Verh. Westd. Entom. Tag 1999, S. 81- 89, Löbbecke-Mus., Düsseldorf 2000

Zur Populationsbiologie des Großen Perlmuttfalter *Argynnis aglaja* und des Feurigen Perlmuttfalters *Argynnis adippe* (Lepidoptera: Nymphalidae)

Six, Armin

Abstract

On the population ecology of the Dark Green Fritillary *Argynnis aglaja* and the High Brown Fritillary *Argynnis adippe* (Lepidoptera, Nymphalidae)

During 1997 to 1999 larval biology, dispersal behaviour, population size, population structure and survival strategy of the butterflys *Argynnis aglaja* and *Argynnis adippe* were studied in the low mountain range (Rothaargebirge, Western Germany) by using mark-recapture methods. Larvae of both species have been found in the same larval habitats while that of *A. aglaja* pupated on the ground in the moss and that *of A. adippe* pupated in higher vegetation. In most cases *A. adippe* formed smaller populations than *A. aglaja* with distinct higher dispersal rates. For *A. aglaja* a metapopulation structure could be supposed while *A. adippe* tends to form a patchy population. In conclusion *A aglaja* could be comparitively designated as K-strategist and *A. adippe* rather as r-strategist.

Zusammenfassung

Zwischen 1997 und 1999 wurden die Perlmuttfalterarten *Argynnis aglaja* und *Argynnis adippe* hinsichtlich Larvalbiologie, Dispersal, Populationsgrößen, Populationsstruktur und Überlebensstrategien im Rothaargebirge (Westdeutschland) mittels Fang-Wiederfang-Experimenten untersucht. Es konnte gezeigt werden, daß beide Arten identische Larvalhabitate besiedeln, *A. aglaja* sich jedoch am Boden in der Moosschicht verpuppt, während *A. adippe* hierzu höhere Vegetation aufsucht. *A. adippe* bildet überwiegend deutlich kleinere Populationen aus und zeigt ca. doppelt so hohe Dispersalraten. Während *A. aglaja* eine Metapopulationsstruktur ausbildet, tendiert *A. adippe* zur "patchy population". Bezüglich der Einordnung in einem r-K-Kontinuum ist *A. adippe* eher als r-Stratege, *A. aglaja* dagegen als relativer K-Stratege einzustufen.

1. Einleitung

Obwohl bereits hinreichend beschrieben wurde, daß die beiden Perlmuttfalterarten *Argynnis aglaja* Linnaeus, 1758 und *Argynnis adippe* Denis & Schiffermüller, 1775 dieselben Imaginalhabitate besiedeln und dort auch zusammen vorkommen (z.B. EBERT & RENNWALD 1991; WEIDEMANN 1995), sind die Kenntnisse zu Populationsbiologie und Überlebensstrategien der Arten, auch bezüglich der Einstufung in einem r-K-Kontinuum (vgl. REMMERT 1989), nach wie vor gering. Lediglich WEIDEMANN (1995) bezeichnet beide Arten als standorttreu und charakterisiert *A.*

adippe im Gegensatz zum "Verschiedenbiotop-Bewohner" *A. aglaja* als Biotopkomplex-Bewohner" und somit als stärkeren K-Strategen. Auch ist über die Larvalbiologie der Arten bis heute wenig bekannt bzw. es existieren sich widersprechende Angaben (vgl. z.B. AUE 1930; BERGMANN 1952; KUSDAS & REICHL 1973), die eine Überprüfung sinnvoll machen. Unter diesen Aspekten sollen im folgenden die Ergebnisse einer dreijährigen populationsökologischen Untersuchung, die im Besonderen auf Populationsgrößen, Dispersal und Populationsstruktur eingeht, dargestellt und hinsichtlich der Überlebensstrategien diskutiert werden.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Rothaargebirge im östlichen Bereich des Kreises Siegen-Wittgenstein (Nordrhein-Westfalen). Es ist Teil des rheinischen Schiefergebirges und weist mit über 1000 mm und 6*C eine vergleichsweise hohe mittlere Jahresniederschlagsmenge und geringe durchschnittliche Jahrestemperatur auf (FRIEDRICH 1965).

Nach orientierenden Voruntersuchungen 1997 fanden 1998 und 1999 umfassendere Hauptuntersuchungen statt.

