©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Eberhard Pfeuffer

Zur Ökologie der Präimaginalstadien des Himmelblauen Bläulings (*Lysandra bellargus* ROTTEMBURG 1775) und des Silbergrünen Bläulings (*Lysandra coridon* PODA 1761), unter besonderer Berücksichtigung der Myrmekophilie

Lepidoptera, Lycaenidae, Hymenoptera, Formicidae, Ökologie, Myrmekophilie.

1. Einleitung

Es war schon immer ein wichtiges Anliegen lepidopterologischer Forschung, Erkenntnisse über Präimaginalstadien von Schmetterlingen zu gewinnen. So hatten sich z.B. 1775 DENIS & SCHIFFERMÜLLER bei der Bearbeitung des „Systematischen Verzeichnis der Schmetterlinge der Wienergegend" das Ziel gesetzt, „ ... dem Plane nachzuspüren, welchen die Natur in Hervorbringung dieser Geschöpfe sich vorgezeichnet hat"

Trotz der weit über 200 Jahre währenden Forschung und trotz intensiver Forschung gerade in jüngster Zeit ist in vielen Fällen die Datendichte noch immer sehr dünn, nicht selten auch fehlerhaft (EBERT & RENNWALD 1991).

Dabei ermöglicht häufig erst eine Kenntnis der Biologie der Raupen Einblicke in ökologische Zusammenhänge, die auch wesentliche Voraussetzung für eine sinnvolle „Biotoppflege" sind (EBERT & RENNWALD 1991). Dies trifft vor allem für die Verhaltensbiologie von Bläulingsraupen, die sich in vielfältiger Weise an ein Zusammenleben mit Ameisen angepaßt haben, zu.

Als eine besonders komplexe und aus evolutionärer Sicht besonders erfolgreiche Beziehung zwischen Bläulingen und Ameisen hat sich die Myrmekophilie[1] erwiesen. Sie wurde im 102. Band (1998) der *Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben* am Beispiel des Idas-Bläulings (*Lycaeides idas* L.) beschrieben. Nun sollen Beobachtungen an zwei weiteren Bläulingsarten, dem Himmelblauen Bläuling (*Lysandra bellargus* ROTTEMBURG 1775) und dem Silbergrünen Bläuling (*Lysandra coridon* PODA 1761), folgen, bei denen die Myrmekophilie ebenfalls ein entscheidender ökologischer Faktor ihrer präimaginalen Entwicklungsphase ist.

2. Habitat, Raupenwirtspflanze

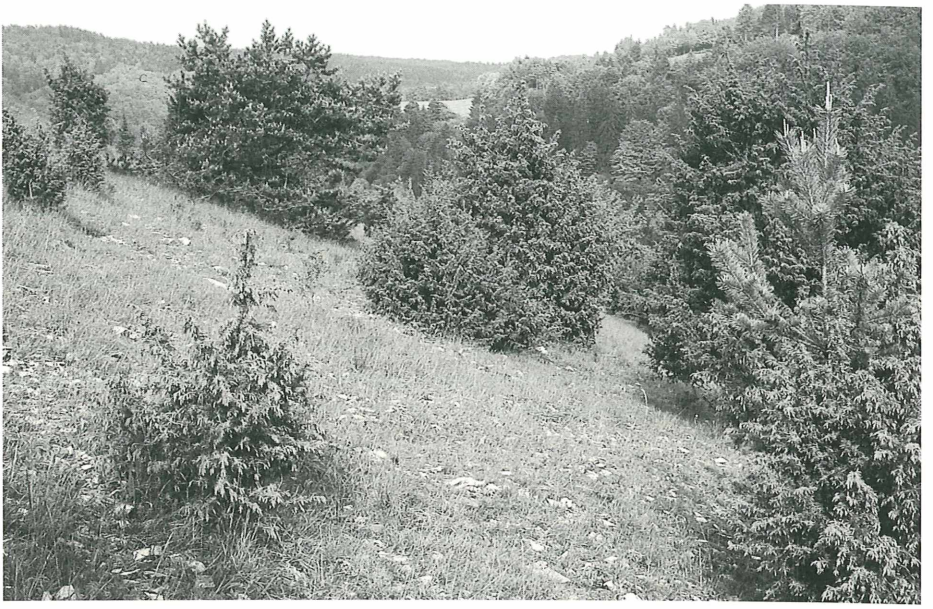
Habitat aller untersuchten Präimaginalstadien von *L. bellargus* und *L. coridon* waren Kalkmagerrasen, frühe Sukzessionsstadien künstlich und natürlich entstandener Rohbodenstandorte sowie Saumgesellschaften in einem Weinbaugebiet. Die Imagines beider Arten waren hier in allen blütenreichen – auch in eutrophierten – Bereichen ebenso

[1] Myrmękophilie heißt wörtlich übersetzt: Freundschaft mit Ameisen. Sie bezeichnet eine mutualistische (das heißt wechselseitig nützliche) Beziehung zwischen Ameisen und Bläulingen. Zur Evolution dieser Beziehung sei auf Abb. 2, Seite 52 des 102. Bandes (1998) der *Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben* verwiesen.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Eberhard Pfeuffer, Leisenmahd 10, 86179 Augsburg

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

wie in dazugehörenden Saumstrukturen anzutreffen. Die Raupenfunde stammen dagegen ausschließlich aus Arealen mit lückiger Vegetation wie Randbereichen von Felsbändern und Lesesteinhaufen, Steintriften, aufgelassenen Steinbrüchen, kiesigen Rohbodenstandorten, Bodenverletzungen durch Trittspuren von Weidetieren und durch Trampelpfade. Die Bindung an sehr trocken-warme Mikrohabitate scheint bei *L. bellargus* ausgeprägter als bei *L. coridon* zu sein. Raupen von *L. coridon* entdeckte ich, wenn auch seltener, in dichter bewachsenen Arealen, allerdings nur dann, wenn diese südlich vor Fels- oder Strauchformationen (vorwiegend Wacholder) lagen.[2] In eutrophierten und verfilzten Grasbereichen fand ich ebenso wie auf Fels oder reinem Kies nie Raupen – selbst dann nicht, wenn hier die Wirtspflanze, der Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*), üppig wuchs.

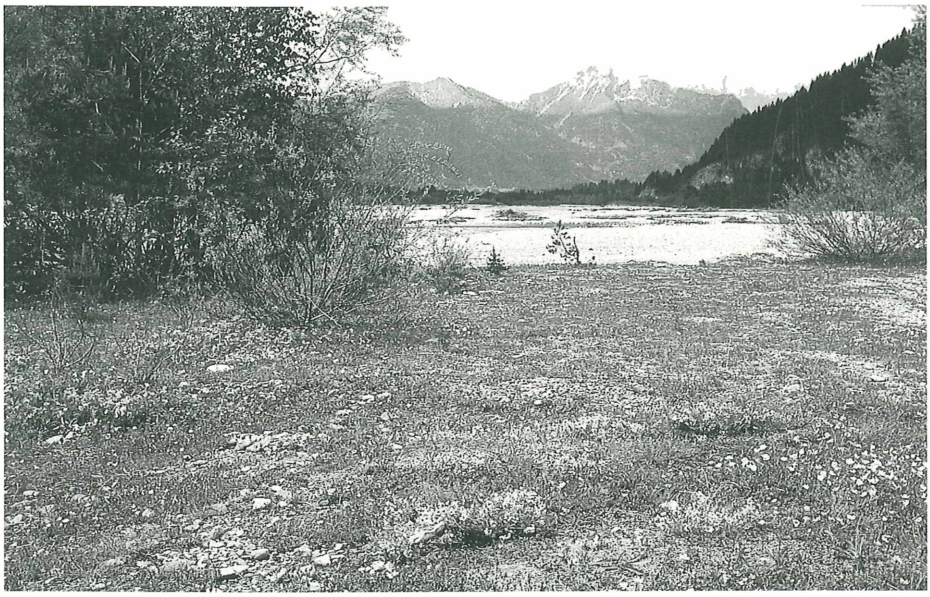


Larval-Habitat von Lysandra bellargus und Lysandra coridon: Heide im Jura (bei Solnhofen), flachgründig, steinig und schütterer Bewuchs

Eiablage und Raupen konnte ich bei beiden Arten nur am Hufeisenklee beobachten. Dies trifft auch für die Trockenrasen zu, auf denen die von BLAB & KUDRNA (1982), vom SBN (1987) und von WEIDEMANN (1995) als weitere Raupenwirtspflanze erwähnte Bunte Kronwicke (*Coronilla varia*) häufig ist. Mit hoher Wahrscheinlichkeit dürfte der Hufeisenklee in den untersuchten Habitaten einzige Raupenwirtspflanze sein. Bei lückiger Vegetation neigt er zur Ausbildung von kräftigen, dem Boden aufliegenden Trieben. Unter diesen mit Blättern sehr dlΩicht besetzten Trieben waren Raupen besonders häufig.

