes Jahr oder nur seltener Durchtrieb von Schafherden, intensiver Wildverbiss bzw. mechanische Pflege. Dargestellt sind Median, 1. und 3. Quartil, Minimum und Maximum sowie Extremwerte (Punkte).

MANN 2004). Wie J. A. THOMAS (1993) am Beispiel von Großbritannien zeigt, gibt es auch klare Zusammenhänge zwischen Störungen und dem Gefährdungsgrad von Schmetterlingsarten. Etwa 20 % der britischen Tagschmetterlingsarten besiedeln die frühesten Sukzessionsstadien (vegetationsarme Habitats) des von ihnen genutzten Habitattyps. Zu diesen zehn Arten zählen die Offenlandarten *Hesperia comma*, *Hipparchia semele*, *Maculinea arion*, *Melitaea cinxia*, *Plebeius argus* und *Polyommatus bellargus* sowie die in Großbritannien vorwiegend in Wäldern vorkommenden Taxa *Argynnis adippe*, *Boloria euphrosyne*, *B. selene* und *Melitaea athalia*. All diese Arten weisen ausgesprochen spezifische Larvalhabitate auf, sind hochgradig gefährdet und unmittelbar auf Störungen angewiesen.

Auch in Mitteleuropa können ähnliche Phänomene beobachtet werden: Von den 21 Tagfalter- und Widderchenarten des Diemeltales (FARTMANN 2004), die in der deutschen Roten Liste als gefährdet oder höher eingestuft sind (PRETSCHER 1998) besiedeln 8 Arten (ca. 40 %) früheste Sukzessionsstadien und somit stark gestörte Habitats. Zu dieser Gruppe zählen im Diemeltal *Boloria euphrosyne*, *Hesperia comma*, *Hipparchia semele*, *Maculinea arion*, *Jordanita subsolana*, *Pyrgus serratulae*, *Plebeius argus* und *Zygaena purpuralis*. Von den 50 Arten, für die Präimaginalstadien-Nachweise aus dem Diemeltal vorliegen, nutzen insgesamt nur 12 Arten (24 %) regelmäßig stark gestörte Stellen als Larvalhabitat. Zusätzlich zu den bereits genannten gefährdeten Arten sind dies *Lycaena phlaeas*, *Papilio machaon*, *Pieris rapae* und *Pyrgus malvae* (FARTMANN 2004).

Betrachtet man die Larvalhabitate der gefährdeten Tagfalter- und Widderchenarten in Deutschland (PRETSCHER 1998), soweit hierzu Daten vorliegen (FARTMANN & HERMANN 2006), so weisen die vom Aussterben bedrohten Arten (RL 1) den mit Abstand höchsten

Anteil an Arten auf, die stark gestörte Mikrohabitate als Larvallebensraum nutzen. Bis zu den gefährdeten Arten (RL 3) nimmt dieser Anteil kontinuierlich ab. Unter den vom Aussterben bedrohten Arten sind mindestens 45 % der 22 Arten (*Carcharodus lavatherae*, *Hipparchia alcyone*, *H. statilinus*, *Parnassius apollo*, *P. mnemosyne*, *Polyommatus damon*, *Pseudophilotes vicrama*, *Pyrgus armoricanus*, *P. cirsii* und *Scolitantides orion*) auf frühe Sukzessionsstadien als Larvalhabitat angewiesen. Bei den stark gefährdeten Arten (RL 2) sind es noch mindestens 29 % (*Chazara briseis*, *Colias palaeno*, *Jordanita subsolana*, *Lycaena alciphron*, *Maculinea arion*, *Melitaea didyma*, *Plebeius idas*, *Polyommatus dorylas*, *Pseudophilotes baton*, *Pyrgus alveus*, *P. carthami* und *P. serratulae*) und bei den gefährdeten Arten mindestens 20 % (*Boloria euphrosyne*, *Hesperia comma*, *Hipparchia semele*, *Melitaea athalia*, *Plebeius argus*, *Polyommatus bellargus*, *Satyrrium ilicis* und *Zygaena purpuralis*).

5 Ausgewählte Störungsregime

Anhand der Befunde im Diemeltal (FARTMANN 2004) sollen hier einige Beispiele für verschiedene Störungsregime und deren Bedeutung für die Schaffung geeigneter Larvalhabitate von gefährdeten Schmetterlingsarten vorgestellt werden. Auf die generelle Bedeutung von Mahd und Beweidung als habitatschaffenden Störungen für viele Arten wird nicht näher eingegangen; hierzu sei auf FARTMANN (2004) verwiesen.

