PHILIPPIA	13/2	S. 149-164	25 Abb. / 7 Tab.	Kassel 2007

Wolfram Ehrhardt und Klaus G. Schurian

Kreuzungsversuche mit zwei Unterarten des Großen Feuerfalters *Lycaena dispar* (HAWORTH, 1803) (Lepidoptera: Lycaenidae)

Abstract

The Large Copper has been bred by both authors over several generations to find out whether *Lycaena dispar rutilus* (WERNEBURG, 1864) (from France: Metz) and *Lycaena dispar batavus* (OBERTHÜR, 1923) (originally from the Frisian part of The Netherlands, but reared over many years in England) belong to two distinct subspecies. The two subspecies show very similar development and behaviour under different rearing conditions; the imagines exhibit only very minor behavioural differences. Two or three generations per year can be achieved for both subspecies in the lab without problems. Morphological differences in preimaginal instars of the two subspecies were not observed. The fertility of the hybrids is obviously not significantly reduced over 3 hybrid generations. Therefore, *rutilus* and *batavus* are just two subspecies, due to imaginal differences in external morphology: pattern, average size, and colouration.

Zusammenfassung

Der Große Feuerfalter wurde von den Autoren mehrfach gezüchtet und die zwei Unterarten *Lycaena dispar rutilus* (WERNEBURG, 1864) und *Lycaena dispar batavus* (OBERTHÜR, 1923) miteinander hybridisiert, um herauszufinden, ob es sich dabei um zwei distinkte Unterarten handelt. Die Tiere verhalten sich unter Zuchtbedingungen sehr ähnlich und entwickeln sich parallel, auch beide in mehreren Generationen; die Imagines zeigen nur sehr geringe Verhaltensunterschiede. Unterschiede in den Präimaginalstadien konnten keine gefunden werden. Die Kreuzbarkeit ist offenbar uneingeschränkt und demnach sind *rutilus* und *batavus* zwei Unterarten.

Einleitung

Der Große Feuerfalter *Lycaena dispar* (HAWORTH, 1803) ist einer der schönsten Rötlinge der paläarktischen Region. Färbung und Größe hinterlassen einen unverwechselbaren Eindruck des stattlichen Falters. Doch die zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft sowohl in England als auch auf dem Kontinent vernichteten bereits vor 150 Jahren und bis heute die Lebensräume dieser Lycaenide. Dies hat dazu geführt, daß bereits um 1847/48 die Nominatunterart aus England ausstarb.

Eine Reihe namhafter Entomologen hat auf eine zunehmende Gefährdung der kontinentalen Populationen des Großen Feuerfalters durch Verlust ihrer Habitate hingewiesen und Schutzmaßnahmen vorgeschlagen (PULLIN et al. 1998, KÜHNE et al. 2001, PRETSCHER & KLEIFGES 2001, WEGNER 1975).

Neuerdings werden in Deutschland wieder vermehrte Funde unter anderem aus Rheinland-Pfalz (HASSELBACH, mündl. Mitt.) und Brandenburg (HAASE, briefl. Mitt.) gemeldet. Es

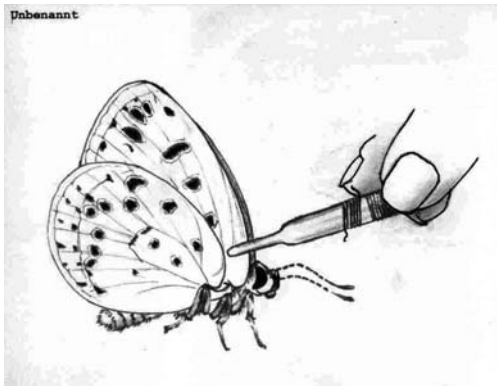


Abb. 1: Semiartifizielle Kopulationsmethode nach SCHURIAN (1989). – Skizze W. Ehrhardt.

bleibt abzuwarten, inwieweit dies dem Einfluss langfristiger klimatischer Faktoren oder aber kurzfristiger anthropogener Nutzungsänderungen zuzuschreiben ist.

Eine große Fülle von subspezifischen Taxa und vor allem infrasubspezifischen Formennamen von *L. rutilus* wurde im Laufe der Zeit aufgestellt (LE MOULT 1945, LUCAS 1913), um von anderen Autoren alsbald wieder in die Synonymie verwiesen zu werden (BERNARDI 1963). Erst kürzlich wurden in einer unveröffentlichten Arbeit (EHRHARDT 2005) einige als nicht gerechtfertigt erscheinende Taxa zur Synonymisierung vorgeschlagen, wodurch mehr Klarheit bei der Verwendung der Namen geschaffen werden könnte.

Allgemein anerkannt in Europa sind zwei Unterarten: *Lycaena dispar rutilus* (WERNEBURG, 1864) und *L. dispar batavus* (OBERTHÜR, 1923); dazu kommt die auf England beschränkte, inzwischen ausgestorbene nominotypische Unterart *L. dispar dispar* (HAWORTH, 1803). Von HESSELBARTH et al. (1995) wurden die türkischen Falter ebenfalls der Unterart *rutilus* zugeordnet.

Während es sich nach Meinung vieler Fachleute bei *rutilus* um eine Subspezies mit meist bivoltinem (in südlichen Ländern auch trivoltinem) Erscheinungsbild handelt (EBERT 1991), gilt als Faktum, daß sich die Unterart *batavus* aus Friesland durch Einbrütigkeit (OUDEMANS 1922, BINK 1962) und eine Reihe morphologischer Unterschiede (EHRHARDT 1995) gegenüber der kontinentalen *rutilus* auszeichnet. Ob sich die beiden Taxa, aufgrund der seit dem letzten Glazial (Würmeiszeit) getrennten Lebensräume, bereits zu eigenständigen Taxa auf Artniveau entwickelt haben, war bisher nicht bekannt, ebenso wie sich die beiden Formen im Kreuzungstest verhalten. Daher war es das Ziel dieser Arbeit, diesen Fragen nachzugehen und die Ergebnisse dieser Versuche darzustellen.

Historische Angaben zur Besiedelungsgeschichte der beiden Rötlinge in Mitteleuropa

Nach BINK (1962) hatte *Lycaena dispar* gegen Ende des letzten Glazials (vor etwa 12000 Jahren) seine größte Verbreitung in Europa. Mit steigendem Meeresspiegel entstand der Ärmelkanal und teilte die nordwestlichsten Populationen in zwei Teilareale: eines in Friesland und eines im heutigen England. Daraus entwickelten sich die als eigene Unterarten gewerteten Taxa *Lycaena dispar batavus* (Friesland) und *Lycaena dispar dispar* (England).

Der Frage nach der Herkunft von *L. dispar* ging auch VAN SCHEPDAEL (1962) nach. Demnach soll *rutilus* beziehungsweise eine Vorform davon aus einem südöstlichen Refugium in Europa postglazial, parallel zur Ausbreitung der Futterpflanze *Rumex hydrolapathum* HUDS. (Polygonaceae), Europa besiedelt haben. Denkbar wäre, daß die Art sich entlang von Flußläufen eisfrei gewordene Lebensräume erobert hat und so Nordwesteuropa erreichte.