[2] *L. coridon* ist verglichen mit *L. bellargus* generell weniger wärmebedürftig. Er ist deshalb im Norden und Westen etwas weiter und in den Alpen etwas höher als *L. bellargus* verbreitet (THOMAS 1983, SBN 1987, persönl. Mitt. Prof. FIEDLER 2000).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at



Larval-Habitat von Lysandra coridon inmitten dichter Populationen der Ameise Formica selysi: Oberes Lechtal (Tirol), 20.5.2000, vgl. Text 8.2

3. Präimaginalstadien

L. bellargus entwickelt zwei, *L. coridon* eine Generation im Jahr[3]. Die Entwicklung beider Arten erfolgt zeitlich versetzt (vgl. entspr. Graphiken[4]).

3.1 Ei-Status

Graphik 1: Ei-Status nach SBN (1987):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
L. bellargus					■	■		■	■	■		
L. coridon	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■

3.1.1 Lysandra bellargus:

Insgesamt konnte die Eiablage nur an wenigen Tagen beobachtet werden, dann aber häufig. Immer war es zum Zeitpunkt der Eiablage sonnig und warm. Bevorzugt wurden Hufeisenklee-Pflanzen, die in sehr lückiger Vegetation standen. Vor der Eiablage kletterten die Weibchen in den Wirtspflanzen umher, nicht selten so tief im Blattwerk, daß sie kaum noch zu sehen waren. Dabei betrillerten sie einzelne Pflanzenteile, betasteten häufig in typischer Haltung mit gekrümmtem Leib mit ihrem Hinterleibsende Stengel

[3] In der Slowakei wurde in einem kleinen Gebiet eine (partiell) zweibrütige *coridon* –Form beschrieben (pers. Mitt. Prof. FIEDLER 2000).

[4] Die vom Verfasser erstellten Daten decken sich mit den Angaben des SBN (1987), reichen aber für generelle Aussagen über die Gesamtdauer der Entwicklungsphasen bei Weitem nicht aus.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

und Pflanzen. Die Eiablage erfolgte bei meinen Beobachtungen ausschließlich auf die Oberseite besonnter Blätter, sowohl in höheren als auch in tieferen Pflanzenregionen.

3.1.2 Lysandra coridon:
Auch hier beschränkt sich die Beobachtung der Eiablage auf wenige sonnige und warme Tage. So legten z. B. auf einer großen Hufeisenklee-Pflanze auf kiesigem Grund an einem besonders schwül-warmen Tag (2. 8. 99) gleichzeitig fünf Weibchen jeweils mehrere Eier ab. Bei der Auswahl der Wirtspflanze scheint auch bei dieser Art ein sonniger Standort in lückiger Vegetation ausschlaggebend zu sein. Im Unterschied zu *L. bellargus* legten die Weibchen von *L. coridon* bei allen meinen Beobachtungen ihre Eier auf abgestorbene, seltener auf frische Stengel, auch auf Blattunter(!)seiten, häufig auch auf liegende Grashalme oder ähnliche Strukturen unter der Wirtspflanze. Insgesamt erfolgte die Eiablage ausschließlich in mehr bodennahen Pflanzenregionen. Nur hier fand ich auch während der Wintermonate Eier, nie aber kleinste Räupchen.

3.2 Raupen-Status
Graphik 2: Raupen-Status nach SBN (1987):

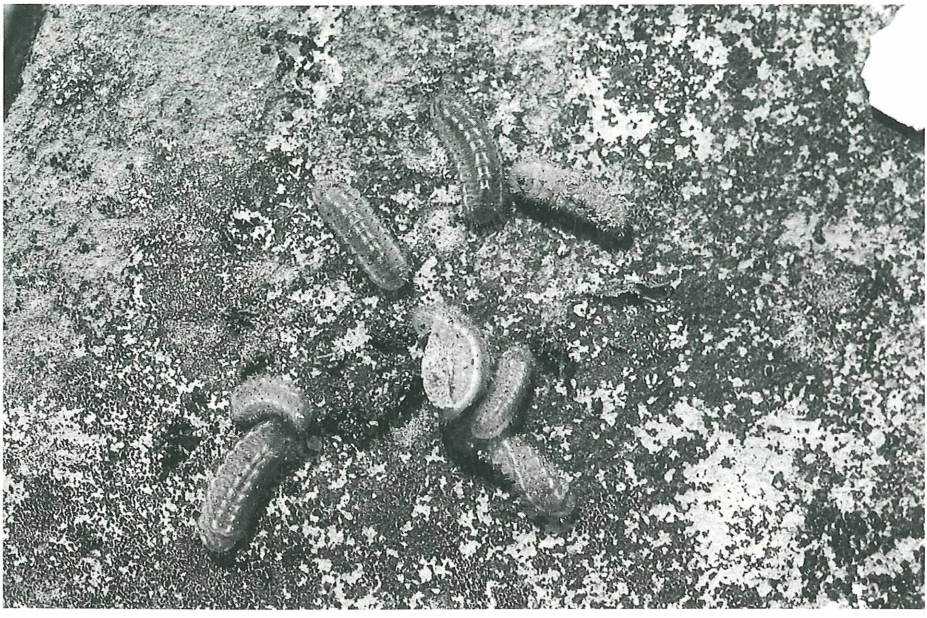
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
L. bellargus						■	■		■	■	■	■
L. coridon	■	■	■	■	■	■						

Im Gegensatz zum Idas-Bläuling (*L. idas*), dessen Raupen auch am Tage in oberirdischen Pflanzenteilen leicht zu entdecken sind (PFEUFFER 1998), leben die Raupen von *L. bellargus* und *L. coridon* sehr lichtscheu versteckt unter dichten Pflanzenteilen, unter Steinen und in „Erdpavillons", immer im Bereich der Wirtspflanze. Oft waren besonders *L.-coridon*-Raupen in Gruppen bis zu zehn Exemplaren dicht zusammengedrängt anzutreffen. Sobald die Raupen beider Arten dem Licht ausgesetzt wurden, suchten sie dunkle Stellen auf. Bei sehr lockerem Material „vergruben" sie sich auch, oft so kraftvoll, daß sie kleine Steinchen und andere Hindernisse wegdrückten. Nur einmal sah ich eine Raupe von *L. bellargus* bei Dämmerung an einem Blatt fressen. Ansonsten sind die Raupen beider Arten streng nachtaktiv.
Während die Raupen von *L. bellargus* sich vorwiegend in der 2. Generation synchron und schnell entwickeln, ist die Entwicklungsphase bei *L. coridon* sehr asynchron. Ausnahmslos fand ich Raupen von *L. coridon* in sehr unterschiedlicher Größe, auch unter derselben Wirtspflanze. Diese asynchrone Entwicklung führt zu einer extrem langgestreckten Generation. So waren am selben Standort oft Raupen, sich verpuppende Raupen, Puppen und Imagines anzutreffen (vgl. 8.2).

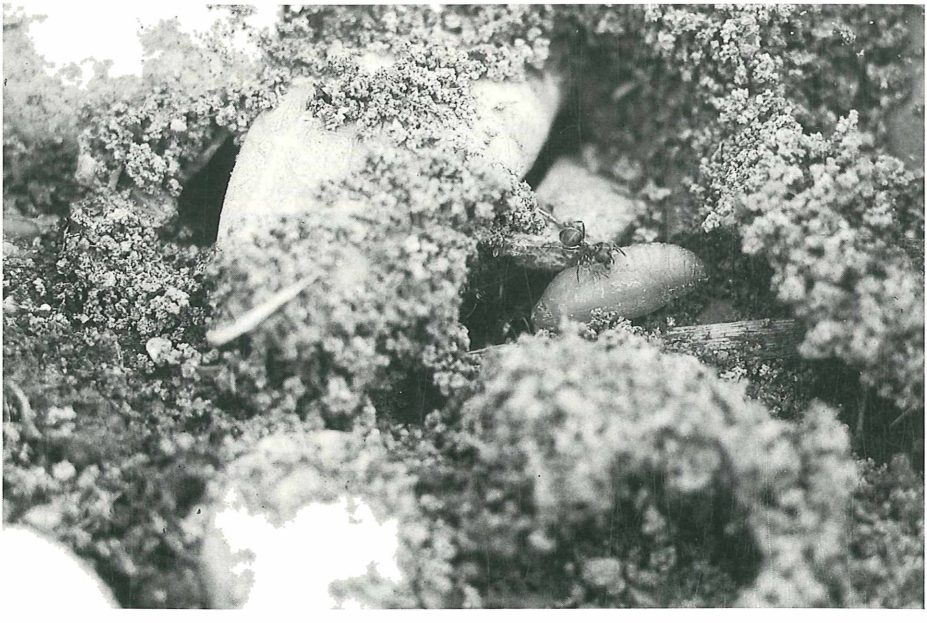
3.3. Puppen-Status
Graphik 3: Puppen-Status nach SBN (1987)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
L. bellargus				■	■		■	■				
L. coridon						■	■					