Großflächige Störungen

Eine besondere Rolle als Lebensraum für hochgradig gefährdete Arten spielen *Intensiv-Hutungen*. *Hesperia comma* ist im Diemeltal eine typische Art solcher intensiv beweideten Flächen. Die Art besiedelt sehr lückige und kurzrasige Mikrohabitate im *Gentiano-Koelerietum*. Deutlich präferiert werden geneigte Süd- und Südwesthänge mit einem hohen Strahlungsgenuss. Die Eiablage erfolgt bevorzugt an kleinwüchsige und verbissene Pflanzen von *Festuca ovina* agg. unmittelbar über dem Erdboden. Die zur Ablage der Eier genutzten Teile der Wirtspflanzen befinden sich zumeist angrenzend an oder über Rohboden bzw. Schotter. Die Wahl eines geeigneten Eiablage- und Larvalhabitates ist in doppelter Hinsicht von Störungen abhängig: Einerseits werden durch Störungen die geeigneten mikroklimatischen Bedingungen für eine erfolgreiche Entwicklung der Präimaginalstadien geschaffen und andererseits wird durch Verbiss vermutlich die Verwertbarkeit der Wirtspflanze für die Raupen erhöht (FARTMANN & MATTES 2003). Weitere charakteristische Arten dieser Intensiv-Hutungen sind im Diemeltal *Hipparchia semele*, *Jordanita subsolana*, *Maculinea arion* und *Pyrgus serratulae*.

Aufgelassene Steinbrüche mit beginnender Bodenbildung stellen den wichtigsten Lebensraumtyp für *Plebeius argus* im Diemeltal dar; 15 von aktuell 21 Vorkommen befinden sich in solchen Steinbrüchen. Die Habitate sind durch lückige Vegetation und ein dominantes Vorkommen von *Lotus corniculatus* über Rohboden gekennzeichnet. Bei *Hipparchia semele* stellen Steinbrüche den zweitwichtigsten Lebensraumtyp im Diemeltal dar.

Für *Boloria euphrosyne* spielen junge Kahlschläge im oder angrenzend an Wald die wichtigste Rolle als Habitat im Diemeltal. Die Bedeutung von jungen Schlagfluren als Larvalhabitat von *B. euphrosyne* wurde bereits aus England beschrieben (GREATOREX-DAVIES et al. 1992, WARREN & THOMAS 1992). *Pyrgus malvae* ist eine weitere Art, die diese Habitate zur Eiablage im Diemeltal nutzt.

Kleinflächige Störungen

Auch kleinflächige Störstellen innerhalb sonst homogener und/oder geschlossener Vegetation können eine große Bedeutung als Larvalhabitat für eine Reihe von Arten haben. Hierzu zählen z.B. Bodenanschnitte an Wegen, Bodenrisse/-verwundungen (z.B. durch tief eingestellte Freischneidegeräte), Maulwurfshügel oder Ameisenhaufen. Zu den Arten, die

generell lückige Vegetation als Larvalhabitat nutzen zählt *Zygaena purpuralis*. Innerhalb dieser werden häufig Störstellen wie Böschungsanschnitte oder Ameisenhaufen besiedelt.

Neben Steinbrüchen dienen *Plebeius argus* im Diemeltal Brandstellen als Lebensraum. Sie weisen strukturell Gemeinsamkeiten mit Steinbruchsohlen auf. Beide Habitattypen sind durch hohe Rohbodenanteile, höhere Deckungen von *Lotus corniculatus* und ein warmes Mikroklima gekennzeichnet. Eine weitere Art, die in Süddeutschland regelmäßig Brandstellen nutzt, ist *Lycaena alciphron*. HERMANN & STEINER (1998) geben als typische Eiablagestellen der Art ehemalige Feuerstellen mit *Rumex acetosella* als Wirtspflanze auf saurem Gestein im Schwarzwald an.

Aber auch die Arten, denen Rasengesellschaften mit dichter Vegetation als Larvalhabitat dienen, nutzen zur Eiablage häufig Stellen, die eine schütterere Vegetation aufweisen als die Umgebung. Im Diemeltal erfolgt die Eiablage von *Erebia medusa* insbesondere in brachliegende Bestände des *Arrhenatheretum*, *Cynosurion* und *Gentiano-Koelerietum trifoliosum*, innerhalb dieser vergleichsweise geschlossenen Vegetation aber besonders häufig an Stellen mit geringerer Vegetationsbedeckung wie Ameisenhügel oder Bodenarisse.