Die 12 zur Hauptuntersuchung herangezogenen Flächen ("patches") besitzen eine Größe von 0,1 bis 4 ha und sind in jeweiligen Abständen von 115 m bis 3,1 km zueinander räumlich konfiguriert. Die Untersuchungsflächen, Borstgrasrasen und magere Rotschwingelweiden, liegen fragmentiert und überwiegend von Wald umgeben in einem in sich geschlossenem Gebiet und zeigen damit eine besondere Eignung zur Untersuchung von Dispersionsverhalten und Populationsstrukturen.

Die meisten dieser Flächen unterliegen keiner landwirtschaftlichen Nutzung bzw. dienen ausschließlich als Wildwiesen. In einem Fall liegt sektorale Mahd, in einem anderen sektorale Beweidung vor.

3. Material und Methode

Während der Voruntersuchung 1997 wurde in der Zeit von Ende Juni bis Mitte August der größte Teil des Kreises Siegen-Wittgenstein auf Vorkommen der beiden Arten untersucht und die jeweiligen Tagesbeobachtungen und Besetzungsmuster der einzelnen "patches" dokumentiert.

Auf den 12 zur Hauptuntersuchung ausgewählten Flächen fanden in den Jahren 1998 und 1999 Untersuchungen zur Larvalbiologie sowie Fang-Wiederfang-Experimente ("mark-recapture") statt.

Hierzu wurden die Flächen in der Zeit von Anfang Mai bis Mitte Juni regelmäßig begangen und stichprobenartig nach Raupen der beiden Arten abgesucht.

Die Markierung der Tiere, bestehend aus einer Buchstaben-Zahlen-Kombination für Fläche und individuelle Nummer, erfolgte auf der Unterseite der Hinterflügel

mittels wasserfester Filzschreiber. Um eine mögliche Beschädigung der Tiere zu minimieren, wurden sie nach dem Fang in ein kleines, grobmaschiges Netz (Obstnetz) überführt, dort vorsichtig fixiert, durch die weiten Maschen des Netzes markiert, und sofort wieder freigelassen.

Da eine tägliche Bearbeitung aller Flächen aus Zeitgründen nicht möglich war, konnte eine tägliche Begehung nur auf Fläche A (größte Population von *A. aglaja)* stattfinden. Die Begehungsfrequenz der übrigen Flächen siehe Tabelle 2.

Da es sich um offene Populationen handelt, wurde zur Schätzung der Tagespopulationsgrößen (P_i), täglichen Überlebensraten (Θ_i) und täglichen Verlustraten ($1-\Theta_i$) der "Jolly"-Index herangezogen (vgl. MÜHLENBERG 1993). Die Gesamtpopulationsgröße P_t wurde durch Aufsummieren der täglichen Verluste abgeschätzt ($P_t = \sum P_i (1 - \Theta_i)$). Fehlende Werte für P_i, und Θ_i wurden durch Extra- bzw. Intrapolation ermittelt; der Wert für Θ_n gleich Null gesetzt.

4. Ergebnisse

4.1. Larvalbiologie

4.1.1. Raupen

Zwischen dem 25.5. und 11.6.1998 konnten Raupen beider Arten in vergleichbarer Anzahl auf nahezu allen Untersuchungsflächen gefunden werden. Die Zahl der gefundenen Raupen variierte bei *A. aglaja* zwischen 1 und 15 und bei *A. adippe* zwischen 1 und 10. Es handelte sich bei *A. aglaja* um Tiere des 4. und 5., bei *A. adippe* um solche des 3. bis 5. Raupenstadiums.

Die Raupen beider Arten kamen, jeweils einzeln, nebeneinander verteilt im gleichen Habitat vor, wobei sie einen extra- als auch intraspezifischen Abstand von 20-30 cm zueinander hielten. Die Larvalhabitate können sämtlich als Magerrasenbereiche (Borstgrasrasen und Rotschwingelweiden) mit hoher Veilchendichte charakterisiert werden. In zerstreut stehenden Veilchen konnten keine Raupen gefunden werden. Als Larvalnährpflanze diente hauptsächlich Hundsveilchen *(Viola canina),* z.T. auch Hainveilchen (*Viola riviniana).*

Eine rein nächtliche Aktivität der Raupen (vgl. BERGMANN 1952; KUSDAS & REICHL 1973; Schweizerischer Bund für Naturschutz 1987) konnte nicht bestätigt werden. Sowohl im Freiland beobachtete als auch je zwei in Zucht genommene Raupen zeigten, wie von AUE (1930) beschrieben, auch während des Tages Aktivität und Nahrungsaufnahme. Eine Fütterung der gehälterten Raupen war mit Gartenveilchen *(Viola odorata)* problemlos möglich.