Material und Methoden

Lycaena dispar batavus

Eier dieser Unterart wurden aus England (Worldwide Butterflies) bezogen, wo die Rötlinge seit langem gezüchtet werden. Diese Tiere stammen ursprünglich aus den Niederlanden, was sich durch ihre morphologischen Eigentümlichkeiten und ihre Univoltinität belegen läßt.

Lycaena dispar rutilus
Das Material stammte aus der Umgebung von Metz (Frankreich). Die Falter treten in der Regel bivoltin auf und sind deutlich kleiner als die Subspezies *batavus* (dies gilt nicht für Tiere der gleichen Subspezies aus der Umgebung von Berlin, deren Größe sich durchaus mit der Unterart *batavus* messen kann). Daneben sind die Fleckenzeichnung und die Farbe der OS sowie die Breite und Länge des Submarginalbandes auf der US kennzeichnende Merkmale.

Aufgrund dieser Kriterien ließen sich die beiden Unterarten bei den Kreuzungsversuchen immer gut unterscheiden.
Gezielte Kreuzungsversuche mit Lycaeniden, beispielsweise zur Klärung von taxonomischen Fragen, sind eher die Ausnahme (HOEGH-GULDBERG 1966, KAMES 1976, SCHURIAN 1990, 2006), weil sie sehr zeitaufwendig und arbeitsintensiv sind. Andererseits können diese Versuche wesentlich dazu beitragen, Unsicherheiten bei der Determination schwierigerer Artkomplexe zu klären.
Als eine der Hauptschwierigkeiten dabei stellte sich die Paarung, vor allem in den sonnenarmen Herbst- und Wintermonaten dar, weil zu dieser Zeit das für die Kopulation wichtige Stimulans der UV-Strahlung zu gering ist. Freiwillige Paarungen sind daher unter diesen Gegebenheiten die Ausnahme. Kopulae konnten jedoch in den letzten Jahren durch den Einsatz der „semiartifiziellen Kopulationsmethode“ (SCHURIAN 1989) deutlich eher erreicht werden. Dabei werden die ♀♀ fixiert und kopulationswilligen ♂♂ präsentiert (Abb. 1). Auf diese Weise ließen sich sogar Lycaenidenhybridpaarungen auf Artniveau erreichen: *Polyommatus coridon* × *P. daphnis* (SCHURIAN 1989, 2006), *P. coridon* × *P. icarus* (SCHURIAN unveröff.), *P. gennargenti* × *P. coridon nufrellensis* (SCHURIAN unveröff.).

In umfangreichen Vorversuchen war von beiden Verfassern ermittelt worden, unter welchen Bedingungen sich die Rötlinge optimal züchten lassen. Dabei waren die Voraussetzungen für die Zuchten sowie die jeweils angewandten Methoden der beiden Verfasser ganz unterschiedlich. Während bei WE ein großes Gewächshaus mit zwei abgeschlossenen Abteilungen von jeweils 4,5 m × 3,0 m × 2,8 m für getrennte Zuchten zur Verfügung stand, konnte KGS auf bewährte Methoden in Gläsern zurückgreifen (siehe unten).
Wegen der unterschiedlichen Methodik der beiden Autoren erfolgt eine parallele Darstellung beider Ansätze.

Zuchtmethoden von W. Ehrhardt
Die Aufteilung des Gewächshauses in zwei abgeschlossene Abteilungen ermöglichte eine sichere Trennung der Aufzucht von *batavus* und *rutilus* sowie die Durchführung der nachfolgenden Kreuzungspaarungen. Die Werte für Temperatur und Luftfeuchte waren in beiden Abteilungen stets identisch. Sie wurden elektronisch ermittelt und täglich aufgezeichnet.
Für die Eiablage und die Aufzucht der Larven wurden 15 (zeitweise 18) Pflanzen des Flußampfers (*Rumex hydrolapathum*) in 10-Ltr.-Wassereimern kultiviert.

Zur Überwinterung (Diapause) der L_2-Larven erwies sich das Gewächshaus als nicht geeignet. Die Sonneneinstrahlung bewirkte bereits im Spätwinter eine verfrühte Aktivität der Larven, ehe die für die Zucht verwendeten Ampferpflanzen ausgetrieben hatten. Durch längere Versuchsreihen wurde schließlich eine brauchbare Methode der Aufbewahrung gefunden. Nach dem Eintritt in die Diapause wurden die Larven, die im Herbst die trockenen Blätter des Ampfers zur Überwinterung aufsuchten, eingesammelt und in Polypropylenwägedosen (250 ml) aufbewahrt. Die mit feinem Gazegewebe gesicherten Dosen standen bis zum erneuten Austrieb des Ampfers in einem abgeschirmten Zuchtkasten an der Ostwand des Wohnhauses. Sobald die Blätter der Pflanzen im März/April eine Länge von ca. 10 cm erreicht hatten, wurden die Larven mit einem feinen Pinsel auf die Blattoberseite gelegt, von der sie innerhalb weniger Minuten abwanderten und auf der Blattunterseite nach ein bis zwei Tagen zu fressen begannen.

Unter den oben genannten Bedingungen konnten im Gewächshaus von beiden Unterarten des Rötlings drei Generationen erzielt werden. Die Entwicklungsdauer der Präimaginalstadien von *batavus* und *rutilus* sowie derjenigen der

Generationen	1. Generation		2. Generation			3. Generation		
Stadium	Larven	Puppen	Eier	Larven	Puppen	Eier	Larven	Puppen
Tage	Nach der Diapause 21 (22) am Futter	11 (16)	11 (11)	22 (25)	9 (13)	8 (11)	24 (26)	9 (12)

Tab. 1: Entwicklungsdauer der Präimaginalstadien von *Lycaena dispar batavus* und *Lycaena dispar rutilus* und der Hybridpaarungen. Jeweils die kürzeste und (in Klammern) längste Dauer der Präimaginalstadien ist angegeben.

Kreuzungspaarungen erwies sich als identisch und wird in Tab. 1 zusammengefaßt wiedergegeben.

Die unterschiedlichen Standorte der Zuchtpflanzen innerhalb des Gewächshauses brachten es mit sich, daß kürzere oder längere Entwicklungszeiten der Präimaginalstadien festgestellt wurden. Die Längsachse des Gewächshauses verläuft von Nord nach Süd. Die Futterpflanzen standen beiderseits eines Mittelganges an der Ost- und Westseite des Gewächshauses. In Perioden mit ständig wechselndem Wettergeschehen hatten die Tageszeit und die Anzahl der täglichen Sonnenstunden einen deutlich erkennbaren Einfluß auf die Dauer der Stadien: War zum Beispiel eine größere Anzahl an Sonnenstunden über 5 bis 6 Tage am Vormittag zu verzeichnen, so profitierten davon die an der Ostseite aufgestellten Pflanzen, und mithin war die Entwicklungszeit der auf ihnen lebenden Präimaginalstadien kürzer, während eine geringere Anzahl der Sonnenstunden am Nachmittag die Dauer einzelner Stadien um 1 bis 5 Tage verlängerte.

