

**Bestandsentwicklung der Tagfalter in den Jahren 1993/1994 in Dimilin- und Btk-behandelten Eichenwäldern Mittelfrankens nach einer Schwammspinner- (*Lymantria dispar*) kalamität, dargestellt am Beispiel NSG „Gräfhholz-Dachsberge“ und dessen Umgebung**

(Lepidoptera: Diurna)

von

RALF BOLZ

**Abstract:** The effects of diflubenzuron and Btk (*Bacillus thuringiensis kurstaki*) treatment on numbers and diversity of butterflies (Papilionoidea et Hesperoidea) in a Middle Franconia hardwood forest infested with gipsy moth (*Lymantria dispar* L.) are reported. The results after the treatment are compared with samples taken one year before (1993/94). Three different effects were observed: a) no influence on species developing before treatment, b) great reduction in abundance of certain species, and c) complete disappearance of other species. All kinds of results are discussed by one example at least, taking into consideration the specific biology of the species.

## 1. Einleitung

In den Jahren 1993 und 1994 wurden große Teile der Eichenwälder in Mittel- und Unterfranken mit dem Insektizid Diflubenzuron (Dimilin) behandelt. Die bayerischen Forstbehörden sahen sich im Zuge einer Massenvermehrung des Schwammspinners (*Lymantria dispar*), trotz zahlreicher Warnungen von Naturschützern, Verbänden und Biologen zu dieser Maßnahme veranlaßt. Davon waren insbesondere die in diesen Gebieten noch vorhandenen traditionell in Nieder- und Mittelwaldform bewirtschafteten Eichenwälder betroffen.

Eines der betroffenen Gebiete war das Naturschutzgebiet Gräfhholz-Dachsberge, am Beispiel dessen die Problematik und ersten Auswirkungen diskutiert werden. Im folgenden sollen an Hand von zahlreichen Vorjahresdaten aus dem Untersuchungsgebiet selbst sowie durch den direkten Vergleich mit ähnlich strukturierten Lebensräumen im gleichen Naturraum für das betreffende Jahr 1994 eine erste Abschätzung der Populationsentwicklung der Tagfalter für das Untersuchungsgebiet versucht werden.

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Das Naturschutzgebiet Gräfhholz-Dachsberge liegt im Vorderen Steigerwald im Landkreis Neustadt/Aisch-Bad Windsheim. Der Vordere Steigerwald ist ein durch die Landwirtschaft bestimmtes, traditionsgebundenes Ausschlagswaldgebiet. Es überwiegen Gemeinde- und Genossenschaftswaldungen.

Am Stufenrand des Steigerwaldes zwischen Hohenlandsberg und Schwanberg im Westen bis über das Scheinetal im Osten hinaus war das ehemals geschlossene Verbreitungsgebiet der Mittelwälder. Südlich davon erstreckte sich um 1840/50 auf dem gesamten Waldgebiet zwischen Aisch- und Ehegrund, z. T. nordwärts auch noch in die Randgebiete der Krassolzheimerbucht die Niederwaldwirtschaft. Nach Beendigung der Lohegewinnung um die Jahrhundertwende wurde in einigen Gemeinden versucht, den Niederwald stärker mit Oberholz anzureichern. Man ließ beim Stockaustrieb mehr Laßreiser stehen und verlängerte die Umtriebszeit, bis schließlich ein meist oberholzarmen Mittelwald entstand. Auf den sauren Ausgangsgesteinen Schilf- und Blasensandstein wurden bereits im vorigen Jahrhundert Nadelaufforstungen im Niederwald durchgeführt. Nur auf den tonigen Böden des Gipskeupers haben sich bis heute Nieder- bzw. die oben beschriebenen oberholzarmen Mittelwälder erhalten.

Bei diesen verbliebenen Nieder- bzw. aus Niederwald zu Mittelwald entwickelten Waldflächen handelt es sich um die heute aus faunistischer und floristischer Sicht wertvollsten Bestände.

In dem oben beschriebenen Verbreitungsgebiet der „echten“ Mittelwälder war das Vorkommen 1850–1900 nicht allein auf Gemeindewälder beschränkt. Es umfaßt ebenso den herrschaftlichen Großprivatwald sowie die bäuerlichen Genossenschafts- und Kleinprivatwälder. Die ursprüngliche Verbreitung ist durch die Überführung in Hochwald stark zurückgegangen. Während herrschaftliche Waldungen heute vollständig überführt sind, existiert eine mehr oder weniger intakte Mittelwaldbewirtschaftung in Gemeinde- und in Genossenschaftswäldern und bäuerlichen Kleinprivatwäldern.

Durch die landwirtschaftliche Nutzung sind die Waldbestände in den Mittelgebirgen in der Regel auf den nicht oder nur sehr schwer zu bewirtschaftenden Berghängen und Kuppen erhalten geblieben. Im westlichen Steigerwald gibt es als Ausnahme von der Regel, neben den Hangwäldern, noch große zusammenhängende Waldgebiete in den flachen Senken und Tälern. Diese Standorte, die normalerweise als Grünland genutzt werden, sind hier stellenweise noch als Wald erhalten und werden heute noch in größeren Flächen als Mittelwald genutzt. In diesen Bereichen stehen meist flächig die Myophorienschichten an. Die Myophorienschichten setzen sich aus meist grauen, manchmal auch rotbraun bis violett gefärbten Tonsteinen, Steinmergelbänken und Gipsknollen zusammen. Die Basis der Myophorienschichten bildet der Grundgips. Durch die leichte Wasserlöslichkeit des Gipses bilden sich Dolinen. Durch nachsickerndes Erdreich in die entstandenen Hohlräume kommt es zur Bildung von Geländedellen. Die Böden sind im Bereich der Tonsteine des Gipskeupers nährstoffreich und basenreich, winternaß und sommertrocken.

An diesen Stellen ist die potentielle natürliche Vegetation der Eichen-Hainbuchenwald (*Quercus robur*-*Carpinetum betuli*), der mit seinen lichtbedürftigen Arten auch heute noch gut zu erkennen ist. Die Eichen-Hainbuchenwälder stellen vor allem an feuchten und wechselfeuchten Standorten einen sehr guten Lebensraum für Arten der Weich- und Hartholzaue. Solche Gebiete mit den oben beschriebenen Eigenschaften stellen große Teile des NSG „Gräfhölz-Dachsberge“ dar.