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at



14.5.99, Solnhofen: Lysandra coridon-Raupen von sehr unterschiedlicher Größe, unter einer(!) Hufeisenklee-Pflanze gefunden. Vgl. Text 3.2



Lysandra coridon-Puppe in Ameisengang (Lasius niger, Sander Heide, 26.6.98)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Puppen von *L. bellargus* fand ich abgesehen von einem Fund unter einer Steinplatte meist lose, seltener unvollständig mit Moos oder lockerer Erde bedeckt, unter der Wirtspflanze oder in ihrer unmittelbaren Umgebung (bis 15 cm entfernt). Puppen von *L. coridon* lagen häufig unter Kieselsteinen, unter lockerem grobkörnigem Material, in flachen halboffenen Ameisengängen und direkt im Eingang zu Ameisennestern, nicht selten auch unter flachen Kalksteinplatten, hier einmal auch in einer kleinen „Erdhöhle" Nicht selten fand ich Puppen unter Steinen so gelegen, daß ein „Entkommen" des geschlüpften Falters aus dem Verpuppungsort schwer vorstellbar war.

4. Zur Myrmekophilie

4.1 Ameisenarten

In Tab. I sind die Ameisenarten aufgeführt, die mit *L. bellargus*- und/oder mit *L. coridon*-Raupen assoziiert waren. (Bezüglich Untersuchungsort und -zeit, Art und Intensität der Interaktion vgl. 8).

4.2 Beobachtungen zur Myrmekophilie

Bei *L. bellargus* ließ sich eine Assoziation mit 8 und bei *L. coridon* mit 13 Ameisenarten beobachten (Tab. I., 8.1 und 8.2).

Die Assoziation von *Aphaenogaster subterranea* mit *L. coridon* ist nach pers. Mitt. von Prof. FIEDLER (2000) als Neufund zu werten[5]; die Assoziation von *Tapinoma spp.* mit *L. coridon* ist nach FIEDLER mit hoher Wahrscheinlichkeit bisher in der Literatur nicht belegt („obwohl sie zu erwarten war"); ebenso fehlt nach FIEDLER bisher *L. paralienus* in der Liste der bekannten Symbiosepartner für *L. bellargus* und *L. coridon*.[6]

Generell schien die Intensität der Assoziation zwischen *L. bellargus*- und *L. coridon*-Raupen und Ameisen etwas geringer als bei *L. idas*-Raupen (PFEUFFER 1998) zu sein.[7] Sie wird offensichtlich wesentlich von der Ameisenart, der Temperatur und der Größe der Raupen bestimmt. (Fortsetzung S. 81)

[5] Nach pers. Mitteilung von Prof. FIEDLER sind weltweit bisher nur 4 Bläulingsarten bekannt, die je in Assoziation mit *Aphaenogaster* gefunden wurden: 2 *Maculinea*-Arten in Ostasien (*arionides, teleius*) nutzen diese Ameise gelegentlich als Wirt und 2 *Plebeius*-Arten in Nordamerika zuweilen als Symbiosepartner.

[6] Dies liegt sicher daran, daß diese neu erkannte und bisher wenig bekannte Ameisenart in älteren Arbeiten unter „*alienus*" subsummiert wurde.

[7] Diese Aussage – bei fehlenden Standardbedingungen (Feldbeobachtungen) nur mit Einschränkung zu machen – deckt sich mit den Angaben von FIEDLER (1991). (*L. idas*-Raupen sah ich in allen Stadien nahezu ausnahmslos immer von Ameisen umgeben).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Tab. I:

Ö = Ökologische Grobeinschätzung (nach SEIFERT 1996): O = offene Landschaft;
E = eurytope Art; OB = offene Landschaft mit Hecken, Feldgehölzen, Waldsäumen; OS = offene Sand- und Kiesbänke; OT = offene Landschaft, Trockenhabitate;
WL = Laubwald, Laubmischwald.
t = thermophil; p = planar; c = collin; sm = submontan; m = montan;
D = Rote Liste Deutschlands; B = Rote Liste Bayerns: 1 = vom Aussterben bedroht;
3 = gefährdet; V = Arten der Vorwarnliste; R = Arten mit geographischer Restriktion; 4R = potentiell gefährdet durch Rückgang.

Die Bestimmung der Ameisen erfolgte durch Dr. G. HELLER, auch die Kurznotizen zur Art (in Anlehnung an SEIFERT, 1996) wurden überwiegend von Dr. G. HELLER mitgeteilt.

Ameisenart*	**Ö**	**G**	**Assoz. mit:**	**Kurznotiz zur Art***
Myrmica sabuleti MEINERT 1860	O, t	D:V B: 3	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung: Gesamtes Europa bis Westsibirien. Als xerothermophile Art besiedelt sie Trocken- und Halbtrockenrasen.
Aphaenogaster subterranea LATREILLE 1798	WL t p-c	D: 3 B:1	*L. coridon*	Südliche Art. In Deutschland nur bis 51°; in Wärmegebieten (Weinbauklima). Lebensraum sind trockenwarme Laubwälder, Wald- und Heckensäume, Weinbergsmauern. Vorwiegend nachtaktiv. Ernährung hauptsächlich zoophag.
Tetramorium caespitum LINNAEUS 1758	OT, t p-c		*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung holoarktisch; individuenreiche Kolonien; bevorzugt trockenes, offenes, sonniges Gelände (auch in Städten und Gärten). Nesteingänge sind häufig mit einem Sandkrater umgeben. Ernährt sich hauptsächlich zoophag und von Wurzelausscheidungen. Auch Samen werden eingetragen.
Tapinoma ambiguum EMERY 1925	OT t p-c	D:3	*L. coridon*	Ist im Süden Deutschlands deutlich seltener als die Schwesternart *T. erraticum*. Habitatwahl ähnlich wie *T. erraticum*, im Unterschied zu dieser aber auch in Sand- und Kiesgruben.
Tapinoma erraticum LATREILLE 1798	OT, t p-c	D:V B: 3	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung über Süd- und Mitteleuropa bis zum Kaukasus und Mittelasien. In Deutschland nur bis 52° Leitform für trockenwarmes, offenes Gelände. Ernährung zoophag; sucht auch Ausscheidungen von Blattläusen und Nektarien *Lasius paralienus* SEIFERT 1992

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Ameisenart*	**Ö**	**G**	**Assoz. mit:**	**Kurznotiz zur Art***
OT t p-sm	D:3 B:?	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung in Deutschland wenig bekannt. In Höhenlagen über 500 m	NN oft häufiger als die Schwesternart *L. alienus* (u. a. auf Kalktrockenrasen der Schwäbischen Alb).
Lasius niger LINNAEUS 1758	E		*L. bellargus* *L. coridon*	Paläarktisch weit verbreitet. Pionierart. Eine der häufigsten einheimischen Arten. Ernährung hauptsächlich von Blattlausausscheidungen.
Lasius alienus FÖRSTER 1850	OT, t p-c	B:3	*L. bellargus*	Paläarktisch weit verbreitet. In Wärmegebieten (Weinbaugebieten) sehr häufig. Leitform für xerotherme Standorte wie Trocken- und Halbtrockenrasen sowie lichte Wälder, bevorzugt auf Kalksteinböden. Ernährung hauptsächlich von Blattlausausscheidungen, ist aber auch zoophag.
Lasius flavus FABRICIUS 1781	O, E		*L. coridon*	Weite Verbreitung in der Paläarktis. Besiedelt oft in hoher Dichte mit charakteristischen, geländeprägenden Nesthügeln Grasland sowohl in feuchtem wie in trockenem Gelände. Lebensweise unterirdisch. Die Ernährung erfolgt vorwiegend durch Trophobiose mit mindestens 22 Wurzellausarten. Eine mittelgroße Kolonie erntet während der Hauptsaison circa 5ml Honigtau (= 42 kJ) pro Tag, was den Energiebedarf des Nestes voll deckt. Ab Mitte Juni Ergänzung der Ernährung durch Verzehr von Wurzelläusen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Ameisenart*	**Ö**	**G**	**Assoz. mit:**	**Kurznotiz zur Art***
Formica cunicularia LATREILLE 1798	O,T OB, t, p-m	B:3	*L. coridon*	Weit verbreitet, bevorzugt in trocken-warmen Grasland- und Ruderalhabitaten sowie in Gärten. Ernährung zoophag und trophobiotisch (Blattlausbesuch).
Formica fusco-cinerea FOREL 1874 (= *F. lefrancoisi* BONDROIT 1918)	OS, t c-sm	D: R	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung offenbar im gesamten Alpenraum in den Flußtälern sowie in den Flußauen des Alpenvorlandes. In Deutschland auf Kiesbänken von Lech, Isar und anderen Alpenflüssen von 450 – 1050 m NN. Natürliche Standorte sind Sand- und Kiesbänke mit lückiger Vegetation. Kolonien sehr volkreich.
Formica selysi BONDROIT 1918	OT O,S t p-sm	D:R B:1 Ö:?	*L. coridon*	Verbreitung im Alpenraum in warmen, kiesig-sandigen Flußtälern. In Deutschland bisher nur am Lech und an der Isar sowie im Kaiserstuhl nachgewiesen. Typisch für die xerothermen Lechauen bis 1100 m NN (HELLER 1999). Riesige polykalische und polygone Koloniesysteme bildend, oft mit ansehnlichen Hügeln aus grobem Sand bzw. feinem Kies. In langen Kolonnen fouragierend, sehr aggressiv. Ernährung zoophag und trophobiotisch.
Formica pratensis RETZIUS 1783	OT,OB sp, p-sm	D:V B: 4R	*L. bellargus*	Bevorzugt xerotherme Lebensräume, besonders warme Wiesenbereiche und Böschungen in Gehölznähe, sowie bebuschte Trockenrasen, trockene Zwergstrauch- und Kiefernheiden.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Ameisenart*	Ö	G	Assoz. mit:	Kurznotiz zur Art*
Formica lusatica SEIFERT 1997	T p-c? ?		*L. coridon*	1997 von SEIFERT als eigene Art beschrieben (zitiert nach HELLER 1999). Die Verbreitung soll ähnlich wie die der beiden Schwesternarten, *F. cunicularia* und *F. rufibarbis* sein. Noch etwas thermophiler als *F. rufibarbis*. Besiedelt xerotherme Sand- und Kalktrockenrasen, auch Ruderalflächen. (Die Assoziation mit *L. coridon* ist kontrollbedürftig !!!)