Beobachtungen bei den Larven

Die L_1-Larven verließen das Ei immer am Mikropylpol, und zwar ausschließlich in den späten Abend- und Nachtstunden. Unmittelbar nach dem Verlassen der Eischale wanderten sie zum Blattrand und suchten auf der Blattunterseite einen Fraßplatz zwischen den Blattrippen. Bereits nach 24 Stunden war der typische Schabefraß auf der Ektodermis zu erkennen, wobei die Leitbündel des Blattes zunächst stehenblieben. Die Blattunterseite war bis zum vierten Stadium der ausschließliche Fraß- und Sitzplatz der Larven, ab L_3 wurden auch die Leitbündel der Blätter und die gesamte Blattspreite befressen. Im letzten Larvenstadium (= L_4) konnten die Tiere vereinzelt sogar am Tage auf der Blattoberseite beim Fraß beobachtet werden. Dabei zeichneten sie sich, im Gegensatz zu den kannibalistischen Larven anderer Lycaeniden, durch eine auffallende Gleichgültigkeit gegenüber ihren Artgenossen aus. Mehrere Larven konnten dicht nebeneinander sitzend das Blatt befressen, ohne bei Berührungen oder beim „Übersteigen“ durch Artgenossen eine Abwehr- oder Schreckreaktion zu zeigen.

Obwohl *L. dispar* nicht zu den myrmekophilen, sondern den myrmekoxenen Bläulingsarten gehört, wurden die Larven ständig von den im Gewächshaus zahlreich vorhandenen Ameisen (*Lasius niger* LINNAEUS, 1758 [Formicidae,



Abb. 2: Ameisen an einer Larve von *L. dispar.*
(Foto: W. Ehrhardt)



Abb. 3: Revierkämpfe der *L. dispar* - ♂♂ im Gewächshaus. (Foto: W. Ehrhardt)

Formicinae]) aufgesucht und betrillert. Auch bei diesen Berührungen ließen die Larven keine Abwehrreaktion erkennen, stellten allerdings ihre Fraßtätigkeit während des Ameisenbesuchs zeitweise ein.

Die Ameisen suchten die Larven und auch die Puppen beider Unterarten noch zwei bis drei Tage nach dem Abstreifen der letzten Larvenhaut ständig auf und betrillerten sie, ohne sie in irgendeiner Weise zu schädigen.
Zum Verpuppen suchten die Raupen schattige Plätze auf, bevorzugt die Blattunterseiten und die Blattstiele. Wenn Ampferblätter Kontakt mit den Wänden oder Scheiben hatten, wanderten stets einige Larven in schattige Partien ab und verpuppten sich maximal 2 m von der Futterpflanze entfernt. Nach der Anlage eines feinen Gespinstpolsters und des Gürtelfadens verstrichen in der Regel 24 Stunden bis zum Abstreifen der letzten Larvenhaut, bei sehr niedrigen Temperaturen auch 2-3 Tage.

Beobachtungen an den Imagines

Die Schmetterlinge konnten im Gewächshaus immer frei und unbeeinflußt fliegen, kopulieren und die Ampferpflanzen zur Eiablage aufsuchen. Im Gegensatz zu den ♀♀ besetzten die ♂♂ Reviere auf den höchsten Ampferblättern, die sie gegen andere ♂♂ durch „Schiebekämpfe“ und Verfolgungsflüge verteidigten und auf denen sie den Anflug eines ♀ erwarteten (Abb. 3). Dieses Revierverhalten wurde bereits von anderen Autoren treffend beschrieben (BINK 1972, WEIDEMANN 1983, EBERT 1991).

Tab. 2: Verhalten der Rötlinge im Gewächshaus. Die *batavus*-Population entstammt einem langjährigen Zuchtstamm in Gefangenschaft und dürfte bereits an Laborbedingungen adaptiert sein (siehe Fluchtdistanz und Flugverhalten sowie Kopulationsbereitschaft).

***Lycaena dispar* sspp.**	***batavus***	***rutilus***
Bevorzugte Blütenfarbe	gelb	gelb
Blütenbesuch	ab 1 Tag nach Schlupf	nach 2–4 Tagen
Kopulationsbereitschaft	größer, bereits bei 18–20°C	geringer, erst ab 22–25°C
Fluchtdistanz	gering	hoch
Flug im Gewächshaus	„ruhiger“ Flug	schnell und unstet
Eiablageverhalten	keine Unterschiede	

Die Falter kopulierten überwiegend auf den Blättern der Futterpflanzen, zuweilen auch auf den eingestellten Saugblüten, seltener an den Glasscheiben des Hauses. Am Vormittag begattete ♀♀ legten bereits am Nachmittag die ersten Eier ab. Nach einer Kopula am Nachmittag begannen sie am darauf folgenden Tag mit der Eiablage.
Wiederholte Auszählungen ergaben, daß > 95 % der Eier auf der Oberseite gut besonnter Blätter (oder auf besonnten Teilen derselben) abgelegt wurden. Auf den rauen Blattunterseiten wurden Eier nur so lange abgelegt, wie diese im Austrieb senkrecht standen und den ♀♀ einen besseren Halt als die glatten Oberseiten boten.
Aufgrund der Falterverluste durch Ameisen konnte die genaue Anzahl der Eier nur durch Einzelhaltung einiger ♀♀ ermittelt werden: 1 ♀ *batavus* = 286 Eier, 1 ♀ *rutilus* = 289 Eier. Diese Eizahlen lagen deutlich unter den 600 Eiern, die BINK (1962) für die Unterart *batavus* anführt, und den Angaben aus der Schweiz (SBN 1991) mit 400 Eiern für die Unterart *rutilus*. Zur Fütterung der Imagines wurden möglichst lange Blütenstände in Wasserflaschen im Gewächshaus aufgestellt, die täglich mit einer 10%igen Zuckerwasserlösung besprüht wurden.

Das Ergebnis längerer Versuchsreihen zur bestmöglichen Fütterung mit Saugblüten unterschiedlicher Farbe zeigte, daß der aus dem natürlichen Lebensraum vielfach genannte rosablühende Blutweiderich (*Lythrum salicaria* LINNAEUS, Lythraceae) weit weniger angeflogen wurde als die gelben Blüten der Färberhundskamille (*Anthemis tinctoria* LINNAEUS, Asteraceae), die im Sommer alljährlich aus dem eigenen Garten zur Verfügung standen. Für die 1. Generation im Frühjahr wurden deshalb gelbblühende Topfpflanzen (*Chrysanthemum* spec., Asteraceae) aus dem Gartenhandel aufgestellt, mit 10%iger Zuckerlösung besprüht und gut angenommen.

Zuchtmethoden von K. G. Schurian
Im Freiland eingetragene ♀♀ von *rutilus* wurden in 1-Liter-Einmachgläser verbracht, in denen sich eine Saugstelle und ein Zweig der Futterpflanze befanden (Abb. 4).



Abb. 4: 1-Liter-Zucht- und -Eiablagegefäß mit Faltersaugstelle und eingefrischter Raupenfutterpflanze zur Eiablage. – Skizze T. Schurian.