### 3. Methodik

Um einen Vergleich der Populationsentwicklung zu ermöglichen, wurde anhand von immer gleichen Transekten (Weg- und Geländestrecken) eine qualitative Aufnahme der gesamten Arten und eine halbquantitative Schätzung der Individuenzahl durchgeführt. Ein Teil dieser Transekte wurden bereits seit ca. 10 Jahren begangen. Eine absolute und genaue quantitative Aufnahme ist im größtenteils sehr unübersichtlichen Untersuchungsgebiet von vornherein ausgeschlossen. Auch entziehen sich viele Arten einer genauen quantitativen Erfassung aufgrund ihrer Lebensweise (z. B. *Apatura*-Arten). Eine genaue quantitative Erfassung der Arten, z. B. mit der Linientransektmethode, wie sie u. a. auf Grünländern und Halbtrockenrasen verwendet wird, ist in diesem Fall nicht einsetzbar. Auch lagen keine vergleichbaren genauen quantitativen Erfassungen aus den Vorjahren vor.

Natürlich verbleibt bei einer halbquantitativen Schätzung ein sehr großer subjektiver Faktor, der aber meines Erachtens durch natürliche Populationsschwankungen wesentlich überlagert wird.

Um diese natürlichen Populationsschwankungen „in den Griff“ zu bekommen werden die Populationsentwicklungen mit im gleichen Naturraum liegenden ähnlichen Lebensräumen, aber nicht mit Dimilin behandelten Gebieten, verglichen. Dies war für einen Teil der Arten gut möglich.

Zudem unterliegt gerade ein aktuell bewirtschafteter Mittelwald einer sehr starken Dynamik. Daher sind Vergleiche aus länger zurückliegenden Jahren von ein und der selben Fläche nicht zulässig.

Um einen hohen Erfassungs- und vor allem Vergleichsgrad zu ermöglichen, wurden die Untersuchungsgebiete fast wöchentlich im Zeitraum von Mitte April bis Mitte September begangen.

### 4. Spezielle Problematik im Untersuchungsgebiet

Aufgrund erheblicher Bedenken und Proteste, daß auch in einem Naturschutzgebiet Dimilin ausgebracht werden sollte, entschied sich die Forstverwaltung zu einer Ausnahmebehandlung für das Naturschutzgebiet

sowie kleinerer angrenzender Bereiche. Diese Ausnahmebehandlung bedeutete, daß zwei sogenannte „Biologische Fenster“ innerhalb der Naturschutzgebietsgrenzen nicht behandelt wurden. Ein „Biologische Fenster“ umfaßte in einer nahezu quadratischen Form eine Fläche von ca. 10 ha. Ein weiteres „Biologische Fenster“ war in Form eines schmalen Schlauches ca. 7,5 ha groß. Teile von Gebieten mit Niederholzanteilen wurden als Ausnahme mit dem biologischen Bekämpfungsmittel „*Bacillus thuringensis kurstaki*“ (Btk) behandelt. Weitere Bereiche vor allem mit Eichenalholzbeständen und die Eichenhütungen wurden mit Dimilin behandelt. Die eingesetzte Applikationskonzentration von Dimilin betrug 75–100 g/ha. Zur Wirkungsweise und Applikation von Dimilin vergleiche auch Kapitel 6 in BOLZ (1995). Die Applikationen erfolgten durch Versprühen vom Hubschrauber aus und fand zwischen dem 11.v. und 14.v.94 statt.

Durch diese starke Mischbehandlung im Untersuchungsgebiet ist ein eindeutiges Ursache-Wirkungsverhältnis nicht mehr nachzuvollziehen. Lediglich die Gesamtbehandlung mit ihren Auswirkungen neben den „natürlichen“ Faktoren, wie z.B. der extrem hohen Parasitierungsgrade ist als Ganzes darstellbar. Gerade dieser von Parasiten ausgehende extrem hohe Druck wurde im Jahre 1994 besonders deutlich. Bereits im Jahre 1993 brachen die Massenvermehrungen des Schwammspinners auf unbehandelten Teilflächen zusammen. Im Jahr 1994 erfolgte allerdings auf allen Flächen – behandelten wie unbehandelten – ein Zusammenbruch der Kalamität. Auffälligste Parasiten waren die Tachinen der Art *Blepharipoda scutellata* (vgl. KRAUS & VON DER DUNK, 1993) und der 4-Punkt-Aaskäfer (*Xylopedra quadripunctata*), die beide das Raupenstadium befallen. Dieser immense Druck führte dazu, daß praktisch jede freisitzende Raupe parasitiert war. Dies zeigte sich deutlich in der reihenweise Überbelegung der Raupen mit Tachineneiern. Bei einer ausgewachsenen *Eriogaster catax*-Raupe zählte der Autor als Spitzenwert 21 Tachineneier.

## 5. Vorkommende Arten und deren beobachtete halbquantitative Bestandsentwicklung 1993–1994

Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, daß die Arten der Baum- und Strauchschicht aufgrund ihrer stärkeren Exponiertheit und aufgrund geringerer Beschattungseffekte, stärker von der Behandlung betroffen sind als Arten der Krautschicht und Bodenbewohner oder unterirdisch lebender Larven.

Auf Dimilin-behandelten Flächen ist aufgrund der Persistenz der Wirkung (je nach applizierter Konzentration) ein weiterer Effekt auf solche Arten zu erwarten, die ihre Eier an alte, bereits im Frühjahr getriebene Blätter heften (z. B. *Apatura*-, *Limnitis*-Arten und *Euphydryas maturna*), da hier die tödliche Wirkung besonders auf die schlüpfenden L1-Raupen weiter anhält. Auf Btk-behandelten Flächen ist dieser Effekt wesentlich geringer, da dieses biologische Bekämpfungsmittel nur eine relativ kurze Zeit seine Wirkung beibehält.

Alle Arten, die frische nachtreibende Pflanzenteile oder in der Krautschicht fressen (z. B. die grasfressenden Arten der Unterfamilie Satyrinae) haben wesentlich günstigere Überlebensbedingungen sowohl bei einer Dimilin- als auch bei einer Btk-Behandlung ihrer Lebensräume.

Bei der folgenden Auflistung sind einige Punkte zu berücksichtigen, da eine Bestandsentwicklung bei Insekten vielerlei Faktoren unterliegt. Die Liste beschreibt ausschließlich die Bestandsentwicklung des Jahres 1993 zum Jahre 1994. Entscheidende Faktoren bei der Entwicklung von Insektenpopulationen sind die Witterung in besonders sensiblen Entwicklungsbereichen (z. B. der Larvalentwicklung oder während der Paarungs- und Eiablagezeit der Imagines). Gerade im Jahr 1994 herrschten zur Flugzeit einiger Spätfrühlingsarten zur Monatswende Mai/Juni sehr ungünstige Witterungsverhältnisse, die sich teilweise noch bis Mitte Juni fortsetzten. Dies steht in völligem Gegensatz zum Frühjahr 1993, in dem eine durchgehende überdurchschnittlich warme und trockene Witterung dominierte.