Im Gegensatz zu 1998 konnten 1999 lediglich auf Fläche A drei Raupen von *A. aglaja* gefunden werden, während die Suche nach Raupen von *A. adippe* völlig

erfolglos blieb. Mögliche Ursache könnte ein verstärkter Verlust an Präimaginalstadien bedingt durch den regnerischen Spätsommer und Herbst 1998 sein.

4.1.2. Puppen

Zuchtbeobachtungen an je zwei Raupen beider Arten (s.o.) lassen auf eine Verpuppung der Raupen von *A. aglaja* am Boden, eingesponnen in Moos, schließen. Hingegen zeigten beide Raupen von *A. adippe* eine Verpuppung hängend an der Gazeabdeckung der Zuchtgläser. Letzterem entsprechend konnte eine Freilandpuppe in einer Höhe von ca. 50 cm hängend in der Vegetation beobachtet werden. Der unterschiedliche Verpuppungsmodus beider Arten kann in Zusammenhang mit der von WEIDEMANN (1995) beschriebenen Differenzierung der Larvalhabitate beider Arten (*A. aglaja* offener Bereich; *A. adippe* Saumbereich) stehen. Daß diese Differenzierung im Untersuchungsgebiet für die Raupen nicht bestätigt wurde, könnte in der nur geringen Größe der Larvalhabitate (max. 0,13 ha) begründet sein.

4.2. Besetzungsmuster

Während des Untersuchungszeitraumes von 1997 bis 1999 konnten für *A. aglaja* drei Extinktionen und eine Kolonisation wahrscheinlich gemacht werden; für *A. adippe* wurden zwei Extinktionen und eine Kolonisation beobachtet.

4.3. Fang-Wiederfang-Experimente und Dispersal

Tab. 1: Ergebnisse der Fang-Wiederfang-Experimente. Die in Klammern gesetzten Werte geben den jeweiligen prozentualen Anteil wieder.

	Argynnis aglaja		*Argynnis adippe*	
	1998	1999	1998	1999
Markiert (ges.)	547	244	56	35
Männchen	385(70,4)	169(69,3)	37(66,1)	25(71,4)
Weibchen	162(29,6)	75(30,7)	19(33,9)	10(28,6)
Wiederfänge	363(66,4)	154(63,7)	35(62,5)	13(37,1)
Männchen	262(68,1)	115(68,0)	21 (56,8)	10(40,0)
Weibchen	101 (62,3)	39(52,0)	14(73,7)	3(30,0)
Flächenwechsler	87(15,9)	36(14,8)	22(39,3)	8(22,9)
Männchen	40(10,4)	18(10,7)	15(40,5)	6(24,0)
Weibchen	47(29,0)	18(24,0)	7(36,8)	2(20,0)

Tabelle 1 gibt für beide Arten eine Übersicht der Gesamtanzahl der Fänge, Wiederfänge und Dispersal (Flächenwechsler). Im vorliegenden Fall wird von Dispersal gesprochen, wenn Individuen zwischen Untersuchungsflächen gewechselt sind,

auch wenn dort die Fortpflanzung nicht sicher nachgewiesen werden konnte. Zur Ermittlung der Anzahl der Flächenwechsler wurden Mehrfachwechsel eines Tieres nicht berücksichtigt. Folgende Hauptaussagen lassen sich formulieren: a) *A. adippe* bildet in beiden Jahren deutlich kleinere Populationen aus. b) Der Weibchenanteil liegt bei beiden Arten in beiden Jahren mit ca. 30 % deutlich niedriger als jener der Männchen. Dieses Phänomen, das auch für andere Tagfalterarten beschrieben wurde (BRUNZEL 1996; BRUNZEL 1996a), wird von EHRLICH et. al. (1984) auf eine erhöhte präimaginale Mortalität der Weibchen aufgrund längerer Entwicklungsdauer zurückgeführt. c) Die Wiederfangraten sind mit jeweils über 60 % außerordentlich hoch (Ausnahme *A. adippe* 1999), wobei sich die Wiederfangraten von Männchen und Weibchen nicht wesentlich unterscheiden. d) Die Dispersalraten von *A.* adippe sind im Durchschnitt ca. doppelt so hoch wie jene von *A. aglaja*. Zwar liegt die Dispersalrate für *A.* adippe 1999, bedingt durch die geringere Wiederfangrate, niedriger als 1998; bezieht man sie jedoch auf die Anzahl der Wiederfänge (siehe auch KUUSSAARI et. al. 1996), ergeben sich fast identische Werte von 62,9 % bzw. 61,5 %.. e) Dispersal wird bei *A. aglaja* überwiegend von den Weibchen getragen, während bei *A.* adippe beide Geschlechter gleichermaßen dazu beitragen.