6 Fazit

Grundlage für das dauerhafte Überleben von Schmetterlingspopulationen sind vor allem zwei Dinge: Erstens der Erhalt bzw. die Schaffung geeigneter Larvalhabitate und zweitens aufgrund der bei Schmetterlingen meist vorliegenden Metapopulationstrukturen die Sicherstellung eines dichten Netzes von geeigneten Habitaten, zwischen denen ein hinreichender Individuenaustausch möglich ist. Aufgrund dieser Bedürfnisse sind viele Tagfalter- und Widderchenarten gleichzeitig hervorragende Indikatoren für den Zustand eines Einzelhabitats und den der Landschaft. Die Rückgangsraten sind bei den meisten Tagfalterarten deutlich höher als bei Vertretern aus anderen Tiergruppen oder bei Pflanzen (THOMAS et al. 2004, THOMAS 2005). Sie sind somit hervorragende Bioindikatoren und sehr gute Zielarten für das Naturschutzmanagement. Zielarten sind die empfindlichsten und schutzbedürftigsten Arten eines Anspruchstyps. Durch die Verbesserung ihrer Lebensräume werden andere habitattypische Arten gefördert (BERNOTAT et al. 2002).

Wie aus den oben gemachten Ausführungen deutlich wird, sind Störungen in Ökosystemen häufig positiv und zum Erhalt vieler Falterarten – insbesondere der hochgradig gefährdeten Arten – sogar zwingend erforderlich. Das vielfach von Seiten des Naturschutzes vorgeschlagene „schonende“ Management von Schmetterlingsebensräumen ist für die besonders gefährdeten Arten oft kontraproduktiv. Die Schaffung der dringend benötigten Störstellen unterbleibt und schwach gefährdete Arten werden gefördert, während die sehr seltenen Arten weiter zurückgehen.

Woran mangelt es in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft besonders? Sowohl in den Wäldern als auch auf den Grenzertragsstandorten sind mehr Dynamik und eine Erhöhung der Störungsintensität dringend notwendig. Für das feuchte Grünland und trockene Magerrasen bedeutet dies eine Wiederaufnahme von extensiven Nutzungsformen durch die auch Störstellen geschaffen werden. In genutzten Magerrasen mit noch vorhandenen Zielarten rohbodenreicher Habitats wie z.B. *Chazara briseis*, *Hipparchia semele*, *Maculinea arion*, *Pyrgus carthami* oder *P. cirsii* ist meist eine Erhöhung der Nutzungsintensität (vor allem Beweidung) anzustreben. Die verbreiteten dunklen Hochwälder sollten stärker geöffnet werden. Traditionelle Waldnutzungsformen wie Nieder- und Mittelwald, Waldweide und Kahlschlag sollten nicht weiter mit scheinbaren Naturschutzargumenten tabuisiert, sondern zumindest regional gezielt reaktiviert werden. Die durch naturnahe Waldbewirtschaftung

tung geschaffenen Offenstellen im Wald sind meist zu klein, um den Ansprüchen der wertgebenden Tagfalter- und Widderchenarten offener Wälder (z.B. *Boloria euphrosyne*, *Coenonympha hero*, *Euphydryas maturna*, *Glaucopsyche alexis*, *Lopinga achine*, *Satyrium ilicis*, *Zygaena osterodensis*) gerecht zu werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Ansprüche wertgebender Taxa in einer artenreichen Kulturlandschaft, sollte eine flexible Handhabung der Managementvorschläge angestrebt werden. Ein generelles Charakteristikum der Landnutzung in der historischen Kulturlandschaft war ein kleinteiliges Mosaik verschiedener Nutzungen und Nutzungstermine. Zudem war die Bewirtschaftung durch eine zufällige bzw. »chaotische« Komponente gekennzeichnet: So konnten Mahdtermine von Jahr zu Jahr variieren oder mal blieb der Schnitt ganz aus. Ein Musterbeispiel für die wichtige Rolle, die unregelmäßige Störungen für den Erhalt vieler Tierarten spielen können sind Truppenübungsplätze. Sie sind oft die letzten verbliebenen Refugien bestandsbedrohter Arten.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danke ich Gabriel Hermann (Filderstadt) herzlich.