Die Saugstelle bestand aus einem 30-ml-Rollrandgläschen, das mit konzentrierter Zuckerlösung (Wasser - Zucker im Verhältnis 1 : 1) und Zellstoff zum Aufsaugen der Lösung beschickt wurde. Die Falter finden solche Saugstellen beim Umherkriechen im Glas zwangsläufig und sind so jederzeit mit Nahrung versorgt. Eine hohe Konzentration an Zucker sollte unbedingt gewährleistet sein, da die Falter sonst zu große Lösungsmengen aufnehmen, was zum Aufblähen des Abdomens und vorzeitigen Absterben der Tiere führt. Einige *Rumex*-Blätter wurden in einem zweiten Rollrandgläschen eingefrischt und dienten der Eiablage. In der Regel legten die ♀♀ bereits kurz nach dem Einsetzen in das Glas erste Eier und lebten oftmals mehr als zwei Wochen. Die mit Eiern belegten *Rumex*-Blätter wurden – da sie schnell welken – alle 1-2 Tage gegen frische ausgetauscht.

Schlüpfende Raupen mußten mit einer feinen Pinzette einzeln auf neue Blätter übertragen werden, was oft sehr zeitraubend ist, doch lassen sich die kleinen Raupen nicht von selbst fallen, so daß auf diese Methode nicht verzichtet werden konnte. Der Vorteil: es lassen sich so detailgenaue Beobachtungen in den Gläsern machen und jedes Stadium gut dokumentieren.
Um die Anzahl der Larvalhäutungen exakt ermitteln zu können, wurden im Jahre 2007

Häutungsdaten	**Datum** (Anzahl Raupen: 4)
Schlupf der Raupen	31. V. 2007
1. Häutung (zur L_2)	4. VI. 2007
2. Häutung (zur L_3)	7.–8. VI. 2007
3. Häutung (zur L_4)	10.–11. VI. 2007
Verpuppung	16.–18. VI. 2007
Schlupf der Falter	24.–26. VI. 2007

Tab. 3: Häutungen der Larven. (Separate Zucht 2007 zur exakten Ermittlung der Anzahl der Häutungen unter Laborbedingungen).

4 Raupen in Einzelzucht aufgezogen und die Häutungen protokolliert (siehe Tab. 3).

Größere Raupen wurden zu jeweils 5-10 Stück auf ein großes Blatt des Ampfers gesetzt und dann in ein Glasaquarium verbracht. Verpuppungsbereite Larven wurden isoliert und in ein anderes Aquarium umgesetzt. Dadurch wurde vermieden, daß die umherlaufenden verpuppungsbereiten Raupen die übrigen Tiere störten.
Zur Verpuppung wählten die Tiere die verschiedensten Örtlichkeiten. Sie spannen sich am Glas, an der Gaze, an vertrockneten Stengeln oder am Boden des Gefäßes ein kleines Spinnpolster und fertigten einen Gürtel. Wurden die Raupen in offenen Behältnissen gezüchtet, so wanderten verpuppungsbereite Tiere manchmal 1-2 m weit, um sich eine geeignete Stelle für die Verpuppung zu suchen. Bereits nach 1-2 Tagen verpuppten sich die Tiere in eine typische gedrungene *Lycaena*-Puppe (Abb. 5).

Die Dauer der Puppenruhe hängt stark von der Umgebungstemperatur ab, sie betrug durchschnittlich 10-14 Tage.
Die geschlüpften Falter wurden zum einen für Dokumentationszwecke präpariert, zum anderen in weiteren Versuchen verpaart und anschließend wieder zur Eiablage gebracht.

Ergebnisse

Kreuzungsversuche von W. Ehrhardt

Die Dauer der Puppenruhe betrug im Minimum 9 Tage (siehe Tab. 1). Die Puppen wurden zunächst ungestört am Verpuppungsplatz belassen und nach 5 Tagen vorsichtig abgenommen.



Abb. 5: Puppe von *L. dispar.* (Foto: K. G. Schurian)

Der Geschlechtsdimorphismus von *L. dispar* ermöglichte es, ein bis zwei Tage vor dem Schlüpfen männliche und weibliche Puppen zu unterscheiden und für beabsichtigte Kreuzungen getrennt aufzubewahren.

Durch die witterungsabhängige Besonnung der Zuchtpflanzen (siehe oben, Zuchtmethoden), entwickelte sich *batavus* im Jahre 2002 in der 1. Abteilung des Gewächshauses etwas langsamer. In der 2. Abteilung geschlüpfte Imagines von *rutilus* wurden durch die in großer Anzahl vorkommenden Ameisen (*Lasius niger* L.) erheblich dezimiert, und die Larven durch *Forficula* spec. (Ohrwürmer, Dermaptera) gefressen. Vornehmlich wurden die *rutilus*- ♂♂ in der 2. Abteilung getötet. Sie wählten in den späten Abendstunden im Unterschied zu den *rutilus*- ♀♀ (und beiden Geschlechtern von *batavus*) ihren nächtlichen Ruheplatz überwiegend auf dem Boden oder auf den wenigen im Gewächshaus vorhandenen Gräsern und Kräutern (zum Beispiel Vogelmiere, *Stellaria media* L., Caryophyllaceae). Als für erste Kreuzungsversuche *batavus*-Imagines (6 ♂♂ und 10 ♀♀) verfügbar waren lebten aus den oben genannten Gründen nur noch 4 *rutilus*- ♀♀, jedoch keine *rutilus*- ♂♂ mehr.

Daraufhin wurden aus der 1. Abteilung, um ungewollte Paarungen auszuschließen und weil dort weniger Ameisen vorkamen, sämtliche Pflanzen und das gesamte *batavus*-Zuchtmaterial entfernt und anschließend bislang ungenutzte Ampferpflanzen und Saugblüten aufgestellt. Jedoch gingen die Rötlinge bei anhaltend kühlem Herbstwetter (tagsüber +12-14°C, in der Nacht +7-10°C) nicht mehr in Kopula.

Am 3. X. 2002 trafen ca. 90 Larven (L_2) der semiartifiziellen F_1-Kreuzungen *batavus*- ♂ × *rutilus*- ♀ und 11 Larven (L_2) von *rutilus*- ♂ × *batavus*- ♀ von KGS bei WE auf dem Postweg ein. Leider zeigte sich, daß die nicht vorhersehbare Transportdauer von 5 Tagen (!) für die bereits am 28. IX. 2002 vom Zweitautor abgesendeten Larven zu lang gewesen war. Trotz Beigabe von Futter und saugfähigem Fließpapier war ein Großteil der Larven in den Transportgefäßen bereits abgestorben. Die restlichen Tiere wurden auf Fließpapier getrocknet, erwärmt und anschließend auf *Hydrolapathum* verbracht. Am 5. X. wurden von der Kreuzungspaarung *batavus*- ♂ × *rutilus*- ♀ noch 10 lebende Larven, von *rutilus*- ♂ × *batavus*- ♀ noch 3 Larven gezählt. Während die Larven der letztgenannten Kreuzungspaarung einige Tage später nicht mehr aufzufinden waren, traten die 10 Larven von *batavus*- ♂ × *rutilus*- ♀ nach dreitägigem Fraß am Ampfer in die Diapause ein. Sie wurden nach der oben beschriebenen Methode überwintert und konnten bis auf den Verlust einer Larve am 8. IV. 2003 auf die frisch ausgetriebenen Blätter von *Hydrolapathum* gesetzt werden.