Tab. 2: Ergebnisse der Fang-Wiederfang-Experimente für *Argynnis aglaja*, differenziert nach Untersuchungsflächen

	1998			1999		
Fläche	Mark.ges. (weibl.)	Aus-/Ein-wanderer	Begeh.	Mark. ges. (weibl.)	Aus-/Ein-wanderer	Begeh.
A	332(73)	39/28	59	143(40)	9/20	47
B	94(47)	23/36	28	38(16)	14/9	15
C	56(27)	10/17	23	11 (2)	2/0	12
D	84(39)	3/7	36	39(9)	0/1	15
E	34(14)	1/8	22	15(9)	5/4	12
F	3(1)	2/1	15	0	0	8
G	20(10)	5/3	26	23(12)	6/5	11
H	0	0	13	0	0	5
I	14(3)	0/0	19	6(3)	0/0	8
J	5(3)	4/0	16	2(1)	0/0	11
K	6(4)	0/1	19	5(1)	0/2	13
L	1 (0)	1/0	15	3(1)	0/0	12

Die Mobilitätsparameter bestätigen das oben gezeichnete Bild. So zeigt sich bei *A. aglaja* eine maximal zurückgelegte Strecke von 2,58 km, während bei *A. adippe* ein Flächenwechsler maximal 3,35 km zurücklegte.

Die minimale Lebensdauer schwankte bei *A. aglaja* zwischen 1 und 44 Tagen bei einer Fanghäufigkeit von 1 bis 21 mal und bei *A. adippe* zwischen 1 und 34 Tagen bei einer Fanghäufigkeit von 1 bis 6 mal. Innerhalb der einzelnen Untersuchungsflächen variierten Weibchenanteil und Dispersal jedoch erheblich. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse für *A. aglaja*. Eine Darstellung für *A. adippe* schien aufgrund der geringen Datengrundlage nicht sinnvoll.

4.4. Populationsgrößenschätzungen

Eine Populationsgrößenschätzung wie oben beschrieben war aufgrund der Datenmenge und Fangfrequenz (s.o.) nur für *A. aglaja* und hier nur für Population A möglich. Die Ergebnisse sind Tabelle 3 zu entnehmen. Die Differenz zwischen der Anzahl der markierten Tiere und der geschätzten Jahrespopulationsgröße war in beiden Jahren gering, was bei den hohen Wiederfangraten nicht überraschend ist, wobei die geringen durchschnittlichen Standardabweichungen die geschätzten Werte untermauern. Die in beiden Jahren sehr geringe durchschnittliche Verlustrate deutet auf eine hohe Standorttreue der Individuen dieser Population hin. Zum Vergleich schätzten Hanski et. al. (1994) für eine Population von *Melitaea cinxia* eine tägliche Verlustrate von 0,175.

Tab. 3: Ergebnisse der Populationsgrößenschätzung für *Argynnis aglaja,* Population A

Untersuchungsjahr	1998	1999
Maximale Tagespopulationsgröße (Pi max.)	370	95
Durchschnittliche Standardabweichung (in %)	28,17	32,14
Durchschnittliche Überlebensrate (Θ)	0,93	0,94
Durchschnittliche Verlustrate (1-Θ)	0,07	0,06
Jahrespopulationsgröße (Pt)	459	154
Gesamtanzahl markierter Tiere	332	143

5. Diskussion

Will man die beschriebenen Ergebnisse hinsichtlich der Überlebensstrategien der Arten aus populationsökologischer Sicht beurteilen, ist es zunächst sinnvoll, auf die jeweiligen Populationsstrukturen einzugehen. Als Metapopulation wird eine Gruppe von Populationen bezeichnet, die über eine asynchrone lokale Dynamik verfügen und durch wandernde Individuen in Austausch stehen, wobei einzelne lokale Populationen gelegentlich aussterben bzw. "patches" neu besiedelt werden (Hanski et. al. 1995; Reich & Grimm 1996; Settele 1998). Im Gegensatz dazu beschreibt eine

"patchy population" (HARRISON 1991) eine räumlich heterogen strukturierte Population mit starkem Individuenaustausch zwischen den einzelnen "patches" und mit synchroner lokaler Dynamik.