* Die Bestimmung der Ameisen erfolgte durch Dr. G. HELLER, auch die Kurznotizen zur Art (in Anlehnung an SEIFERT, 1996) wurden überwiegend von Dr. G. HELLER mitgeteilt.

Am ausgeprägtesten dürfte sie bei *Lasius*- und *Tetramorium* -Arten sein. Auch konnte ich nur bei diesen Ameisenarten Raupen entdecken, die in von Ameisen errichteten „Erdpavillons" lagen (8.1 und 8.2).
Formica spp. wurden trotz ihrer weiten Verbreitung seltener als Partner beider Bläulingsarten gefunden.[8] Bei der Assoziation von *Formica selysi* mit *L. coridon* (30.5.99) war lediglich eine friedliche Koexistenz festzustellen. Eventuell trifft dies auch für die Beobachtung mit *Formica lusatica* an *L. coridon* (24.5.99) zu.
In zwei Fällen wurden *L. coridon*-Raupen heftig von Ameisen attackiert, am 1.6.98 von *Formica rufa*- und am 14.5.99 von *Formica cunicularia*-Arbeiterinnen. Diese Ameisen, als Symbiosepartner von *L. coridon*-Raupen bekannt (FIEDLER 1991 und eigene Beobachtung), waren in Territorien feindlicher Ameisen eingedrungen und hier auf die Raupen gestoßen.
Von wenigen nicht erklärbaren Ausnahmen abgesehen fand ich, daß Ameisenkontakt nur gelegentlich ausblieb, wenn die Raupen sehr klein oder die Tage kühl waren. Überwiegend waren ältere Raupen sowie Puppen mit Ameisen vergesellschaftet. Bei warmen Temperaturen waren die Raupen nicht nur dichter von Ameisen frequentiert; die Ameisen betrillerten und saugten dann auch intensiver. Spezifische Erregungsläufe, sog. excited runs (vgl. 5.3.3) waren häufig zu beobachten, besonders dann, wenn die Raupen unter „Streßbedingungen" (z. B. Lichteinfall) standen.
Wegen der versteckten Lebensweise der Raupen am Tag (3.2) war die Beobachtung der Assoziation mit Ameisen nur in wenigen Ausnahmen störungsfrei möglich.[9] Die Reaktion der Ameisen auf Störungen (vorwiegend plötzlicher Lichteinfall durch Hochhèben von Trieben des Hufeisenklees oder von Steinen) war unterschiedlich. Sie

[8] Dies gilt für beide Bläulingsarten generell. Die Hintergünde dafür (Unterschiede der Duftkommunikation? Zusammensetzung der Nektarsekrete?) sind unbekannt (pers. Mitt. von Prof. FIEDLER 2000).

[9] Beim Idas-Bläuling (*L. idas)*, dessen Raupen auch tagsüber überwiegend in oberen und gut einsehbaren Pflanzenteilen bleiben, war dagegen die Interaktion mit Ameisen ohne jede Störung genau zu beobachten (PFEUFFER 1998).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at



Lasius niger-Ameisen saugen an Lysandra coridon-Raupe (Hurlacher Heide, 15.5.99)

hing von der Ameisenart, der Temperatur und wohl auch dem Entwicklungsstadium der Raupen ab. Einige Ameisen ließen sich bei ihren Interaktionen mit den Raupen nicht stören, andere verschwanden für längere Zeit (bis über 30 Min.) unter Steinen. Manchmal ließen sich Ameisen mit Raupen geradezu „ködern", d. h. sie suchten die Raupen auch dann auf, wenn diese auf Steine gelegt wurden.

5. Diskussion

5.1 Anpassung durch Prozeß der „natürlichen Auslese"

DENIS & SCHIFFERMÜLLER wollten 1775 bei ihren lepidopterologischen Studien noch einen „Plan" erforschen, nach dem die Natur Schmetterlinge hervorbringt (vgl. Einleitung). Seit DARWIN (1859) wissen wir jedoch, daß Entwicklungsprozesse in der Natur generell nicht planmäßig ablaufen. Vielmehr entstehen die Voraussetzungen für erfolgreiche Entwicklungsprozesse als Folge eines „Wettstreites" der Arten um den größten Fortpflanzungserfolg. Dieser „struggle for existence" (DARWIN, 1859)[10] bedeutet ein Sichbehaupten mit äußerst differenzierten und subtilen Methoden. Die Art, die am effektivsten sich ihrem Ökosystem anpaßt, hat als die „fähigste"[11] Art beste Überlebenschancen. Weniger „fähige" Arten sterben aus. Diese „natürliche Auslese" (Selektion)

[10] Im deutschen Sprachraum hat sich seit der ersten Übersetzung 1860 der Ausdruck „Kampf ums Dasein" erhalten, ein Begriff, der nur allzuleicht die falsche Vorstellung von mehr oder weniger gewaltsamen Methoden suggeriert.

[11] DARWIN benutzte dafür den Begriff „fittest"

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

ist wesentlich für die Ausbildung von immer neuen Anpassungs- und Abwehrmechanismen und damit auch für die Entstehung neuer Arten.
Dies wird am Beispiel der Evolution der Beziehung von Bläulingsraupen zu Ameisen (vgl. MASCHWITZ und FIEDLER 1988) besonders deutlich.

5.2 Die ökologische Nische

Für das Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen einer Art und ihrem Ökosystem hat sich der Begriff „ökologische Nische" bewährt. Dieser Begriff steht gleichbedeutend für die Nutzung aller biotischen und abiotischen Ressourcen (CAMPBELL 1997). Die optimale Nutzung aller zur Verfügung stehenden Ressourcen bezeichnet man als fundamentale Nische – ein weitgehend theoretischer Begriff, da eine optimale Nutzung aller Ressourcen praktisch immer, vorwiegend durch Konkurrenz und Raub, eingeschränkt ist. Die Ressourcen, die eine Art wirklich nutzen kann, nennt man realisierte Nische. Eine Art, deren realisierte Nische sich möglichst weitgehend einer fundamentalen Nische annähert, hat im Wettstreit der Arten ums Überleben besonders gute Chancen. Bläulinge, die wie *L. bellargus* und *L. coridon* eine mutualistische Beziehung zu Ameisen entwickelt haben, sind in dieser Weise besonders erfolgreich (MASCHWITZ und FIEDLER 1988, FIEDLER 1991, HÖLLDOBLER & WILSON 1995, SEIFERT 1996).