Nach der Diapause betrug die Dauer der Larvenzeit aus dieser Kreuzungspaarung im Gewächshaus 21 Tage. Am 29. IV. hatten sich alle 9 Larven angesponnen und einen Tag später verpuppt. Nach 9 Tagen schlüpften vom 7.- 8. V. 2003 die F_1-Imagines: 3 ♂♂ + 6 ♀♀.
Protandrie war dabei ebenso wenig festzustellen wie bei allen voraus gegangenen Zuchten mit *batavus* und *rutilus*.
Bei Sonnenschein und nur kurzzeitig höheren Tagestemperaturen (± 20°C) vom 8. V. bis 10. V., jedoch sehr niedrigen Nachtwerten im Gewächshaus (+6 - 8°C), waren die Rötlinge mehrheitlich inaktiv, und nur am 9. V. wurde eine Kopula $F_1 \times F_1$ gegen 15 Uhr beobachtet. Am 11. V. wurden alle Schmetterlinge bis auf 1 ♂ und 1 ♀, die als Belegexemplare zur Sammlung genommen worden waren, von Ameisen getötet aufgefunden.
Trotz der kurzen Lebensdauer von nur 3 Tagen und den niedrigen Temperaturen waren auf den *Hydrolapathum*-Blättern ca. 150 Eier abgelegt worden (vermutlich war es doch zu einer weiteren, unbeobachteten Kopula gekommen). Die Anzahl der Eier wurde als ausreichend zur Fortführung des Kreuzungsversuchs angesehen.

Die Nachkommen der Paarung $F_1 \times F_1$ entwickelten sich wie folgt: Eiruhe 9 Tage, Dauer der Larvenzeit 22 Tage, Puppenruhe 9 Tage. Die Verluste unter den Larven und den durch *Forficula* sp. aufgefressenen Puppen waren in dieser Zucht so hoch wie selten zuvor. Deshalb wurden alle am 21. VI. geschlüpften Imagines der F_2-Generation (9 ♂♂ und 12 ♀♀) als Belegexemplare zur Sammlung genommen.
Es war nicht beabsichtigt, die Paarungsversuche über die F_2-Generation hinaus weiter fortzuführen. Weil jedoch einige Puppen der F_2-Generation übersehen wurden (ca. 8, die genaue Anzahl ist unbekannt), waren erneut Eiablagen auf den Ampferblättern zu finden. Es bestand kein Platzbedarf im Gewächshaus, weil die Zucht mit der Unterart *batavus* eingestellt worden war, und so wurde die „unbeabsichtigte“ Zucht doch weitergeführt.

Die extrem hohen Temperaturen im Juli des Jahres 2003 verkürzten offenbar die Dauer der Entwicklung vom Ei bis zur Imago um einige Tage, denn bereits am 31. VII. konnten 9 ♂♂ + 5 ♀♀ der F_3-Generation eingesammelt werden. Drei Tage später mußten nach einem Unfall des Züchters, wegen der nicht mehr zu gewährleistenden Pflege- und Unterhaltungsmaßnahmen im Gewächshaus, alle züchterischen Vorhaben eingestellt werden. C. KAYSER, Wietzendorf, ist dafür zu danken, daß er wunschgemäß durch Entnahme sämtlicher Imagines und Puppen die Kreuzungszucht auflöste. (Die von KAYSER sorgfältig präparierten Imagines der F_3-Generation, 28 ♀♀ + 28 ♂♂ befinden sich in der coll. Ehrhardt.)

Tab. 4: Kreuzungspaarungen der Elterngeneration (zur F_1-Generation)
Anmerkung:
* dieses ♂ hatte insgesamt 4× kopuliert.

Datum	hybride Verbindung	Dauer	Kopulationsart
12. IX. 2002	*L. dispar batavus* ♂ × *L. dispar rutilus* ♀	15.30–16.42	semiartifiziell
12. IX. 2002	*L. dispar rutilus* ♂ × *L. dispar batavus* ♀	15.35–15.59	semiartifiziell
12. IX. 2002	*L. dispar batavus* ♂ × *L. dispar rutilus* ♀	16.52–17.41	semiartifiziell
15. IX. 2002	*L. dispar batavus* ♂ × *L. dispar rutilus* ♀	14.18–15.15	semiartifiziell
16. IX. 2002	*L. dispar batavus* ♂ × *L. dispar rutilus* ♀	14.01–?	semiartifiziell
19. IX. 2002	*L. dispar batavus* ♂* × *L. dispar batavus* ♀	keine Aufzeichnungen	

Kreuzungsversuche von K. G. Schurian
Die Grundvoraussetzung für Kreuzungsexperimente besteht darin, die zu kreuzenden Formen gleichzeitig in ausreichender Anzahl zur Verfügung zu haben. Das bedeutet, daß synchron verlaufende Zuchten angesetzt werden müssen, da die beiden Rötlinge im Freiland zu unterschiedlichen Zeiten auftreten.

Die Elterngenerationen von beiden Unterarten standen Anfang September 2002 in genügend großer Anzahl für die Kreuzungen bereit. Die männlichen Falter wurden in zwei Glasaquarien der Maße 38 cm × 25 cm × 20 cm gesetzt. Darin befanden sich mehrere Saugstellen, manchmal verschiedene Wildblumen (vor allem weiße Margeriten), die mit verdünntem Zuckerwasser (10%ig) besprüht wurden, und zum anderen eine Saugstelle mit konzentrierter Zuckerlösung (Zucker – Wasser 1 : 1). Die männlichen Falter wurden dort über zwei Tage zur Eingewöhnung gehalten. Am zweiten Tag zeigten sich bereits Anzeichen sexueller Appetenz, was sich darin äußerte, daß sich die Tiere gegenseitig anbalzten. Nun wurden frisch geschlüpfte ♀♀ für die semiartifizielle Kopula (SCHURIAN 1989) fixiert und den ♂♂ präsentiert (Abb. 1). Es kam zu den folgenden Kopulae (siehe Tab. 4).

Die Eier der Kreuzungspaarungen (Tab. 4) und der nachfolgenden Hybridpaarungen (Tab. 5-7) erwiesen sich zu 95% als fertil. Die nächste Faltergeneration aus den obigen Verbindungen wurde dadurch erzielt, daß den Raupen zusätzliches Licht (16 h : 8 h Licht : Dunkel) und erhöhte Temperaturen (22-24°C) geboten wurden, wodurch die meisten Raupen nicht in Diapause gingen. Wegen zunehmenden Futtermangels im November konnte jedoch nur eine begrenzte Anzahl Larven bis zu den F_2-Imagines aufgezogen und in diesem Jahr keine 3. Generation gezüchtet werden.

Die nächste Generation entstand aus den folgenden Paarungen (siehe Tabelle 5).