Bezogen auf *A. aglaja* wird hier das Vorhandensein einer Metapopulation wahrscheinlich, worauf die variierenden Besetzungsmuster (siehe 4.1.) und eine asynchrone lokale Dynamik (Tab. 2.) hindeuten. Auch spricht die hohe Standorttreue (Dispersalrate ca. 15 %; bezogen auf Wiederfänge ca. 25 %) nicht für eine "patchy population". So dokumentieren KUUSSAARI et. al. (1996) für eine Metapopulation von *Melitaea cinxia* 40 % Flächenwechsler bezogen auf Wiederfänge.

Für *A. adippe* hingegen deutet die hohe Dispersalrate (ca. 60 % bezogen auf Wiederfänge) stark auf eine "patchy population" hin, wobei Aussagen zu einer lokalen Dynamik wegen der geringen Datengrundlage jedoch nicht möglich sind. Da die Besetzungsmuster im Gegensatz dazu eine Metapopulation wahrscheinlich machen, könnte man auch von einer Metapopulation im Übergang zu einer "patchy-population" sprechen (vgl. SETTELE et. al. 1996).

Grundsätzlich ist zu erwarten, daß sich Dispersal besonders für jene Arten "lohnt", die an die jeweiligen Umweltbedingungen ihrer Habitate einen vergleichsweise geringe Anpassung zeigen. Diese Erwartung ergibt sich aus dem erhöhten Extinktionsrisiko kleiner Populationen (HOVESTADT et. al. 1991; SOULÉ 1987), deren Ausbildung bei schwächer angepaßten Arten häufiger, d.h. in "ungünstigen" Jahren, zu erwarten ist. Eine durch Dispersal gebildete "patchy population", bestehend aus verschiedenen kleinen Teilpopulationen, besitzt danach ein geringeres Extinktionsrisiko als jede einzelne der Teilpopulationen, Dispersal "lohnt" sich also.

Hingegen ist zu erwarten, daß vergleichsweise gut an die Umweltbedingungen ihrer Habitate angepaßte Arten auch in ungünstigen Jahren ausreichend große Populationen mit relativ geringem Extinktionsrisiko ausbilden. Dispersal "lohnt" sich hier weniger, im Gegenteil, es kann zu einem erhöhten Emigrationsverlust führen (HANSKI et. al. 1994). Daraus abgeleitet kann formuliert werden, daß das Dispersionsverhalten auf einer Balance zwischen lokaler Extinktionswahrscheinlichkeit und Emigrationsverlust beruht (vgl. auch HANSKI et. al. 1994).

Für die Einordnung in einem r-K-Kontinuum bedeutet dies, daß stark wandernde, mobile Arten eher als r-Stategen zu bezeichnen wären, während vergleichsweise standorttreue Arten den K-Strategen zuzurechnen wären. Vor diesem Hintergrund wäre *A. aglaja* eher als K-Stratege einzustufen, *A. adippe* im Gegensatz zur in der Einleitung geäußerten Vermutung eher als r-Stratege.

Bleibt die Frage, gegenüber welchen Umweltbedingungen die beiden Arten einen unterschiedlichen Grad an Toleranz zeigen. Als wahrscheinlichster Faktor ist hier das Klima, im Besonderen Temperatur und Niederschlagsmenge zu nennen. Dafür spricht eine Reihe von Aspekten:

a) Trotz ähnlicher Raupenzahlen war 1998 die Anzahl der markierten Imagines bei *A. aglaja* ca. um den Faktor 10 größer, was auf den Einfluß bestandslimitierender Faktoren ansetzend an den späten Präimaginalstadien (erwachsenen Raupen, Puppen) schließen läßt. Parasitierung erscheint unwahrscheinlich, da Parasitoide oftmals selbst Metapopulationsstrukturen unterliegen (HANSKI et. al. 1995), was einen "flächendeckenden" Einbruch unwahrscheinlich macht. Vielmehr wird hier wohl der Einfluß einer zweiwöchigen Schlechtwetterperiode in der 1. Julihälfte sichtbar, die für *A. adippe* offenbar schwerwiegender war als für die Vergleichsart.

b) *A. adippe* erscheint, zumindest im Untersuchungsgebiet, ca. 1 Dekade später als *A. aglaja.*

c) Die nördliche Verbreitungsgrenze liegt bei *A. adippe* weiter südlich (EBERT & RENNWALD 1991).