Ein weiterer Faktor ist bei den Insekten die Rolle, die die Hauptfeinde, insbesondere die Parasiten, spielen. 1994 war im Untersuchungsgebiet der Druck der Parasiten (aufgrund der vorangehenden Massentwicklung) extrem hoch, was auch der „natürliche“ Zusammenbruch der Schwammspinnerkalamität im gleichen Jahr belegt.

Weitere Faktoren sind wahrscheinlich endogene Faktoren, die zu sogenannten Massenwechseln führen. Dies betrifft nach bisherigen Kenntnisstand nicht alle Arten, doch sind zumindest eine ganze Reihe von Arten davon betroffen (u. a. auch *Euphydryas maturna*). Dies wird bei der Einzelartenbesprechung im Anschluß in Kapitel 6 jeweils gesondert erwähnt.

Insgesamt läßt sich ausführen, daß im Jahr 1993 für die meisten Tagfalterarten (ebenfalls für einige Nachtfalterarten) ein „Hoch“ in der Populationsdynamik (d.h. es konnten ausgesprochen hohe Falterzahlen registriert werden) darstellte, und 1994 ein allgemeiner Rückgang der Individuenzahlen festzustellen war. Diese Beobachtung wurde auch in völlig „insektizid-unbehandelten“ Gebieten getätigt. Diese unterschiedliche Bestandsentwicklung ist beim Lesen der folgenden Tabelle immer zu berücksichtigen.

Legende:

Pr. Nr.	Numerierung nach Prodrromus der Lepidopterenfauna Nordbayerns (1988)
*	Wegen fehlender Datenbasis noch keine Aussage möglich / Aussage vorläufig
+	Bestandsdichte leicht zunehmend
++	Bestandsdichte stark zunehmend
+++	Art nur nach dem Dimilin- und Btk-Einsatz beobachtet
○	Keine Änderung feststellbar
-	Bestandsdichte leicht abnehmend
--	Bestandsdichte stark abnehmend
---	Art nach Dimilin- und Btk-Einsatz nicht mehr beobachtet
()	Wegen Seltenheit der Art dargestelltes Ergebnis möglicherweise nicht aussagekräftig

Pr. Nr.	Art	Bestandsentwicklung 1993–1994	Kommentar
Hesperiidae			
1669	<i>Carterocephalus palaemon</i> (PALLAS, 1771)	○	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
1670	<i>Thymelicus sylvestris</i> (P., 1761)	++	
1671	<i>Thymelicus lineola</i> (OCHS., 1808)	++	
1672	<i>Thymelicus acteon</i> (ROTT., 1775)	--	Offenlandart, die im Bereich der mit Dimilin behandelten Hutungen vorkommt
1673	<i>Hesperia comma</i> (L., 1758)	++	
1674	<i>Ochlodes venatus</i> (B. & G., 1852)	--	
1675	<i>Erynnis tages</i> (L., 1758)	○	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
1679	<i>Pyrgus malvae</i> (L., 1758)	○	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
1681	<i>Pyrgus alveus</i> (HBN., 1803)	++	
Papilionidae			
1687	<i>Papilio machaon</i> (L., 1758)	-	
1688	<i>Iphioides podalirius</i> (L., 1758)	()	
Pieridae			
1689	<i>Leptidea sinapis</i> (L., 1758)	++	
1691	<i>Colias hyale</i> (L., 1758)	*	
1694	<i>Colias crocea</i> (FOURCROY, 1785)	+++	1994 allgemein starkes Einwanderungsjahr

Pr. Nr.	Art	Bestandsentwicklung 1993–1994	Kommentar
1695	<i>Gonepteryx rhamni</i> (L., 1758)	○	
1696	<i>Aporia crataegi</i> (L., 1758)	()	
1697	<i>Pieris brassicae</i> (L., 1758)	++	
1698	<i>Pieris rapae</i> (L., 1758)	++	
1699	<i>Pieris napi</i> (L., 1758)	++	
1701	<i>Anthocharis cardamines</i> (L., 1758)	○	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
Nymphalidae			
1702	<i>Apatura iris</i> (L., 1758)	○	
1703	<i>Apatura ilia</i> ([D. & S.], 1775)	○	an den traditionellen Treffpunkten in keiner auffallenden geringeren Abundanz
1704	<i>Limenitis camilla</i> (L., 1764)	---	auffälliger Weise keine einzige Beobachtung dieser im Gebiet häufigen Art
1705	<i>Limenitis populi</i> (L., 1758)	---	nach Populationshoch 1993 in keinem einzigen Exemplar 1994 beobachtet
1707	<i>Nymphalis polychloros</i> (L., 1758)	○	
1709	<i>Nymphalis antiopa</i> (L., 1758)	()	
1710	<i>Nymphalis io</i> (L., 1758)	++	
1711	<i>Vanessa atalanta</i> (L., 1758)	*	ohne Aussagekraft
1712	<i>Vanessa cardui</i> (L., 1758)	*	ohne Aussagekraft
1713	<i>Nymphalis urticae</i> (L., 1758)	-	im ganzen Naturraum im Jahr 1994 äußerst selten
1714	<i>Nymphalis c-album</i> (L., 1758)	()	
1715	<i>Araschnia levana</i> (L., 1758)	○	
1716	<i>Argynnis paphia</i> (L., 1758)	○	
1717	<i>Argynnis aglaja</i> (L., 1758)	*	
1718	<i>Argynnis adippe</i> (L., 1767)	++	insgesamt im Jahre 1994 in hoher Anzahl
1720	<i>Issoria lathonia</i> (L., 1758)	++	ohne Aussagekraft
1721	<i>Brenthis ino</i> (Rott., 1775)	-	
1724	<i>Boloria selene</i> ([D. & S.], 1775)	-	
1725	<i>Boloria euphrosyne</i> (L., 1758)	++	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
1727	<i>Boloria dia</i> (L., 1767)	--	in Dimilinflächen
		++	in Btk-Flächen
1728	<i>Melitaea cinxia</i> (L., 1758)	++	kommt nur auf unbehandelten Flächen vor