Nach der Überwinterung standen im Frühjahr 2003 noch überwinterte Hybridlarven der F_2-Generation zur Verfügung, die sich ebenfalls schnell zu Imagines entwickelten. Die Versuche

Hybridpaarung	Datum	hybride Verbindung	Dauer	Kopulationsart
A	24. X. 2002	Hybr. F_1 ♂ (*dispar batavus* ♂ × *dispar rutilus* ♀) × Hybr. F_1 ♀ (*dispar batavus* ♂× *dispar rutilus* ♀)	12.44–13.56	semiartifiziell
B	24. X. 2002	Hybr. F_1 ♂ (*dispar rutilus* ♂ × *dispar batavus* ♀) × Hybr. F_1 ♀ (*dispar rutilus* ♂× *dispar batavus* ♀)	12.53–13.50	semiartifiziell
C	27. X. 2002	Hybr. F_1 ♂ (*dispar batavus* ♂ × *dispar rutilus* ♀) × Hybr. F_1 ♀ (*dispar batavus* ♂× *dispar rutilus* ♀)	13.35–14.39	semiartifiziell
D	3. XI. 2002	Hybr. F_1 ♂ (*dispar batavus* ♂ × *dispar rutilus* ♀) × Hybr. F_1 ♀ (*dispar batavus* ♂× *dispar rutilus* ♀)	19.43–20.42	semiartifiziell

Tab. 5: Hybridpaarungen F_1-Generation (zur F_2-Generation). Im Oktober kopulierte die erste Hybridgeneration (F_1 x F_1) – **Kommentar zur Paarung D:** Am 3. XI. wurde erstmals eine semiartifizielle Kopula bei Kunstlicht (Leuchtstoffröhre) versucht. Die beiden ♂♂ von Kopula A und B standen nach über einer Woche (Aufbewahrung in einem kühlen Raum von 15°C) noch zur Verfügung, das ♀ war am 1. XI. geschlüpft. Die beiden ♂♂ verhielten sich auch 2 h nach Einsetzen in den Flugkasten bei einer Temperatur von 29° C und hoher Luftfeuchtigkeit etwas flugträge. Nachdem das fixierte ♀ einem der ♂ vorgehalten wurde, kam es jedoch nach nur 2 min. zur Kopulation.

Abb. 6-25: *Lycaena dispar batavus* und *Lycaena dispar rutilus* und Hybriden dieser beiden Unterarten.





Abb. 6 & 7: *L. d. batavus* ♀, (Zuchttiere), Oberseite (OS) + Unterseite (US)





Abb. 8 & 9: *L. d. batavus* ♂ (Zuchttiere), (OS und US).





Abb. 10 & 11: *L. d. rutilus* ♀ (Zuchttiere), (OS und US). Fundorte: France/Metz, vic. Mosel, Lorry-Mardigny, e. o. November 2002 (F_1 -Generation), cult. Schurian.




Abb. 12 & 13: *L. d. rutilus* ♂ (Zuchttiere), (OS und US). Fundorte: France/Metz, vic. Mosel, Lorry-Mardigny, e. o. November 2002 (F_1-Generation), cult. Schurian.




Abb. 14 & 15: Hybr. F_1 - ♀ (*dispar batavus* ♂ x *dispar rutilus* ♀), (OS und US), 21. 10. 2002, cult. Schurian.




Abb. 16 & 17: Hybr. F_1 - ♂ (*dispar batavus* ♂ x *dispar rutilus* ♀), (OS und US), 25. 10.2002, cult. Schurian.





Abb. 18 & 19: Hybr. F_2 - ♀, (OS und US), 20. -26. XI. 2002, cult. Schurian.





Abb. 20 & 21: Hybr. F_2 - ♂, (OS und US), 20.-26. XI. 2002, cult. Schurian.

mit frisch geschlüpften Hybridfaltern begannen Anfang Mai, es kam jedoch trotz scheinbar guter Witterungsbedingungen 1½ Wochen lang zu keiner Kopula. Erst ab dem 10. V. änderte sich dies (siehe Tab. 6).

Die Larven der Hybridpaarungen aus der F_2-Generation konnten im Juli des Jahres 2003 bis zu Faltern der F_3 - Generation gezüchtet werden. Mit den daraus erhaltenen Tieren wurden die Versuche fortgesetzt (siehe Tab. 7).

Datum	hybride Verbindung	Dauer	Kopulationsart
10. V. 2003	Hybr. F_2 ♂ × Hybr. F_2 ♀	14.57–16.15	semiartifiziell
10. V. 2003	Hybr. F_2 ♂ × Hybr. F_2 ♀	17.00–18.20	semiartifiziell
11. V. 2003	Hybr. F_2 ♂ × Hybr. F_2 ♀	10.22–?	semiartifiziell
12. V. 2003	Hybr. F_2 ♂ × Hybr. F_2 ♀	13.54–15.45	semiartifiziell
12. V. 2003	Hybr. F_2 ♂ × Hybr. F_2 ♀	13.59–15.10	semiartifiziell

Tab. 6: Hybridpaarungen F_2 -Generation (zur F_3 -Generation)

Datum	hybride Verbindung	Dauer	Kopulationsart
1. VII. 2003	Hybr. F_3 ♂ × Hybr. F_3 ♀	15.41–16.50	semiartifiziell
1. VII. 2003	Hybr. F_3 ♂ × Hybr. F_3 ♀	15.43–16.41	semiartifiziell
3. VII. 2003	Hybr. F_3 ♂ × Hybr. F_3 ♀	14.02–??	semiartifiziell

Tab. 7: Hybridpaarungen F_3 -Generation (zur F_4 -Generation).




Abb. 22 & 23: Hybr. F_3 - ♀, (OS und US), Juli 2003, cult. Ehrhardt, coll. Schurian.




Abb. 24 & 25: Hybr. F_3 - ♂, (OS und US), Juli 2003, cult. Ehrhardt, coll. Schurian.

Beobachtungen zum Verhalten der Falter bei der Kopulation

Wurden den *rutilus*- ♂♂ *batavus*- ♀♀ präsentiert, so zeigten sie sofort typisches Balzverhalten: sie begannen mit hoher Flügelschlagfrequenz die ♀♀ zu umflattern, um sie zu stimulieren, und krümmten seitlich das Abdomen, damit sie die Kopula eingehen können. Gleiches konnte im umgekehrten Verhältnis beobachtet werden: *batavus*- ♂♂ versuchten ebenfalls nach Vorhalten eines fixierten *rutilus*-♀, mit diesem zu kopulieren.

Morphologie der Hybridfalter

Die Unterschiede der beiden Unterarten *batavus* und *rutilus* sollen hier nicht erneut dargestellt werden; wir verweisen auf die einschlägige Literatur (HIGGINS & RILEY 1971, EBERT 1991, EHRHARDT 2005 [unveröff.]). Unsere Zuchtfalter ergeben das folgende Bild: Anhand der Flügeloberseiten der ♂♂ können unsere Tiere kaum differenziert werden. Die ♀♀ lassen sich oberseits ebenfalls nicht immer zweifelsfrei trennen. In einigen Fällen gelingt dies jedoch (Abb. 10), wenn die schwarzen Flecke kleiner beziehungsweise reduziert sind.