5.3 Die ökologische Nische von L. bellargus und L. coridon[12]

5.3.1 Artspezifische Unterschiede

Zwei Arten mit überlappenden ökologischen Nischen können nicht langfristig im gleichen Biotop leben (HALBACH 1981). Entweder stirbt eine der beiden Arten aus oder sie ändert – gegebenenfalls nur gering – ihre ökologische Nische. Dies wird am Beispiel von *L. bellargus* und *L. coridon* deutlich.
L. bellargus und *L. coridon* besiedeln weitgehend dieselben Habitate (2, 5.3.2)[13], sie nutzen dieselbe Raupenwirtspflanze und weitgehend auch dieselben Nektarpflanzen.[14] Ebenso lassen sich bei der „Wahl" ihrer Ameisenpartner keine spezifischen Unterschiede erkennen.
Unterschiedlich ist aber ihre Entwicklung. *L. bellargus* entwickelt sich schnell, *L. coridon* dazu zeitlich versetzt und sehr asynchron. Bereits der Ort der Eiablage weist auf die unterschiedliche Entwicklung hin. *L. bellargus*-Weibchen legen ihre Eier, aus denen die Räupchen bald schlüpfen, auf sonnenexponierte Blattoberseiten der Wirtspflanze ab. *L. coridon*-Weibchen, deren Eier überwintern, suchen dagegen geschützte Strukturen an oder unter der Wirtspflanze auf (vgl. 3.1). *L. bellargus*- Räupchen der ersten Generation fressen, nach winzigen Fraßspuren zu schließen, bereits im März (vielleicht auch schon früher) an der immergrünen (!) Wirtspflanze und wachsen bereits Ende März und im April, also bei noch kühlen Temperaturen, sehr schnell. Die Entwicklungsphase von *L. coridon*-Raupen (3.2) fällt dagegen in die wesentlich

[12] Die einzelnen Faktoren, die einer Art die Einnischung in ihr Ökosystem ermöglichen, sind äußerst komplex und in ihrer Gesamtheit wohl kaum zu erfassen. Dies ist bei der hier sicher sehr vereinfachenden Darstellung zu betonen.

[13] Nicht selten fand ich Raupen beider Arten unter derselben Wirtspflanze.

[14] Dies ist möglich, da die reichlich vorhandenen Raupenwirtspflanzen eine wesentliche Konkurrenz zwischen beiden Arten in Bezug auf Nahrungsressourcen ausschließen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

wärmeren Monate Mai und Juni. Vielleicht ist deshalb *L. bellargus* mehr als *L. coridon* auf sich schnell erwärmende Mikrohabitate angewiesen.
Die asynchrone Entwicklung der Raupen von *L. coridon* (3.2) führt zu zeitlich weit versetzten Schlüpfphasen. Da *L. coridon* im Gegensatz zu *L. bellargus* meist in dichten und räumlich eng begrenzten Populationen lebt, dürfte die asynchrone Entwicklungsphase wesentlich zur Risikoverminderung einer Vernichtung der Population durch Katastrophen (Klimaeinflüsse und Raub) beitragen.

5.3.2 Habitat

Nur trocken-warme Areale, auf denen die Raupenwirtspflanze und die Nektarpflanzen vorkommen, sind für *L. bellargus* und *L. coridon* als Imaginal- und Larvalhabitat geeignet (THOMAS 1983, SBN 1987, EBERT & RENNWALD 1991, WEIDEMANN 1995). In Mitteleuropa erfüllen diese Bedingung am besten Halbtrockenrasen (Mesobromien). Nach THOMAS (1983) benötigen südenglische *L. bellargus*-Populationen zusammenhängende Flächen, da *L. bellargus* trennende Barrieren zwischen Biotopstrukturen nur selten überwinde. Dies deckt sich nicht mit meinen Beobachtungen (8.1), nach denen *L. bellargus* auch sehr kleine und neu entstandene Flächen (28.3.99, 15.5.99) als Larvalhabitat, und im Einzelfall selbst eine durch ein circa 50 m breites, dichtes Gehölz vom „Haupt-Habitat" isolierte Hufeisenklee-Pflanze (9.5.98) als Raupenwirtspflanze nützte.
Als Imagines benötigen sowohl *L. bellargus* als auch *L. coridon* verschiedenartige Bereiche innerhalb der Halbtrockenrasen: besonders geschützte und sich schnell erwärmende Stellen zum Sonnen, blütenreiche Areale zum Rüsseln und hohe Pflanzenteile zum Schlafen[15]. Schmetterlinge können diese sehr unterschiedlichen Strukturen in Halbtrockenrasen dank ihrer Flugfähigkeit leicht auffinden. Raupen sind dagegen sehr „ortsgebunden". Da sie tagsüber im Schatten oder unter Steinen ruhen und nahezu ausnahmslos nur nachts, also bei makroklimatisch kühlen Temperaturen fressen, sind sie als xerothermophile Arten nicht nur auf bodentrockene und warme Areale, sondern auch auf mikroklimatisch ausgeglichene Strukturen angewiesen. Nur flachgründige und steinige Stellen mit lückigem Bewuchs – oft Felsregionen oder Sträuchern südlich (!) vorgelagert – erfüllen diese Bedingungen; dies aber nicht selten selbst dort, wo bei rauhem Klima bis zu 1000 ml Jahresniederschlag die Regel ist (z. B. im Jura und in den Alpen (SBN 1987, EBERT & RENNWALD 1991), oder in Gebieten mit atlantisch geprägtem Klima (THOMAS 1983)). Dabei ist *L. bellargus* enger als *L. coridon* an xerotherme Mikrohabitate gebunden (THOMAS 1983, EBERT & RENNWALD 1991, GEYER & BÜCKER 1992, WEIDEMANN 1995). Dagegen dürfte das Mikroklima von Volltrockenrasen (Xerobromien), Felsregionen und reinen Kiesflächen anders als jenes der Halbtrockenrasen mehr einem Steppenklima mit hohen Temperaturschwankungen gleichen. Diese Bereiche kühlen sich nachts und bei fehlender Sonneneinstrahlung schnell ab. Hufeisenklee-Standorte in dichter Vegetation unterscheiden sich ebenfalls wesentlich von den mikroklimatischen Bedingungen lückig bewachsener Standorte. Sie sind am Boden und in Bodennähe überwiegend kühl und feucht. In beiden Arealen fand ich trotz intensiven Suchens nie Raupen, auch dann nicht, wenn hier der Hufeisenklee häufig war.

[15] Oft sind sie hier in großer Zahl in sog. Schlafgemeinschaften anzutreffen. Hier können sie wohl am Morgen schneller als in der feuchten Bodenvegetation trocknen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Nur der Hufeisenklee, der an einem mikroklimatisch günstigen Standort wächst, kann also als Raupenwirtspflanze für *L. bellargus* und *L. coridon* fungieren. Entsprechend geben EBERT & RENNWALD (1991) als Larvalhabitat für beide Arten überwiegend niederwüchsiges, meist lückiges Mesobrometum an. Auch diesen Autoren liegen keine Raupennachweise aus dem Xerobromion vor. Verfilzte Heidestrukturen sind nach ihren Erhebungen als Larvalhabitat „unbrauchbar" Ebenso belegen die Untersuchungen an südenglischen *L. bellargus*-Populationen (THOMAS 1983) sehr deutlich, daß eine enge Korrelation zwischen der Häufigkeit der Eiablage und der Anzahl der Raupen einerseits und der Höhe und Dichte der Begleitvegetation um die Raupenwirtspflanze andererseits besteht. Bei zunehmender Höhe der Begleitvegetation fand THOMAS kontinuierlich weniger Eier und Raupen, bei einer Vegetation über 5 cm ebenso wie aber auch bei einer unter 1cm überhaupt keine mehr.

5.3.3 Myrmekophilie

Die meisten Ameisenarten sind xerothermophil. Die größte Artenvielfalt und Populationsdichte findet man deshalb in durch Sonneneinstrahlung leicht aufheizbaren Lebensräumen mit gut drainierten Böden. In Mitteleuropa sind dies (neben bestimmten Waldstrukturen) vor allem Trockenrasen auf Kalkuntergrund, deren Bodenunterlage mit reichlich Steinen versehen ist (SEIFERT 1996). Diese Ameisenhabitate entsprechen also genau den Magerrasenstrukturen, auf die *L. bellargus* und *L. coridon* als Larvalhabitate angewiesen sind.