Pr. Nr.	Art	Bestandsentwicklung 1993–1994	Kommentar
1729	<i>Melitaea phoebe</i> ([D. & S.], 1775)	( )	
1730	<i>Melitaea didyma</i> (Esp., 1779)	--	trotz insgesamt sehr guter Populationsentwicklung im Jahr 1994 auf der mit Dimilin und deren Abtrift betroffenen Fläche ein völliger Zusammenbruch
1731	<i>Melitaea diamina</i> (LANG, 1789)	○	
1732	<i>Melitaea athalia</i> (Rott., 1775)	--	extrem starker Rückgang
1734	<i>Melitaea aurelia</i> (NICK., 1850)	--	extrem starker Rückgang
1736	<i>Euphydryas maturna</i> (L., 1758)	---	1994 keine Falter und keine Raupennesterbeobachtung mehr
1737	<i>Euphydryas aurinia</i> (Rott., 1775)	○	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
1738	<i>Melanargia galathea</i> (L., 1758)	--	
1743	<i>Minois dryas</i> (Sco., 1763)	--	
1747	<i>Erebia aethiops</i> (Esp., 1777)	○	
1748	<i>Erebia medusa</i> ([D. & S.], 1775)	++	
1749	<i>Maniola jurtina</i> (L., 1758)	--	in Dimilin-Flächen
		-	in Btk-Flächen
1751	<i>Aphantopus hyperantus</i> (L., 1758)	-	
1752	<i>Maniola tithonus</i> (L., 1758)	-	
1753	<i>Coenonympha pamphilus</i> (L., 1758)	○	
1755	<i>Coenonympha hero</i> (L., 1761)	++	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
1756	<i>Coenonympha arcania</i> (L., 1761)	++	
1758	<i>Parage aegeria</i> (L., 1758)	○	
1761	<i>Lopinga achine</i> (SCOPE., 1763)	--	
Riodinidae			
1762	<i>Hamearis lucina</i> (L., 1758)	○	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
Lycaenidae			
1763	<i>Callophrys rubi</i> (L., 1758)	○	Frühlingsart, noch nicht vom Einsatz betroffen
1764	<i>Thecla betulae</i> (L., 1758)	*	
1765	<i>Neozephyrus quercus</i> (L., 1758)	--	
1766	<i>Satyrium acaciae</i> (F., 1787)	( )	
1767	<i>Satyrium ilicis</i> (Esp., 1779)	---	

Pr. Nr.	Art	Bestandsentwicklung 1993–1994	Kommentar
1768	<i>Satyrium w-album</i> (Knoch, 1782)	---	
1770	<i>Satyrium pruni</i> (L., 1758)	---	in Dimilin-Flächen
		--	in Btk-Flächen
			war in den Jahren 1993/94 eine Massenart auf unbehandelten Flächen
1772	<i>Lycaena phleas</i> (L., 1761)	( )	
1777	<i>Lycaena hippothoe</i> (L., 1761)	++	
1781	<i>Celastrina argiolus</i> (L., 1758)	○	
1785	<i>Glaucopsyche alexis</i> (P., 1761)	---	Frühlingsart, die noch nicht betroffen sein kann, zur Hauptflugzeit herrschte eine äußerst ungünstige Witterung
1788	<i>Glaucopsyche arion</i> (L., 1758)	--	kommt nur auf Dimilinabtrift-Flächen vor
1789	<i>Glaucopsyche teleius</i> (BERGSTR., 1779)	--	
1790	<i>Glaucopsyche nausithous</i> (BERGSTR., 1779)	○	
1792	<i>Plebejus idas</i> (L., 1761)	-	
1793	<i>Plebejus argyrognomon</i> (BERGSTR., 1779)	-	
1794	<i>Polyommatus agestis</i> ([D. & S.], 1775)	-- ++	1. Generation 2. Generation
1798	<i>Polyommatus semiargus</i> (ROTT., 1775)	-	
1802	<i>Polyommatus thersites</i> (CANTENER, 1834)	( )	
1806	<i>Polyommatus icarus</i> (Rott., 1775)	-- ++	1. Generation 2. und 3. Generation

## 6. Ergebnisse

Eine zahlenmäßige Auswertung aller Arten nach Einnischung und Bestandsentwicklung erscheint aufgrund der verschiedenen Einflussfaktoren und Behandlungsmethoden nicht sinnvoll. Es werden zumindest anhand von Einzelarten die Auswirkungen auf den Bestand diskutiert.

### 6.1. Frühlingsarten

Bei den sogenannten Frühlingsarten handelt es sich um alle Arten, die zum Behandlungszeitraum (11.–14.v.94) bereits als Imago entwickelt und geschlüpft waren. Es sind dies folgende Arten: *Carterocephalus*

*palaemon*, *Erynnis tages*, *Pyrgus malvae*, *Araschnia levana*, *Boloria euphrosyne*, *Euphydryas aurinia*, *Coenonympha hero*, *Hamearis lucina* und *Callophrys rubi*.

Diese Arten konnten im Bezug auf die Insektizidbehandlung im Jahre 1994 noch keine Auswirkungen zeigen und traten unverändert häufig auf. *Boloria euphrosyne* und *Coenonympha hero* zeigten sogar eine leichte bis deutliche Zunahme der beobachteten Häufigkeit, was auf die Auflichtungen nach dem Kahlfraß im Jahre 1993 zurückzuführen sein kann. Offenlandarten bzw. Arten, die im lichten Gehölzen vorkommen wie die beiden genannten Arten profitieren durch die Auflichtungen und der signifikanten mikroklimatischen und strukturellen Veränderungen in einem kahlgefressenen Mittelwald.

## 6.2. Arten mit auffällig starkem Rückgang 1993/1994

### *Satyrium pruni* (LINNAEUS, 1758)

Mit *Satyrium pruni* ist eine Art der sonnenexponierten Strauchschicht, d.h. eine für die Insektizidbehandlung besonders exponierte Art. In den oberholzarmen Mittelwäldern wie die dem Untersuchungsgebiet gilt dies im besonderen. Zudem kommt diese Art sowohl in einem mit Dimilin behandelten Teilbereich, als auch in der großen Btk-behandelten Fläche im Zentrum des NSG vor. *Satyrium pruni* ist eine Art, deren Raupen sich zum Behandlungszeitpunkt bereits weitgehend im L5-Stadium befinden und lediglich noch eine einzige Häutung zur Verpuppung benötigen.