7 Literatur

- BERNOTAT, D., SCHLUMPRECHT, H., BRAUNS, C., JEBRAM, J., MÜLLER-MOTZFELD, G., RIECKEN, U., SCHEUERLEN, K. & M. VOGEL (2002): Gelbdruck „Verwendung tierökologischer Daten“. In: PLACHTER, H., BERNOTAT, D., MÜSSNER, R. & U. RIECKEN: Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **70**: 109–217.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1958): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 1957. – Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2004): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. – Landwirtschaftsverlag, Münster.
- CONNELL, J. H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. – *Science* **199**: 1302–1310.
- DOLEK, M. (2000): Der Einsatz der Beweidung in der Landschaftspflege: Untersuchungen an Tagfaltern als Zeigergruppe. – *Laufener Seminarberichte* **4**: 63–77.
- FARTMANN, T. (2004): Die Schmetterlingsgemeinschaften der Halbtrockenrasen-Komplexe des Diemeltales. Biozönologie von Tagfaltern und Widderchen in einer alten Hudelandschaft. – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* **66** (1): 1–256.
- FARTMANN, T. & G. HERMANN (2006): Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa – von den Anfängen bis heute. In: FARTMANN, T. & G. HERMANN (Hrsg.): *Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa*. – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* **68** (3/4): 11–57.
- FARTMANN, T. & H. MATTES (2003). Störungen als ökologische Schlüsselfaktoren beim Komma-Dickkopffalter (*Hesperia comma*). – *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* **65**: 131–148.
- GATTER, W. (2000): Vogelzug und Vogelbestände in Mitteleuropa. 30 Jahre Beobachtung des Tagzugs am Randecker Maar. – Aula Verlag, Wiebelsheim.
- GREATOREX-DAVIES, J. N. & R. H. MARRS (1992): The quality of coppice woods as habitats for invertebrates. In: BUCKLEY, G. P. (ed.): *Ecology and management of coppice woodlands*. – Chapman & Hall, London: 271–296.

- GRIME, J. P. (1973a): Control of species density in herbaceous vegetation. – *Journal of Environmental Management* **1** (2): 151–167.
- GRIME, J. P. (1973b): Competitive exclusion in herbaceous vegetation. – *Nature* **242**: 344–347.
- GRIME, J. P. (2001): *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. Chichester, Wiley.
- HERMANN, G. & R. STEINER (1998). Eiablagehabitat und Verbreitung des Violetten Feuerfalters (*Lycaena alciphron*) in Baden-Württemberg (Lepidoptera, Lycaenidae). – *Carolina* **56**: 99–102.
- HUSTON, M. (1979): General hypothesis of species-diversity. – *American Naturalist* **113** (1): 81–101.
- ISSELSTEIN, J. (1998): Veränderungen in der Vegetation des Grünlandes – Perspektiven einer nachhaltigen Nutzung und Entwicklung. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde* **29**: 101–110.
- JAX, K. (1998/1999). Natürliche Störungen: ein Konzept für Ökologie und Naturschutz? – *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* **7** (4): 241–253.
- MACKEY, R. L. & D. J. CURRIE (2001): The diversity-disturbance relationship: Is it generally strong and peaked? – *Ecology* **82** (12): 3479–3492.
- OPPERMANN, R., REICHHOLF, J & J. PFADENHAUER (1987): Beziehungen zwischen Vegetation und Fauna in Feuchtwiesen – untersucht am Beispiel von Schmetterlingen und Heuschrecken in zwei Feuchtgebieten Oberschwabens. – Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg **62**: 347–379.
- PICKETT, S. T. A. & P. S. WHITE (1985). *The ecology of natural disturbance und patch dynamics*. – Academic Press, Orlando.
- PRETSCHER, P. (1998): Rote Liste der Großschmetterlinge (Macrolepidoptera). – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* **55**: 87–111.
- RENNWALD, E. (1999): Schmetterlinge in der Kulturlandschaft – was haben sie mit Wisent und Auerohse zu tun? – *Natur- u. Kulturlandschaft* **3**: 132–137.
- THOMAS, J. A. (1993): Holocene climate change and warm man-made refugia may explain why a sixth of British butterflies inhabit innatural early-successional habitats. – *Ecography* **16**: 278–284.
- THOMAS, J. A. (2005): Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. – *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* **360**: 339–357.
- THOMAS, J. A., TELFER, M. G., ROY, D. B., PRESTON, C. D., GREENWOOD, J. J. D., ASHER, J., FOX, R., CLARKE, R. T. & J. H. LAWTON (2004): Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. – *Science* **303**: 1879–1881.
- UMWELTBUNDESAMT (2006) – online unter: <http://www.umweltbundesamt.de/dux/la-inf.htm>
- WALLISDEVRIES, M. F. & C. VAN SWAAY (2005): Microclimatic cooling explains butterfly declines in the temperate zone. Abstracts of the 5th international symposium on „Lepidoptera as Indicators of Biodiversity Conservation“. – *Butterfly Conservation*, Southampton: 42.
- WARREN, M. S. & J. A. THOMAS (1992): Butterfly responses to coppicing. – In: BUCKLEY, G. P. (ed.): *Ecology and management of coppice woodlands*. – Chapman & Hall, London: 249–270.
- WEIDEMANN, H. J. (1989). Die Bedeutung von Sukzession und „Störstellen“ für den Biotopschutz bei Schmetterlingen. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* **29**: 239–247.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Thomas Fartmann
 AG Biozönologie
 Institut für Landschaftsökologie
 Westfälische Wilhelms-Universität Münster
 Robert-Koch-Str. 26
 48149 Münster
 E-Mail: fartmann@uni-muenster.de
 Internet: <http://biozoenologie.uni-muenster.de>