I	II	III	IV
mechan. Abwehr	**Myrmekoxenie**	**Myrmekophilie**	**Kleptoparasitismus**
spezifische Abwehrmechanismen	friedliche Koexistenz	Symbiose	Parasitismus
„Asselraupe" mit extrem dicker Körperdecke (Cuticula) und für Ameisen schwer greifbaren Wülsten	Porenkuppel-Organe (Duftdrüsen), deren Substanzen auf Ameisen befriedend wirken	Newcomersche Drüse („Honigdrüse"), deren Sekret von Ameisen sehr begehrt ist. Zusätzlich Tentakeln (vgl. Text)	Larven leben in letzter Entwicklungsstufe als Parasiten im Ameisennest, d.h. sie leben von Ameisenlarven
Vertreter mit Merkmalen nur dieser Stufe sind nicht bekannt	z. B. *Lycaena tityrus*	z. B. ***L. bellargus*** und ***L. coridon***	z. B. *Maculinea*-Arten

* Die hier aufgeführten „Stufen" können nur sehr schematisch den extrem komplexen – und in allen Einzelheiten noch nicht geklärten – Entwicklungsablauf wiedergeben. Hier sei auf weiterführende Literatur verwiesen: MASCHWITZ & FIEDLER 1988 und FIEDLER 1991. Dabei ist insbesondere zu betonen, daß noch nicht geklärt ist, wo und wie die Myrmekophiliebeziehungen stammesgeschichtlich entstanden sind (pers. Mitt. Prof. K. FIEDLER, 1998).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Es überraschte schon frühe Lepidopterologen (vgl. PFEUFFER 1998), daß Bläulingslarven mit Ameisen, ihren ursprünglich gefährlichsten Feinden, friedlich zusammenleben. Dies ist nur möglich, weil Bläulinge im Laufe der Evolution vielseitige und teils extrem komplexe Schutzmechanismen entwickeln konnten. Hier soll sehr vereinfacht dieser Evolutionsprozeß in I – IV Stufen zusammengefaßt werden: (s. S. 14)
L. bellargus und *L. coridon* haben sich als typische Vertreter der sehr artenreichen – und damit auch sehr erfolgreichen (MASCHWITZ & FIEDLER 1988) – Unterfamilie der Echten Bläulinge (Polyommatinae) bis zur Stufe III, also bis zur Myrmekophilie, entwickelt. Das Erreichen der Stufe III bedeutet bei diesen Arten , daß auch die Merkmale der Stufen I und II vorhanden sind. Die Wirksamkeit der Schutzmechanismen der Stufen I und II kann unter bestimmten Bedingungen auch bei myrmekophilen Bläulingen beobachtet werden.[16]

Stufe I (mechanische Abwehr):
MALICKY konnte 1969 nachweisen, daß nicht nur die extrem dicke Cuticula[17] wirksam gegen Ameisenbisse schützt. Nach seinen Untersuchungen verhindern zusätzlich die

Querschnitt durch eine L.-coridon-Raupe: deutlich sind die extrem dicke Cuticula („Panzer") und die seitlichen „Beißwülste" (und Zellverbände der Newcomerschen Drüse) zu erkennen (Präparat von Prof. Dr. Dr. P. STÖMMER, Augsburg, angefertigt)

[16] Als unspezifischen Abwehrmechanismus gegenüber einer Vielzahl von Freßfeinden haben die Larven von *L. bellargus* und *L. coridon* die ausgeprägte Nachtaktivität, eine farbliche Anpassung an die Raupenwirtspflanze (Mimese) und das intensive Bedürfnis, sich tagsüber an dunklen Stellen zu verstecken, entwickelt. Gegen Ameisen bieten diese Verhaltensweisen jedoch keinerlei Schutz.

[17] Prof. STÖMMER, der mir histologische Schnitte von einer *L. coridon*-Raupe anfertigte (vgl. Danksagung) bezeichnete diese Cuticula treffend als „Panzer"

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

ausgeprägten „Beiß-Wülste" der asselähnlichen Raupenform, daß Ameisenzangen wirksam greifen können. Die beschriebenen intensiven und lang andauernden Attacken von *Formica rufa*- und von *Formica cunicularia*-Arbeiterinnen, also von großen Ameisenarten, gegen *L. coridon*-Raupen hinterließen dementsprechend keinerlei sichtbare Verletzungszeichen. Dieser mechanische Schutz ermöglicht jedoch allein kaum das Leben in einem Ameisenhabitat. Ständige Angriffe würden wohl zu sehr die Entwicklung der Raupen beeinträchtigen.

Stufe II (chemische Abwehr):
Die Angriffe von Ameisen gegen Raupen und Puppen werden unterbunden durch „Befriedungssubstanzen", vermutlich Aminosäuren, die die Raupen und Puppen aus sog. Porenkuppel-Organen produzieren (MALICKY 1969, MASCHWITZ & FIEDLER 1988, FIEDLER 1991).
Die friedliche Koexistenz zwischen *Formica selysi*- und wahrscheinlich auch *Formica lusatica*- Arbeiterinnen und *L.-coridon*-Raupen (vgl. 8.2) beruhte wohl nur auf der Wirkung dieser „Befriedungssubstanzen". Diese Ameisen griffen die mit ihnen zusammenlebenden *L. coridon*-Raupen nie an, obwohl sie das Sekret der Newcomerschen Drüse der Raupen nicht nützten. Allerdings griffen als Symbiosepartner bekannte Ameisen dann *L. coridon* -Raupen heftig an (8.2), wenn diese zuvor mit anderen Ameisen assoziiert waren. Die Befriedung der „fremden", d. h. auf feindliches Ameisenterritorium eindringenden, Ameisen funktioniert in diesen Fällen deshalb nicht, weil die Raupen nach längerem Kontakt nach den mit ihnen assoziierten Ameisen riechen (pers. Mitt. von Prof. FIEDLER 1998).
Puppen, die nicht selten in Ameisengängen oder direkt am Eingang zum Ameisennest, also in ständigem Kontakt mit Ameisen, leben (8.1 und 8.2), können sich außer durch ihre dicke Chitinhülle ebenfalls durch Ameisen befriedende Pheromone schützen (MALICKY 1969, FIEDLER & MASCHWITZ 1988, FIEDLER 1988 u. 1991).
Trotz dieser „Befriedungssubstanzen" lassen sich immer wieder kurze Attacken („Beißen") durch Ameisen feststellen (MALICKY 1969 und eigene Beobachtungen). Dadurch wird deutlich, wie schwierig die Unterdrückung des Angriffsverhaltens von Ameisen ist. Wenn die chemische Abwehrstrategie, aus welchen Gründen auch immer, kurz versagt, greift der Schutz der mechanischen Abwehr (Stufe I).

Stufe III (Symbiose zwischen Bläuling und Ameise):
Mit der Entwicklung der Newcomerschen Drüse wird in der Entwicklung der Beziehung von Bläulingsraupen zu Ameisen eine mutualistische, d. h. wechselseitig nützliche Beziehung möglich. Untersuchungen an verschiedenen Bläulingsraupen belegen, daß es sich bei der Myrmekophilie um eine echte Symbiose handelt (THOMANN 1901, PIERCE et al. 1986 und 1987, FIEDLER & MASCHWITZ 1988a, MASCHWITZ & FIEDLER 1988). So gibt es Bläulingsraupen, die ohne Ameisen überhaupt nicht mehr überlebensfähig sind (PIERCE et al 1987). Anders als diese obligatorisch an Ameisen gebundenen Arten sind *L. bellargus* und *L. coridon* zum Überleben nicht essentiell auf Ameisen angewiesen. Dennoch erhalten sie durch ihre Ameisen-„Garde" einen erheblichen Vorteil in der Abwehr von Raubparasiten und Freßfeinden. Diesen „Schutzschild" erhalten myrmekophile Raupen allerdings nicht umsonst. MASCHWITZ

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

& FIEDLER errechneten, daß eine *L. coridon*-Raupe im Laufe ihres Raupenlebens über die Newcomersche Drüse eine Energiemenge von 55 – 110 Joule in Form von Zuckersekret abgibt. Nach Berechnung dieser Autoren können demnach mit der Energiemenge des Sekretes von 200 *L. coridon*-Raupen 1000 Arbeiterinnen der Rasenameise vom Ei bis zum ausgewachsenen Insekt aufgezogen werden. Diese nicht unerhebliche – und für die Raupenentwicklung verlorene – Energiemenge ist also gleichsam der Tribut für den von den Ameisen gewährten Schutz. Dieser Schutz der Ameisen-„Garde" ist besonders dann effizient, wenn die Feinde der Raupen aktiv sind, nämlich bei warmen Temperaturen (8.1 und 8.2). Dann sind die Raupen meist ständig von Ameisen umgeben, da immer neue Ameisen infolge „Futterrekrutierung" (MASCHWITZ et al 1975, FIEDLER & MASCHWITZ 1988b)[18] herbeieilen.

Ebenfalls an *L. coridon*-Raupen konnten FIEDLER & MASCHWITZ (1987) beobachten, daß Ameisen bei Berührung mit den Tentakelorganen, zwei ausstülpbaren Schläuchen auf dem achten Hinterleibssegment, mit spezifischen Erregungsläufen reagierten. Diese „excited runs" (vgl. 8.1 und 8.2) ausgelöst wohl durch noch unbekannte Pheromone (ameisenspezifische Alarmstoffe), dürften die Schutzwirkung der Ameisen-„Garde" erhöhen. Nach MASCHWITZ & FIEDLER werden ruhig sitzende Ameisen von Raubparasiten und Freßfeinden nicht so leicht entdeckt wie schnell herumlaufende. Die Autoren vermuten auch, daß hektisch aktive Ameisen gegenüber Freßfeinden einen gewissen Abschreckungseffekt haben. Ob Raupen in Streßsituationen, wie plötzliches Einwirken von Licht, wirklich mehr Alarmstoffe abgeben (vgl. 8.1 und 8.2), wäre durch standardisierte Versuchsbedingungen zu klären.