Auffallend war, daß in der Teilfläche, die mit Dimilin behandelt (100 mg/l) wurde, kein einziger Falter beobachtet wurde. In den Btk-Flächen waren dagegen zumindest Einzeltiere feststellbar. Dieses offensichtliche völlige Verschwinden nach der Dimilinbehandlung und der massive Einbruch nach der Btk-Behandlung ist umso auffälliger, als *Satyrium pruni* in den Jahren 1993 und 1994 auf den Vergleichsflächen und im gesamten Naturraum eine „Massenart“ war und erst 1995 wieder wesentlich geringere Individuenzahlen aufwies. Dies bedeutet, daß trotz eines allgemeinen „Hochs“ der Populationsentwicklung auf den behandelten Flächen im Untersuchungsgebiet ein massiver Einbruch, ja sogar ein lokales völliges Verschwinden der Art hervorgerufen wurde.

### *Melitaea didyma* (ESPER, 1779)

*Melitaea didyma* besiedelt die verbuschenden Stellen im Magerrasen und vor allem die Waldsäume zu Magerrasenflächen hin. Zum Zeitpunkt der Behandlung sind die Raupen bereits im L3- und L4-Stadium. Sie sitzen offen auf ihren Fraßpflanzen und sind trotz ihrer Lebensweise als Bewohner der Krautschicht relativ stark exponiert. Das Hauptvorkommen im Untersuchungsgebiet stellt ein Halbtrockenrasen am Dachsberg dar, der in BOLZ (1995) näher beschrieben wird. Bemerkenswert ist, daß dieser Magerrasen einschließlich seiner Säume nicht direkt mit Dimilin behandelt wurde, sondern lediglich durch Abtrieb aus der Behandlung der umliegenden Huteeichen und Waldstücke betroffen sein kann. Auf diesem Halbtrockenrasen können jährlich normalerweise mehrere Dutzend Individuen dieser Schreckenfalterart gezählt werden. Im Jahre 1994 war trotz mehrfachen Nachsuchens zur Hauptflugzeit lediglich ein einzelnes Männchen zu beobachten. Aufgrund dieser Einzelbeobachtung wird die Art in der tabellarischen Übersicht als im Bestand nur als in der Bestandsdichte stark abnehmend bezeichnet. Dieser krasse Bestandseinbruch ist insofern noch auffälliger, da diese Art an einem nur 500 m entfernten vergleichbaren unbehandelten Vorkommensort von gleicher Größe in über hundert Exemplaren flog. Auch auf anderen Vorkommensorten im Naturraum zeigte *Melitaea didyma* im Jahre 1994 eine überdurchschnittlich individuenreiche Populationsentwicklung.

## 6.3. Tagfalterarten, die 1994 überhaupt nicht mehr festgestellt wurden

### *Euphydryas maturna* (LINNAEUS, 1758)

Der Kleine Maivogel ist in Bayern und in Deutschland vom Aussterben bedroht. Da das Untersuchungsgebiet die für Deutschland größte aktuelle (Meta-)Population beherbergt, wird aufgrund dieser außerordent-

lichen Bedeutung auf diese Art ausführlicher eingegangen. Zur weiteren Situation in Bayern und seinen Lebensräumen vgl. BOLZ (1996).

Die Gesamtverbreitung der Art reicht von Mitteleuropa bis Mittelasien. Die nördlichsten Vorkommen existieren in Südschweden und Südfinnland und reichen über das Baltikum, Ungarn bis auf den Balkan. Kennzeichnend sind das immer nur lokale Auftreten und die heute zum Großteil, selbst in den Hauptverbreitungsgebieten, isolierten Vorkommen.

Der Maivogel ist in Nordbayern aktuell nur noch aus bewirtschafteten Mittelwäldern bekannt. Seine Verbreitungsschwerpunkte liegen in Nordbayern in den Naturräumen Fränkisches Keuper- und Liashügelland, Fränkisches Keuper- und Liasbeckenland und den Mainfränkischen Platten. Nebenvorkommen liegen/lagen im Nördlichen, Mittleren und Südlichen Jura sowie im gesamten Donaubeereich. In Südostbayern hatte der Maivogel ebenfalls weitere lokale Vorkommen (auf Vorkommen außerhalb des Naturraumes Fränkisches Keuper- und Liasland wird hier nicht näher eingegangen).

*Euphydryas maturna* besiedelt im Fränkischen Keuperliasland feuchtwarme Senken der Bachtäler, fast immer über dem Ausgangsgestein der Myophorienschichten. Hier stocken Eichen-Hainbuchenwälder, die durch edaphische Faktoren von hoher Feuchtigkeit bzw. Wechselfeuchte gekennzeichnet sind. Neben dem bereits stark subkontinental geprägten Klima, das die östliche Art *Euphydryas maturna* begünstigt, sind alle rezenten Fundorte in Bayern durch eine noch aktuell betriebene Mittelwaldwirtschaft gekennzeichnet. Weiteres Merkmal ist der sehr hohe Eschenreichtum und die starke Tendenz zu Merkmalen der Hartholzaue.

Interessant ist die Abweichung des Maivogels in Hinsicht auf das Eiablagesubstrat und der Fraßpflanze der jungen Raupen. Als einzige einheimische Scheckenfalterart belegt er ein Holzgewächs und keine krautigen Pflanzen wie alle seine verwandten Arten. Die Eiablage erfolgt an exponierten Zweigen junger Eschen (*Fraxinus excelsior*) im Waldmantel. Die Bodennähe sowie die Lichtigkeit und der wechselfeuchte Untergrund sind typisch für die Eiablageorte. Andere gruppentypische Merkmale der Scheckenfalter hat er beibehalten, wie z.B. das gemeinsame Gespinst der Jungraupen bis zur Überwinterung, die Überwinterung in der Streuschicht, sowie das polyphage Fraßverhalten der überwinterten Raupen. Allerdings frißt auch die größere Larve nach der Überwinterung wiederum bevorzugt an Holzgewächsen wie Zitterpappel (*Populus tremula*), Schlehe (*Prunus spinosa*), Liguster (*Ligustrum vulgare*), Salweide (*Salix caprea*) und Heckenkirsche (*Lonicera*).

Auch das Flugverhalten ist von dem der anderen *Melitea*-Arten völlig verschieden. Der Maivogel ist der mit Abstand beste und schnellste Flieger unter den Scheckenfaltern und erinnert eher an das Flugverhalten von Eisvögeln (*Limenitis*-Arten) als an das seiner Schwesterart *Euphydryas aurinia*, die eher ein sehr langsames und schwerfälliges Flug immer in Bodennähe hat.