Danksagung

Ganz herzlich möchte danken möchte ich Prof. Dr. Hans Wilhelm Bohle, Prof. Dr. Gerd Schulte und Dr. Stefan Brunzel für zahlreiche wertvolle Hinweise und Anregungen sowie dem Kreis Siegen-Wittgenstein und der Rentkammer Bad Laasphe für die Erteilung der entsprechenden Ausnahmegenehmigungen. Nicht zuletzt danke ich Melanie Afflerbach für die tatkräftige Unterstützung während der Geländearbeit.

6. Literatur

AUE, A. U. E. (1930): *Argynnis adippe* L. (*cydippe* L.). Int. ent. Z., 24: 285-288.

BERGMANN, A. (1952): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands. Bd. 2. Tagfalter. Jena (Urania). 495 S.

BRUNZEL, S. (1996): Populationsökologische Untersuchungen am Schwalbenschwanz (*Papilio macheon,* L. 1785). Z. Ökologie und Naturschutz 5: 37-46.

BRUNZEL, S. (1996a): Zur Metapopulationsstruktur des Roten Scheckenfalters (*Melitaea didyma* Esper 1779) auf der Schwäbischen Alb. Z. Ökologie und Naturschutz 5: 243-253.

EBERT, G. & RENNWALD, E. (1991): Die Schmetterlinge Baden-Würtembergs, Band 1: Tagfalter 1. Stuttgart: Ulmer. 552 S.

EHRLICH, P.R., LAUNER, A.E. & MURPHY, D.D. (1984): Can sex ratio be defined or determinated? The case of a population of checkerspot butterflies. Am. Nat. 124/4: 527-539.

FRIEDRICH, P. (1965): Die klimatischen Verhältnisse des Wittgensteiner Landes. In: Wittgensteiner Heimatbuch, Bd. 1. Balve. 24-39.

HANSKI, I., KUUSSAARI, M. & NIEMINEN, M. (1994): Metapopulation structure and migration in the butterfly *Melitaea cinxia.* Ecology 75: 747-762.

HANSKI, I., PAKKALA, T., KUUSSAARI, M. & LEI, G. (1995): Metapopulation persistence of an endangered butterfly in a fragmented landscape. Oikos 72: 21-28.

HARRISON , S. (1991): Local extinction in a metapopulation context: an empirical evaluation. Biol. J. Linn. Soc. 42: 73-88.

HOVESTADT, T., ROESER, J. WÜHLENBERG, M. (1991): Flächenbedarf für Tierpopulationen. Jülich: Forschungszentrum. 277 S.

KUUSSAARI, M., NIEMINEN, M. & HANSKI, I. (1996): An experimental study in the Glanville fritillary butterfly *Melitaea cinxia*. J. Anim. Ecol. 65: 791-801.

KUSDAS, K. & REICHL, E. R. (1973): Die Schmetterlinge Oberöstereichs. Im Auftrag der Entomologischen Arbeitsgemeinschaft am o.ö. Landesmuseum zu Linz. Linz. 187 S.

MÜHLENBERG, M (1993): Freilandökologie. 3., überarb. Aufl.; 430 S. Quelle u. Meyer: Heidelberg, Wiesbaden.

REICH, M. & GRIMM, V. (1996): Das Metapopulationskonzept in Okologie und Naturschutz: Eine kritische Bestandsaufnahme. Z. Ökologie u. Naturschutz 5: 123-139.

REMMERT, H, (1989): Ökologie. 4. Aufl., 374 S. Springer: Berlin, Heidelberg, New York.

SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ (1987): Tagfalter und ihre Lebensräume. Basel (Selbstverlag). XI + 516 S.

SETTELE, J. (1998): Metapopulationsanalyse auf Rasterdatenbasis. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft. Stuttgart, Leipzig. 130 S.

SETTELE, J., HENLE, K. & BENDER, C. (1996): Metapopulation und Biotopverbund: Theorie und Praxis am beispiel von tagfaltern und Reptilien. Z. Okologie u. Naturschutz 5: 187-206.

SOULÉ, M. (1987): Viable Populations for Conservation. Cambridge: Cambridge University Press. 189s.

WEIDEMANN, H.J. (1995): Tagfalter: beobachten, bestimmen. 2., völlig neu bearb. Aufl., 659 S. NaturbuchVerlag, Augsburg.

Dipl.Biol. Armin Six
Laubrother Str. 15
D 57319 Bad Berleburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 1999

Autor(en)/Author(s): Six Armin

Artikel/Article: Zur Populationsbiologie des Großen Perlmuttfalter Argynnis aglaja und des Feurigen Perlmuttfalters Argynnis adippe (Lepidoptera: Nymphalidae) 81-89