Bestimmte Ameisen (*Lasius*- oder *Myrmica*-Arten) bauen um die von ihnen als Trophobionten genutzten Blattlauskolonien Hüllen aus Erd- und Pflanzenmaterial, um sie vor Feinden oder Wettereinflüssen zu schützen (SEIFERT 1996). Derartige „Ställe", kleine Anhäufungen lockerer Erde mit einer zentralen Kammer und einer Verbindung zum Ameisennest, beschrieben 1988 MASCHWITZ & FIEDLER auch für *L. coridon*-Raupen. THOMAS (1983) beobachtete bei *L. bellargus*-Raupen in Südengland, daß sie von den mit ihnen assoziierten Ameisen (*Myrmica sabuleti* und *Lasius alienus*) in „an earth cell" eingebaut wurden, wann immer sie sich längere Zeit ruhig verhielten. Ich fand *L. bellargus*-Raupen in von *Tetramorium caespitum* und *L. coridon*–Raupen in von *Tetramorium caespitum* und *Lasius niger* erbauten „Ställen". Nur leichte Hügelchen aus lockerem Erd- oder feinem organischem Material verrieten die von Ameisen erbauten Hohlräume, in denen oft mehrere Raupen lagen. Es liegt nahe, daß diese Erdkammern wirklich im Sinne von Ställen fungieren: Sie schützen die Raupen optimal und gewährleisten die ungestörte Nutzung der Raupen als Trophobionten (lebende Nahrungsspender).

Mit der Entwicklung der Myrmekophilie haben Bläulinge im „struggle for existence" einen ganz besonderen Vorteil erreicht: Zum einen konnten sie anders als die übrigen Schmetterlinge ohne große Verluste von Ameisen beherrschte Habitate besiedeln. Dadurch erhalten sie gegenüber Konkurrenten einen wesentlichen Vorteil. Zum anderen schützen die mit ihnen in mutualistischer Beziehung lebenden Ameisen sie wirkungsvoll vor Feinden. Bläulinge, insbesondere myrmekophile Bläulinge, haben aufgrund dieses

[18] Ameisen, die von der Zucker spendenden Raupe ins Nest zurückkehren, lösten nach Beobachtung von FIEDLER & MASCHWITZ (1988b) eine langanhaltende und massive Rekrutierung aus.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

„Erfolgsrezeptes" (MASCHWITZ & FIEDLER 1988) eine einmalige Artenvielfalt unter den Tagfaltern erreicht: circa 6000 Arten weltweit (MASCHWITZ & FIEDLER 1988).
Dieser Erfolg ist, soll er fortbestehen, jedoch an intakte Ökosysteme gebunden.



„Stall" einer L. coridon Raupe an einem Ameisennesteingang von T. caespitum (an der Seite etwas geöffnet (Weiher-Heide, 1.6.98)

6. Konsequenzen für den Artenschutz

Trockenrasen, die Lebensräume von *L. bellargus* und *L. coridon*, sind von Natur aus in Mitteleuropa nicht häufig. Durch die Landschaftsentwicklung in den letzten Jahrzehnten hat sich ihr Flächenanteil dramatisch vermindert. Aber selbst für verbliebene Areale trifft die Feststellung: „*L. bellargus* fehlt auf keinem Trockenrasen" (SBN 1987) längst nicht mehr generell zu. So fand ich beispielsweise auf den Heiden im Unteren Lechtal vielerorts *L. bellargus* -Larven nur noch an Wegrändern oder künstlich entstandenen Bodenverletzungen.
Entsprechend gilt *L. bellargus* in Bayern als „stark gefährdet (Gefährdungsstufe 2) (GEYER & BÜCKER 1992).
In Südengland, der nordwestlichen Verbreitungsgrenze dieser Art, beschreibt THOMAS 1983 eine Halbierung der Populationsvorkommen seit den frühen 50-er Jahren in Intervallen von jeweils 12 Jahren. *L. coridon*, der nicht so streng wie *L. bellargus* auf trocken-warme Habitatstrukturen angewiesen ist, wird für Bayern noch nicht als gefährdete Art eingestuft, allerdings als Art mit rückläufigem Status in Nachbarländern und/oder der BRD. Dieser rückläufige Status gilt aber auch für regionale Berei-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

che in Bayern, wo *L. coridon* in den letzten Jahren seltener wurde. Dabei ist der Hufeisenklee, die Raupenwirtspflanze beider Arten, weit verbreitet. Auf Kalktrockenrasen ist er geradezu sehr häufig. Auch der Assoziation mit Ameisen kommt sicher keine Schlüsselrolle für den Artenrückgang zu. Beide Bläulinge, *L. bellargus* und *L. coridon*, gehen Symbiosen mit einer Vielzahl von Ameisen, gerade auch mit sehr häufigen Arten, ein.

Ausschlaggebend für den Fortbestand beider Arten, bei *L. bellargus* wesentlich gravierender als bei *L. coridon,* sind vor allem die für das Larvalstadium geeigneten Mikrohabitate: mikroklimatisch günstige, d. h. trocken-warme Areale[19], in denen Wärme auch über Nacht gespeichert werden kann.

Auf derartige Strukturen in Halbtrockenrasen sind nicht nur die Larven von *L. bellargus* und *L. coridon,* sondern eine Vielzahl weiterer xerothermophiler Arten angewiesen. Gerade diese Habitatstrukturen schwinden aber in den letzten Jahrzehnten auch innerhalb verbliebener Biotope. Gründe dafür sind Änderungen in der Nutzungs- und Pflegeform, aber auch die zunehmende Eutrophierung durch den massiven Stickstoffeintrag aus der Luft (REICHHOLF 1986, WEIDEMANN 1995, PFEUFFER 1997), vielleicht auch klimatische Änderungen (HACKER 1995).

Nur teilweise können diese Schadursachen durch ein Biotopmanagement gemildert werden. Fortsetzung bewährter Bewirtschaftungsformen mit kritischen Begleituntersuchungen ist wesentlichste Aufgabe entsprechender Landschaftspflege[20]. Oft sind auf eutrophierten Halbtrockenrasen frühe Sukzessionsstadien künstlich geschaffener Rohbodenstandorte letztmögliche Larvalhabitate für *L. bellargus* und *L. coridon*[21].

7. Ausblick

Eine möglichst genaue Kenntnis von Phänologie und Ökologie der Raupen ist wesentliche Voraussetzung für jede sinnvolle Art von „Biotoppflege" Wie zutreffend diese Feststellung von EBERT & RENNWALD (1991) ist, läßt sich am Beispiel der Ökologie der Präimaginalstadien von *L. bellargus* und *L. coridon* belegen. *L. bellargus* und *L. coridon* sind für reich strukturierte Halbtrockenrasen besonders geeignete Biotopzeiger-

[19] THOMAS (1983): „unusually hot local climates"

[20] WEIDEMANN (1995) schildert am Beispiel eines *L. coridon*-Habitates die von Entomologen häufig geklagte Ineffizienz des Schutzes wesentlicher Schmetterlingshabitate. Ähnliches mußte ich 1998 bei der Vernichtung von Larvalhabitaten des Idas-Bläulings erleben (vgl. PFEUFFER 1998): Das gesetzlich vorgeschriebene Genehmigungsverfahren für die Entnahme von 5 Idas-Bläulingen zur Bestimmung durch einen Experten wurde behördlich genau eingehalten (was nicht zu kritisieren ist!). Als sämtliche Idas-Habitate durch eine ökologisch und ökonomisch unsinnige Mähaktion an Wegrändern (mit Absaugen des Mahdmaterials!) schwerstwiegend geschädigt wurden, wandte ich mich an die drei zuständigen Naturschutzbehörden mit der dringenden Bitte, Wiederholungen derartiger Mähaktionen in der Larvalperiode zu unterbinden. Keine der angeschriebenen Behörden reagierte auf diese Bitte, obwohl es sich nachweislich um die letzten Habitate dieser für die ursprüngliche Aue typischen Art im Unteren Lechtal handelt.