Die Maivogel-♂♂ saugen am Boden an Aas, Kot und feuchten Stellen, was als typisches Verhalten für Arten der Aue gelten kann. Blütenbesuche können nicht bestätigt werden, obwohl in EBERT & RENNWALD (1991) die Acker-Witwenblume (*Knautia arvensis*) nach einem Foto von EBERHARD, der den Falter beim Blütenbesuch fotografierte angegeben wird. Die ♂♂ saugen, wahrscheinlich aus ähnlichen Gründen wie die *Apatura*-Arten am Boden salz- und stickstoffhaltige feuchte Substrate, während die ♀♀ beim Blütenbesuch beobachtet werden können (siehe auch HENRIKSEN & KREUTZER, 1982).

Die ♂♂ können morgens und vormittags bei der Nahrungsaufnahme am Boden beobachtet werden. Gegen Mittag verlassen die Falter die Saugplätze. Nachmittags, während der höchsten Temperaturen zeigen die ♂♂ Revierverhalten und haben Ansitzwarten auf höheren Büschen (z. B. Schlehen oder Liguster). Von diesen Ansitzen fliegen sie die nähere Umgebung ab und kehren immer wieder zum Ausgangspunkt zurück. Der Abflug erfolgt nicht immer beim Vorbeifliegen eines anderen Falters, sondern findet auch ohne offensichtlichen Grund statt, aber immer wieder wird zum Ausgangspunkt zurückgekehrt. Selbst bei Störung kehren die Falter nach kurzer Zeit wieder an den gleichen Ansitz zurück. Während des Ansitzens spannen die ♂♂ ihre Flügel auf und sonnen sich, um dann blitzschnell wieder loszufliegen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der Maivogel wegen der Vernichtung eines seiner wichtigsten Primärhabitats, der Hartholzaue im Bereich größerer Flüsse (in Deutschland existiert nur noch eine Population in einem solchen Habitat) heute auf Mittelwälder mit einem ähnlichen Standortpotential angewiesen ist. Hier kann er dauerhafte große Populationen aufbauen, wie es die Daten für Standorte in Mittelfranken seit mindestens einem halben Jahrhundert belegen. Neben der Bewirtschaftungsform spielen zusätzliche klimatische und edaphische Faktoren eine wichtige Rolle für das immer nur lokale Auftreten dieser

Art. Trotz dieser hohen Ansprüche kam die Art nach dem Krieg noch verbreitet an vielen Örtlichkeiten in den oben zitierten Naturräumen vor, aber fast ausschließlich in traditionell bewirtschafteten Mittelwäldern.

Damit kann die Art als ein Charaktertier der Mittelwälder in Nordbayern gelten.

Wesentliches Merkmal der Populationsdynamik dieser Art sind extreme Schwankungen in der Häufigkeit. Auch der Maivogel neigt zur „Massenvermehrung“, um in den Folgejahren kaum oder nur sehr vereinzelt, aufzutreten. Ein deutliches Populationshoch ging parallel zur Schwammspinnerpopulationsentwicklung 1991–1994. Das quantitative Populationsmaximum war, identisch zur Schwammspinnerentwicklung, 1993 erreicht. In diesem Jahr waren adulte Raupen und insbesondere die Falter ausgesprochen häufig zu beobachten. Über 100 Falter konnten auf einem 3 km langen Transekt festgestellt werden.

Im Folgejahr 1994 brach die Population, wie die Schwammspinnerpopulationen, zusammen. Vom Maivogel konnte keine einzige Raupe, kein Falter und keine Raupennester mehr festgestellt werden.

Als Grund für das Verschwinden im Jahr 1994 die Behandlung mit den Insektiziden Dimilin und Btk als einzigen Faktor anzuführen, reicht m.E. nicht aus.

Tatsache ist, daß zum Zeitpunkt der Applikation (11.–14.v.94) der Insektizide durch die Bayerische Forstverwaltung der Maivogel im letzten bzw. vorletzten Larvenstadium betroffen wurde. Dies bedeutet, daß die Raupen noch fressen und von den tödlichen Wirkungen betroffen wurden. Als Bewohner der Strauch- bzw. unteren Baumschicht ist die Maivogelraupe besonders den durch Hubschrauber ausgesprühten Insektiziden exponiert gewesen. Darüberhinaus ist die Raupe zu diesem Zeitpunkt in der idealen Größe für das Suchschema der Tachinen, die zu diesem Zeitpunkt praktisch jede optisch erkennbare Raupe einer gewissen Mindestgröße meist mehrfach mit Eiern belegten. Gerade die relativ frei sitzenden und nur gering getarnten Raupen des Maivogels dürften ähnlich, wie bei den Raupen der Arctiiden und Lasiocampiiden zahlreichst beobachtet, ebenfalls mit Tachineneiern belegt worden sein.

Möglicherweise stellt aber der Insektizideinsatz den i-Punkt beim Verschwinden des Maivogels dar. Eine äußerst kritische Situation entstand dadurch, daß durch die Bayerische Staatsforstverwaltung alle rezenten Vorkommen des Maivogels in Bayern gleichzeitig behandelt wurden, meist mit Dimilin. Biologische Fenster, vor allem in Form von dünnen langgezogenen Schläuchen, müssen nach Erkenntnissen über die Wirkung durch Abtrift und ihrer relativ geringen flächenmäßigen Ausdehnung als äußerst fragwürdige Schutzmaßnahmen gelten. Stabile Tierpopulationen (auch von Invertebraten) sind oft nicht (wie bei Pflanzen durchaus möglich) auf wenigen Hektar Fläche zu erhalten.

Im Gegensatz zu allen anderen Tagfalterarten, die die behandelten Gebiete aus dem Umfeld wieder besiedeln können, ist das für die äußerst lokalen Vorkommen des Maivogels nicht mehr möglich.

Wie ältere Beobachtungen aus dem gleichen Naturraum zeigen, tritt der Maivogel nach einem häufigen Erscheinen in einer langen Reihe von Folgejahren in äußerst geringen Populationsdichten auf, die ihn oft unter die Nachweisgrenze rutschen lassen.

Wegen der oben angeführten Gründe dürfte ein erneutes Populationshoch des Maivogels, wenn man ältere Beobachtungen als Grundlage ansieht, in 7–8 Jahren zu erwarten sein. Möglicherweise ist erst dann eindeutig zu belegen ob der Maivogel überlebt hat oder nicht.

### *Limnitis camilla* (LINNAEUS, 1764)

Der Kleine Eisvogel tritt jährlich regelmäßig auf, ohne größere Populationsschwankungen zu zeigen. Auch flog er im gleichen Jahr regelmäßig in unbehandelten Gebieten im gleichen Naturraum. Umso überraschender war das völlige Ausbleiben im Untersuchungsgebiet im Jahre 1994. Auch ist er durch seine Larvalplätze etwas geschützter als die verwandten Arten. Die Raupenplätze befinden sich immer unter einem Kronendach in feuchter Lage und sind damit zumindest einer direkten Besprühung nicht ausgesetzt. Erschwerend wirkt sich allerdings aus, daß sich zum Zeitpunkt der Behandlung die Raupen von *Limnitis camilla* erst im L2- und L3-Stadium befinden und dadurch empfindlicher reagieren als ältere Raupen. Die Larvalentwicklungslplätze im NSG befinden sich fast ausschließlich im Btk-behandelten Teilbereich.