Die Unterseiten der Hybridfalter lassen den Hybridcharakter dagegen gut erkennen: Die Grundfarbe der Vorderflügel zeigt das kräftigere Rot des *batavus*-Elterntieres, während diejenige der Hinterflügel nicht so eindeutig ist. Das für die Unterscheidung der beiden Unterarten wichtige Submarginalband ist bei den Hybridfaltern ebenfalls demjenigen von *batavus* mehr angenähert (siehe Abb. 15, 17, 19, 21, 23, 25), so daß nach unserem Eindruck der Einfluß dieser Unterart größer ist.

Die Gesamtgröße unserer Tiere weist eine große Variationsbreite auf. Dies hängt entscheidend von den Zuchtmethoden ab. Frühjahrstiere sind in der Regel größer als die Sommergeneration.
Imagines, die unter Langtagbedingungen und erhöhten Temperaturen gezüchtet werden, sind kleiner. Daher sind unsere Hybridfalter fast immer kleiner als die Elterngeneration.

Diskussion

In keiner Generation der Rötlinge waren bei makroskopischer wie mikroskopischer Betrachtung der Eier, der Raupen und Puppen auffällige Unterschiede in der Gestalt oder Farbzeichnung zu finden, die eine sichere Trennung und Bestimmung der beiden Unterarten *batavus* und *rutilus* ermöglicht hätten, doch sollten zu einer abschließenden Klärung nochmals verfeinerte
Untersuchungsmethoden (zum Beispiel rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen) eingesetzt werden.
Die Imagines können dagegen ohne Schwierigkeiten der jeweiligen Unterart zugeordnet werden, so daß auch uns die Einteilung in zwei distinkte Unterarten gerechtfertigt erscheint.

Durch die täglichen Aufzeichnungen bei der Entwicklung der Präimaginalstadien von *batavus* und *rutilus*, dies gilt auch für die Kreuzungspaarungen, konnte belegt werden, daß in sämtlichen Generationen die Entwicklung synchron verlief (siehe Tabelle 1).
Damit konnte gezeigt werden, daß die im Freiland zu beobachtenden unterschiedlichen Generationen unter Laborbedingungen (Zuchtansatz KGS) wie im Gewächshaus (Zuchtansatz WE) aufgehoben werden. Die Rötlinge besitzen demnach die genetische Potenz, unter optimierten Bedingungen mehrere Generationen im Jahr hervorzubringen, auch wenn dadurch nicht nur Vorteile erkauft werden. Denn eine Reduktion der Faltergröße ist fast immer die Folge (FISCHER & FIEDLER 2002). Soweit uns bekannt, sind bisher bei *L. dispar* keine Untersuchungen angestellt worden, ob eventuell bei den Subitanentwicklern eine Häutung weniger auftritt, wie dies bei *Lycaena hippothoe sumadiensis* (SZABÓ, 1956) der Fall ist (FISCHER & FIEDLER 2001). Die in unserer Zucht (2007) beobachteten drei Larvalhäutungen zeigen, daß die Art unter den optimierten Bedingungen offenbar eine Häutung „einspart", um relativ rasch die nächste Faltergeneration zu produzieren. Wir nehmen an, daß die, mit gelegentlichen Ausnahmen, dominierende Einbrütigkeit von *batavus* ihre Entstehung dem atlantisch geprägten Klima der Niederlande verdankt und anscheinend (noch) nicht genetisch fixiert ist.
Wie für die Präimaginalstadien, konnten bei den Imagines von *rutilus, batavus* sowie den Faltern aus den Kreuzungspaarungen hinsichtlich der Eiablageplätze oder präferierter Blütenfarben keine spezifischen Unterschiede ermittelt werden (Tabelle 2). Wohl aber waren Unterschiede im Aktivitätsmuster der Imagines von *rutilus* und *batavus* zu erkennen. Bei bewölktem Himmel und Temperaturen zwischen +15°C und +20°C waren die Imagines von *rutilus* weitgehend inaktiv,
besuchten im Gegensatz zu *batavus* nicht die eingestellten Saugblüten und kopulierten auch nicht.
Eine Erklärung für die erkennbar größere Kopulationsbereitschaft der ♂♂ von *batavus* (die ♀♀ wurden weitaus intensiver umbalzt und bedrängt, als das bei *rutilus* der Fall war) könnte darin bestehen, daß in dem englischen Zuchtstamm über Generationen eine Selektion stattfand, wodurch nur die fittesten Exemplare überlebten.

Immer noch wird der Biologie der Lycaeniden zu wenig Beachtung geschenkt, worauf viele Autoren hingewiesen haben (zum Beispiel SCHURIAN 1976, SBN 1991, TEN HAGEN et al. 2006). Unsere Untersuchungen haben jedoch erneut gezeigt, daß dadurch wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden können und zum Verständnis der ökologischen Valenz einer Art beitragen.
Es bleibt zu hoffen, daß weitere Fakten zusammengetragen werden, um die noch vorhandenen Kenntnislücken zu schließen.

Dank

W. Hasselbach, Alzey, W. Hürtter, Bonn, E. Haase, Luckenwalde, C. Kayser, Wietzendorf, R. Ulrich, Wiesbach, H. Wegner, Adendorf, und

J.- C. Weiss, Metz, danken wir für ihre Unterstützung und Ratschläge sowie bei der Beschaffung von Zuchtmaterial.

Literatur

BINK, F. A. (1962): De Grote Vuurvlinder van het Fries – Overijsselse moerasgebied – *Thersamonia dispar* (HAWORTH) ssp. *batavus* (OBERTHÜR); (Lepidoptera, Lycaenidae). – Linneana Belgica, **2** (1): 2-13, Hal.

BERNARDI, G. (1963): La Réhabilitation du *Lycaena dispar* dit de Saint-Quentin (Lep. Lycaenidae), Alexanor **III**, 1963 : 9-16, 51-59, Paris.

EBERT, G. (Hrsg. 1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band **2,** Tagfalter II. – (E. Ulmer), 535 S., Stuttgart.

EHRHARDT, W. (2005 [unveröff.]): Morphologisch-taxonomische Untersuchungen an zwei Unterarten des Großen Feuerfalters *Lycaena dispar* (HAWORTH, 1803) (Lepidoptera: Lycaenidae). – Diplomarbeit, Hochschule Vechta, Institut für Naturschutz und Umweltbildung, 74 S.

FISCHER, K., & FIEDLER, K. (2001): Dimorphic growth patterns und sex-specific reaction norms in the butterfly *Lycaena hippothoe sumadiensis*. – Journal of Evolutionary Biology, **14:** 210-218, Oxford.

FISCHER, K., & FIEDLER, K. (2002): Life-history plasticity in the butterfly *Lycaena hippothoe:* local adaptations and trade-offs. – Biological Journal of the Linnean Society, **75:** 173-185, London.

HESSELBARTH, G., VAN OORSCHOT, H., & WAGENER, S. (1995): Die Tagfalter der Türkei unter Berücksichtigung der angrenzenden Länder. – 1354 S., 36 Farbtaf. (Bd. **1 & 2**) + 847 S., 128 Farbtaf., 13 Taf., IV + 342 Verbreitungskarten (Bd. **3**), Bocholt (Selbstverlag S. Wagener).

HIGGINS, L. G., & RILEY, N. D. (1971): Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas. 2. Aufl. 1978 (dtsch. Bearb. W. FORSTER). – (P. Parey), 377 S., 60 Farbtaf., Hamburg, Berlin.

HOEGH-GULDBERG, O. (1966): North European groups of *Aricia allous* G.-HB., their variability and relationship to *A. agestis* SCHIFF. – Natura Jutlandica, **13:** 1-184, Aarhus.

KAMES, P. (1976): Die Aufklärung des Differenzierungsgrades und der Phylogenese der beiden Aricia-Arten *agestis* DEN. et SCHIFF. und *artaxerxes* Fabr. (*allous* G.-Hb.) mit Hilfe von Eizuchten und Kreuzungsversuchen (Lep., Lycaenidae). – Mitteilungen der entomologischen Gesellschaft Basel, N.F. **26** (1): 7-13, (2): 29-64.

KÜHNE, L., HAASE, E., WACHLIN, V., LEIST, I., GELBRECHT, J. & DOMMAIN, R. (2001): Die FFH-Art *Lycaena dispar* (HAWORTH, 1802) – Ökologie, Verbreitung, Gefährdung und Schutz im norddeutschen Tiefland (Lepidoptera: Lycaenidae). – Märkische Entomologische Nachrichten, **3** (2): 1-32, Potsdam.

LE MOULT, E. (1945): „*Lycaena dispar*, ssp. *Verityi* nova", Nouvelles remarques sur *Lycaena* (*Heodes*) *dispar* HW. – Miscellanea Entomologica, **42:** 41-62, Narbonne, Paris.

LUCAS, D. (1913): *Chrysophanus dispar* HW. nov. var. *burdigalensis*. – Internationale Entomologische Zeitung, **6:** 282, Guben.

OBERTHÜR, C. (1923): Le *Chrysophanus dispar* hollandais. – Études de Lépidoptérologie comparée, **21:** 71-75, Rennes.

OUDEMANS, TH. (1922): Chrysophanus *dispar* HAW. in Nederland. – Tijdschrift voor Entomologie, **65**: 197-211, Amsterdam.

PULLIN, A. S., BALINT, Z., BALLETTO, E., BUZKO, J., COUTSIS, J. G., GOFFART, P., KULFAN, M., LHONORÉ, J. E., SETTELE, J. & VAN DER MADE, J. G. (1998): The status, ecology and conservation of *Lycaena dispar* (Lycaenidae: Lycaenini) in Europe. – Nota lepidopterologica, **21** (2): 94-100, Wetteren.

PRETSCHER, P., & KLEIFGES, P. (2001): Die Schmetterlingsdatenbank LEPIDAT des Bundesamtes für Naturschutz (BfN): Grundlage für die Erstellung der Roten Liste gefährdeter Großschmetterlinge Deutschlands. – Bestandssituation des Großen Feuerfalters (*Lycaena dispar*). – Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz des BfN, **65:** 51-70, Bonn.

SBN (= SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ, Hrsg.) (1991): Tagfalter und ihre Lebensräume, Arten, Gefährdung, Schutz. – K. Holliger, Fotorotar, 516 S, Egg.

SCHURIAN, K. G. (1976): Beiträge zur Biologie der Gattung *Agrodiaetus,* 1: *Agrodiaetus ripartii* FREYER (Lep., Lycaenidae). – Entomologische Zeitschrift, **86** (17): 196-200, Stuttgart.

SCHURIAN, K. G. (1989): Bemerkungen zu „*Lysandra cormion* NABOKOV 1941" (Lepidoptera: Lycaenidae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, N.F. **10** (2): 183-192, Frankfurt am Main.

SCHURIAN, K. G. (1990): Hybridisierungsversuche mit Lycaeniden (Lepidoptera). – Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentags, 1989**:** 257-264, Düsseldorf.

SCHURIAN, K. G. (2006): Zur Biologie, Ökologie und Taxonomie von *Polyommatus* (*Meleageri*a) *daphnis brandti* (PFEIFFER, 1938) und *Polyommatus* (*Meleageria*) *daphnis marcida* (LEDERER, 1870) aus Nordiran (Lepidoptera: Lycaenidae). – Entomologische Zeitschrift, **116** (5): 219-225, Stuttgart.

TEN HAGEN, W., ECKWEILER, W., & MARK, H.-G. (2006): Eine Zucht von *Polyommatus* (*Agrodiaetus*) *tenhageni* SCHURIAN & ECKWEILER, 1999 (Lepidoptera: Lycaenidae). – Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo, N.F. **27** (1/2) 1-7, Frankfurt am Main.

VAN SCHEPDAEL, J. (1962): Genese du peuplement de *Thersamonia dispar dispar* HAW. en Angleterre et *Th. dispar batavus* OBERTH. en Frise. – Linneana Belgica, **2** (1): 14-27, Hal.

WEGNER, H. (1974): Über die Beobachtung der Großschmetterlinge des Kreises Lüchow-Dannenberg durch Hamburger Entomologen und einige bemerkenswerte Funde aus dem Gebiet. – Bombus, Fau-

nistische Mitteilungen aus Norddeutschland, **2** (54): 213-214. (1975), Hamburg.

WEGNER, H. (1975): Der Kreis Lüchow-Dannenberg, ein Refugium seltener und vom Aussterben bedrohter Schmetterlinge. – **5**. Jahresheft des Heimatkundlichen Arbeitskreises Lüchow-Dannenberg 1975: 185-190, Lüchow.

WEIDEMANN, H. J. (1995): Tagfalter: beobachten, bestimmen; 2. Auflage. – (Naturbuch), 659 S., Augsburg.

WEIDEMANN, H. J. (1983): Künstliche Nachzuchtmethoden bei Tagfaltern, 4. – Entomologische Zeitschrift, **93** (11): 145-154, Essen.

WERNEBURG, A. 1864: Beiträge zur Schmetterlingskunde. Kritische Bearbeitung der wichtigsten entomologischen Werke des 17. und 18. Jahrhunderts bezüglich der darin abgehandelten Europäischen Schmetterlinge. – H. NELLMANN, 8, 2 Bände, Bd. I, p. 391, Erfurt.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen am 1. Oktober 2007

Anschriften der Autoren
Dipl.-Ökol. Wolfram Ehrhardt
Forsthaus Queloh
D-29348 Eschede
queloh@vr-web.de

Dr. Klaus G. Schurian
Am Mannstein 13
D-65779 Kelkheim
k.schurian@apollo-frankfurt.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Philippia. Abhandlungen und Berichte aus dem Naturkundemuseum im Ottoneum zu Kassel

Jahr/Year: 2007-2008

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Ehrhardt Wolfram, Schurian Klaus G.

Artikel/Article: Kreuzungsversuche mit zwei Unterarten des Großen Feuerfalters Lycaena dispar (HAWORTH, 1803) (Lepidoptera: Lycaenidae) 149-164