Insgesamt ist die Situation des Kleinen Eisvogels nicht mit der des Kleinen Maivogels vergleichbar, da in der näheren und weiteren Umgebung die Art zahlreich und verbreitet vorkommt und mit einem hohen sofortigen Wiederbesiedlungspotential aufwarten kann.

## *Limenitis populi* (LINNAEUS, 1758)

Der Große Eisvogel ist in Bayern insgesamt weit verbreitet. Sein Verbreitungsschwerpunkte mit jährweise sehr hohen Populationsstärken liegen aber in den aktuell bzw. erst kürzlich aufgegebenen Mittelwäldern. Hier erreicht er seine größten Populationsdichten. Insgesamt ist die Art von West- und Mitteleuropa durch Asien bis Japan verbreitet. Nur im äußersten Westen und im Süden Europas fehlt die Art. In Bayern ist die Art in fast allen Naturräumen bis in den montanen Bereich verbreitet.

*Limenitis populi* besiedelt vor allem laubholzreiche Wälder in der Ebene und den Mittelgebirgen. Wichtig für das Vorkommen sind lichte offene Laubwälder mit Lichtungen, Waldwegen oder sonstigen Strukturen, die einen Zitterpappelaufwuchs fördern. Die Raupen leben an Zitterpappelbüschen (*Populus tremula*) und jungen Zitterpappelbäumen. Eine gewisse Luftfeuchtigkeit scheint von großer Bedeutung zu sein, da die Raupen in grund- oder stauwassernahen Bereichen, durchaus an sonnigen Büschen zu finden sind und an trockenen Stellen eher an halbschattig stehenden Büschen fressen. Nach EBERT & RENNWALD (1991) fressen die Raupen auch an Schwarzpappel (*Populus nigra*) und Ontario-Pappel (*Populus x gileadensis*), und wahrscheinlich kommen weitere Hybridpappeln in Frage.

In Hochwäldern entstehen geeignete Strukturen, die für die Larvalentwicklung notwendig sind, linear in unterschiedlicher Länge. In Mittelwäldern jedoch entstehen geeignete Larvallebensräume flächig im Bestand. Ein weiterer Vorteil für die Larvalentwicklung in Mittelwäldern ist, daß durch den Einschlag je nach Umtriebszeit keine direkten Verluste (durch Einschlag) der dann im Hibernarium befindlichen Raupe entstehen. In der Regel werden die Mittelwälder in einer 27 bis 36jährigen Umtriebszeit genutzt. Dieses Sukzessionsstadium wird in diesem Zustand nicht mehr als Larvalhabitat genutzt. In Hochwäldern, in denen die Art ebenfalls vor allem an die jungen Zitterpappelbestände entlang der Waldwegränder gebunden ist, entstehen bei der Wegpflege hohe Verluste. Dies hat stellenweise bei kleinen Populationen das lokale Verschwinden der Art zur Folge.

Neben dem größeren Angebot an Larvallebensräumen im Mittelwald erweist sich auch die ideale Kombination mit einzelnen Überhältern bzw. der oft vorgelagerten Hutungen mit alten mächtigen Eichen als sehr positiv. Hier können entlang der Wege die höchsten Individuendichten gefunden werden. Unterhalb der (bestimmter) Überhälter findet oft die Nahrungsaufnahme der ♂♂ an Kot, Aas und naßen Stellen am Vormittag statt. Zur Mittagszeit sind fliegende Falter meist nur noch in den Kronen zu sehen, teilweise aber auch einzeln die größeren ♀♀ am Boden bei der Nahrungsaufnahme.

Die angenommene „natürliche“ Seltenheit von *Limenitis populi*, eigentlich durch jährweise geringe Populationsdichten und ungünstige Beobachtungsverhältnisse hervorgerufen, dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Art sehr weit verbreitet ist und damit wesentlich geringer gefährdet als der extrem lokal vorkommende Kleine Maivogel. Auch können ehemalige Siedlungsgebiete leicht von dem flugstarken Großen Eisvogel wiederbesiedelt werden.

Der Große Eisvogel konnte nach der Behandlung im Untersuchungsgebiet im Jahre 1994 nicht mehr festgestellt werden. Diese Art zeigt ebenfalls deutliche Populationschwankungen und hatte gleich dem Kleinen Maivogel im Jahre 1993 ein deutliches Populationshoch. Für diese Art ist bereits als „Hoch“ zu werten, wenn sich über zwei Dutzend Eisvogel-♂♂ auf kurzer Transektlänge beobachten lassen. Beobachtungen von ♀♀ bleiben in der Regel immer Einzelbeobachtungen. Diese beobachtete Anzahl von über zwei Dutzend ♂♂ bedeutet auch für diesen mittelwaldbewirtschafteten Wald ein deutlich zahlreicheres Auftreten gegenüber durchschnittlichen Jahren. Eine zweite Methode, die sich gerade für den Großen Eisvogel eignet, ist nach Raupen zu suchen (nach der Überwinterung). Doch bedeutet eine hohe Anzahl von Raupenfunde nicht immer auch hohe Falterzahlen im gleichen Jahr. Darüberhinaus ist diese Methode aussagekräftig eigentlich nur in Hochwäldern mit deutlichen Waldrändern durchzuführen. In Mittelwäldern mit extrem hohen Länge an inneren Waldrändern ist es unmöglich, alle potentiellen Larvenplätze zu finden. Zudem ist ein nicht zu unterschätzender Suchaufwand erforderlich, da die Raupen von 10 cm Höhe bis hinauf auf 4 m Höhe gefunden werden.

Die Larvalentwicklungsplätze im NSG befinden sich fast ausschließlich im Btk-behandelten Teilbereich. Dies bedeutet, daß selbst bei einem Totalverlust der autochthonen Population die abgelegten Eier zufliegenden Falterweibchen sich erfolgreich entwickeln können. Dagegen ist in dimil-inbehandelten Flächen aufgrund der hohen Persistenz des Wirkstoffes Diflubenzuron neben dem direkten Abtöten der Raupen zum

Behandlungszeitpunkt ebenfalls eine tödliche Wirkung auf die schlüpfenden Jungrauen aus abgelegten Eiern von zugeflogenen Faltern mit hoher Sicherheit zu erwarten. Dies betrifft gerade Arten wie *Limenitis populi*, die ihre Eier auf bereits im Frühjahr getriebenen älteren und nach Behandlung dimilinbenetzten Blätter ablegen.

Die Bestandsentwicklung des Jahres 1995 wurde gleichfalls untersucht. Die Resultate dieser Untersuchung sollen in einem weiteren Artikel dargestellt werden.

## Literatur

- ARBEITSGEMEINSCHAFT NORDBAYERISCHER ENTOMOLOGEN (1988): Prodrusus der Lepidopterenfauna Nordbayerns. – Neue Ent. Nachr. **23**: 1–161.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT NORDBAYERISCHER ENTOMOLOGEN (1993): Flächiger Einsatz von Dimilin im Frühjahr 1993 zur Bekämpfung des Schwammspinners in den mittelfränkischen und unterfränkischen Eichenwäldern und die daraus zu erwartenden Schäden. – Pressemitteilung.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT NORDBAYERISCHER ENTOMOLOGEN (1994): Bestandsentwicklung der Schmetterlingslebensgemeinschaften im vom Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) kahlgefressenen NSG „Gräfhholz-Dachsberge“ und im oberholzreichen und mit dem Häutungshemmer DIMILIN großflächig besprühten Mittelwald „Stadtwald Iphofen“. – Staffelstein.
- BATHON, H. (1993): Biologische Bekämpfung des Schwammspinners: Räuber und Parasitoide [in: WULF, A. & K.-H. BERENDES (Hrsg.), Schwammspinner-Kalamität im Forst. Konzepte zu einer integrierten Bekämpfung freifressender Schmetterlingsraupen (Kolloquium am 19./20. Oktober 1993, Braunschweig)]. – Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstwirtsch. Berlin-Dahlem **293**: 117–124.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (1993): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis 1993, Teil 4 (Forst), 41. Auflage.
- BOLZ, R. (1994): Bestandsdichte der Tagfalter vor/nach dem Dimilin- oder Btk-Einsatz. Beurteilung der Bestandsentwicklung, dargestellt am Beispiel NSG Gräfhholz-Dachsberge (Mfr.) sowie seiner näheren Umgebung. – Unveröff. Manuskript.
- BOLZ, R. (1994): Darstellung der Tagfalterarten (Lepidoptera, Rhopalocera) mittel- und niederaldbewirtschafteter Wälder am Beispiel NSG „Gräfhholz-Dachsberge“ und ihre Verbreitung in Nordbayern. Festlegung eines Minimalaufwandes zur Bewertung naturschutzfachlicher Fragen bei der Ersterfassung von Tagfaltern. – Unveröff. Manuskript.
- BOLZ, R. (1995): Auswirkungen einer Insektizidbesprühung mit Dimilin 25 WP durch Abtrift und Direktbehandlung auf die Saltatorienzönose als „Nicht-Zielgruppe“. – Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik **1**: 47–61.
- BOLZ, R. (1996): in ABE (1996): Band I Systematische Liste der bayerischen Lepidoptera. Bestandsentwicklung der Tagfalter (Rhopalocera), Bombyces und Sphinges, Noctuidae (in prep.).
- EBERT, G. & E. RENNWALD (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band **1** und **2**. – Stuttgart.
- HACKER, H. (1994): Massenvermehrung des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) in Mainfranken in den Jahren 1993 und 1994. – Untersuchung zur Auswirkung von Raupenkahlfraß und DIMILIN-Behandlung auf das Artenspektrum der Begleitfauna von Eichenwäldern (Lepidoptera). – Manuskript.
- HENDINGER, H. (1963): Der Steigerwald in forstgeographischer Sicht. – Mitt. d. Fränk. Geogr. Ges. **10**: 176–210.
- HENRIKSEN, H. J. & I. KREUTZER (1982): The butterfly in Scandinavia in nature. – Skandinavisk Borforlag, Odense.
- HIGGINS, L. G. & N. D. RILEY (1978): Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas. 2. Aufl. – Hamburg u. Berlin (Parey).
- KRAUS, M. & K. VON DER DUNK (1993): Die Schwammspinner- (*Lymantria dispar*) Gradation des Jahres 1993 im Naturschutzgebiet (NSG) Gräfhholz-Dachsberge, Gemeinde Ergersheim, Mittelfranken. – galathea **9** (3): 87–112.

- KRAUS, M. & K. VON DER DUNK (1994): Neues über den Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.). – *gala-thea* **10** (1): 31–38.
- KÜHNERT, H. (1964): Die Tagfalter der Auwälder. – *Ent. Z.* **74**: 73–79.
- KÜHNERT, H. (1967): Der Eichen-Hainbuchenwald und seine Tagfalter. – *Ent. Z.* **77**: 217–225.
- NÄSSIG, W. & P. ZUB (1993): Die Schwammspinnergradation 1991–1993 im Raum Frankfurt am Main: Erste Kommentare (Lepidoptera: Lymantriidae). – *Nachr. Ent. Ver. Apollo, N.F.* **14**: 301–324.
- NÄSSIG, W. (1994): Die Tagfalter der Bundesrepublik Deutschland: Vorschlag für ein modernes, phylogenetisch orientiertes Artenverzeichnis (Lepidoptera, Rhopalocera). – Manuskript.
- SCHWEIZER BUND FÜR NATURSCHUTZ (1987): Tagfalter und ihre Lebensräume. – Basel.
- SKATULLA, U. (1975): Über die Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Forstinsekten. – *Anz. Schädlingskd. Pflanzensch. Umweltsch.* **48**: 145–147.
- SKATULLA, U. & M. KELLNER (1989): Zur Persistenz einiger Häutungshemmer auf Kiefernadeln. – *Anz. Schädlingskd. Pflanzensch. Umweltsch.* **62**: 121–123.
- SORIA, S., F. ABOS & E. MARTIN (1986): Influencia de los tratamientos con diflubenzuron ODC 45% sobre pinares en las poblaciones de *Graellsia isabellae* (Graels) (Lep. Sysstingidae) y resena de su biología. – *Boletín de la Sanidad Vegetal Plagas* **12**: 29–50.
- WEIDEMANN, H.-J. (1986): Tagfalter, **1.** Band. – Melsungen.
- WEIDEMANN, H.-J. (1988): Tagfalter, **2.** Band. – Melsungen.

Anschrift des Verfassers:

RALF BOLZ  
 Bergstraße 80  
 91086 Aurachtal