[21] So nahm die Populationsdichte von *L. bellargus* und *L. coridon* beispielsweise auf der Firnhaberau-Heide drei Jahre nach der Anlage eines Rohbodens deutlich zu. Raupen beider Arten fand ich überwiegend auf diesem allmählich ins Mesobromion übergehenden Areal. Gleiches gilt für die Sander Heide, obwohl die Fläche des Rohbodens hier nur circa 40 qm betrug. (Unter heutigen Bedingungen bieten vielerorts nur noch derartige Notmaßnahmen für viele hochbedrohte xerothermophile Pflanzen- und Tierarten die einzige Möglichkeit zum Überleben.)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

arten, da sie als Larven ökologisch sehr sensibel und als Imagines leicht registrierbar sind.
Zudem sind sie als myrmekophile – und leicht zu beobachtende! – Bläulinge Vertreter eines „faszinierenden Szenarios der Evolution" (MASCHWITZ & FIEDLER 1988).
Dies sollte Grund genug sein, ihre Lebensräume, die zu den artenreichsten in Mitteleuropa zählen, zu schützen und zu pflegen.

8. Beobachtungsdaten

8.1 Mit L. bellargus assoziierte Ameisenarten:

- *Myrmica sabuleti*

  30.5.98: Wacholderheide bei Neresheim (Jura), Rand eines Steinhaufens: Unter einer 5x10 cm großen Steinplatte leere Puppe inmitten vieler Ameisen. (Nach der Lokalisation der Puppe (nahe beimAmeisennest) ist eine Assoziation mit *Myrmica sabuleti* anzunehmen.)

- *Tetramorium caespitum*

  16.5.98: westlicher Damm der Lechstaustufe 19; mittags, warm, sonnig: 3 Puppen unter Hufeisenklee, ständig von Ameisen umgeben, die sie intensiv betrillern, kein Beißen.

  15.5.99: Heiderelikt südlich von Augsburg, künstlich geschaffener kleiner Rohboden, kiesig; mittags, sonnig, warm: 5 große Raupen unter Hufeisenklee, 1 Raupe unter schütterem Hufeisenklee in lockerem mineralischem Material (erst nach Entfernen dieses Materials sichtbar), intensiver Kontakt zu Ameisen mit Betasten, Betrillern und Saugen, kein Beißen. Circa 15 cm von einem Hufeisenklee entfernt unter einem Kiesel 1 Puppe. 1 Puppe und 1 sich verpuppende Raupe in lockerem mineralischem Material verborgen unter einem Kiesel, der unter einem Hufeisenklee liegt, intensiver Ameisenkontakt.

- *Tapinoma erraticum*

  26.4.98: Sander Heide*, künstlich geschaffener Rohboden, kiesig-sandig; vormittags, zunächst kühl, später warm: 15 sehr unterschiedlich große Raupen (5 – 7 mm), vorwiegend unter verholzenden Stengeln großer Hufeisenklee-Polster, zunächst (kühl) kaum Kontakt mit Ameisen (Ameisen betrillern selten, viele nehmen von Raupen keine Notiz). Bei steigenden Temperaturen häufiges Betasten, Betrillern und Saugen, kein Beißen. Offensichtlich werden größere Raupen bevorzugt.

  15.5.99: Heiderelikt südlich von Augsburg, kiesig; mittags, sonnig, warm: 1 Puppe unter Kieselstein, von Ameisen umgeben, die nach Störung fliehen.

- *Lasius niger*

  26.4.98: Sander Heide*, Areal mit lückiger Vegetation; vormittags, kühl: 1 Raupe unter Hufeisenklee, wird immer wieder von Ameisen aufgesucht, Betasten, selten Betrillern, in 15 Minuten Beobachtungszeit nur einmal (fragliches) kurzes Saugen.

  26.4.98: Firnhaberau-Heide*, größerer künstlich geschaffener Rohboden, kiesig, große Polster von Hufeisenklee; nachmittags, sonnig, warm: 12 Raupen, sehr unterschiedliches Verhalten der Ameisen: teils nehmen sie von Raupen keine Notiz, teils intensiver Kontakt mit Raupen (Betasten, Betrillern, Saugen (kurz!)). Häufige „excited runs" (besonders wenn Kontakt mit Raupen erfolgt, die auf Kieselstein gelegt wurden).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

15.5.99: Hurlacher Heide*, Rand eines kiesigen Weges; vormittags, sonnig, warm: Mehrere (mindestens 12) unterschiedlich große Raupen unter Hufeisenklee in lockerem feinkörnigem Material, 1 Raupe unter Kieselstein, ständig von Ameisen umgeben, die tasten, betrillern und intensiv saugen, kein Beißen. Ameisen lassen sich kaum stören und suchen auch Raupen auf, die auf Kieselsteine gelegt wurden. Hier häufige „excited runs" Eine Woche später sind einige Raupen verpuppt, intensiver Ameisenkontakt mit Betasten und Betrillern.

- *Lasius alienus*

  9.5.98: Heide bei Dollnstein (Jura), dichte Hufeisenkleebestände auf sehr flachgründigem Boden vor Fels; vormittags, sonnig, warm: 1 Raupe (circa 5 mm) im Moos unter Hufeisenklee, viele Ameisen, einmal Beißen in Hinterleibsende der Raupe, Ameise zerrt Raupe kurz und läßt sie dann liegen. Nur flüchtiger Kontakt mit 1 weiteren circa 2 mm großen Raupe (nach Entwicklungsstadium wohl *L. coridon*, siehe dort)).

  Weitere Raupe (circa 4 mm) auf Bodenstörstelle durch Schaftritt unter Hufeisenklee. Ameisen nehmen auch bei längerer Beobachtung (15 Min.) keinen Kontakt mit Raupe auf.

- *Lasius paralienus*

  17.5.98: Heide bei Harburg (Riesrand), intensiv beweidet; nachmittags, sonnig, kühl: In unmittelbarer Nähe von 2 *L. coridon*-Raupen liegt im Moos (halbbedeckt) unter Hufeisenklee 1 Puppe, die von Ameisen immer wieder betrillert wird.

- *Formica fusco-cinerea (= F. lefrancoisi)*

  9.5.98: Kiesiger Wegrand bei Sander Heide*, isoliert stehender üppiger Hufeisenklee; nachmittags, sonnig,heiß (circa 30° C): 6 große Raupen unter Hufeisenklee zwischen Steinen, 1 Raupe unter Kieselstein (Steine sehr warm). Die Ameisen scheinen durch Störung irritiert. Rennen zunächst ohne Beachtung der Raupen umher, später aber Kontakt mit Betrillern und Saugen, kein Beißen. (Beobachtung erschwert, da Raupen sehr schnell sich ins Dunkle, insbesondere unter Kieselsteine, verkriechen).

  27.4.99: Firnhaberau-Heide*, größerer künstlich geschaffener Rohboden; nachmittags, sonnig, warm (Tage zuvor Regenperiode): 3 Raupen an Stengeln unter dichten Hufeisenkleepolstern, 1 Raupe läuft über Stein, um sich darunter zu verkriechen, 1 Raupe unter besonntem Kieselstein. Ameisen (sehr dichter Bestand) nehmen nur selten mit Raupen Kontakt auf, selten Betasten, sehr selten Betrillern, nie Saugen.

- *Formica pratensis*

  28.3.99: Heiderelikt südlich von Augsburg, künstlich geschaffener kleiner Rohboden, kiesig; sonnig, circa 13° C: 2 kleine Raupen (circa 2 mm) zwischen Kieselsteinchen unter Hufeisenklee. Ameisen nehmen keine Notiz von Raupen, auch dann nicht, wenn sie zufällig mit ihnen zusammentreffen. (Am 15.5.99 ließ sich hier *Tapinoma erraticum* nachweisen (s.o.). Ist diese Art noch nicht aktiv?).

* = Heide im Unteren Lechtal

8.2 Mit *L. coridon* assoziierte Ameisenarten

- *Myrmica sabuleti:*

  30.5.98: Kleine Wacholderheide bei Neresheim (Jura), stellenweise eutrophiert; nachmittags, sonnig ,warm: 3 circa 4 mm große Raupen unter dichten Hufeisen-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

kleebeständen (südlich vor Wacholder), in lockerem Erdreich, dicht von Ameisen umgeben. Ameisen flüchten, sodaß weitere Beobachtungen nicht möglich sind. Nach längerem Warten kommen einzelne Ameisen, betrillern Raupen und verschwinden sehr schnell wieder.

25.4.99: Wacholderheide bei Dollnstein (Jura), flachgründiges Areal vor Felsband; sonnig, warm: 2 sehr kleine Raupen (kleiner als Ameisen) in krümeligem, vorwiegend organischem Material unter Hufeisenklee; Raupen verkriechen sich bei Licht sofort in dieses Material so heftig, daß teilweise ihr Abdomen in die Höhe steht. Ameisen betrillern nur selten, kein Saugen, kein Beißen.

24.5.99: Heide im Saale-Tal bei Hammelburg (Ufr.), vormittags, sonnig, mäßig warm: Mehrere Raupen (sehr klein) unter Hufeisenklee. Verhalten der Ameisen ähnlich wie unter 25.4.99.

30.5.99: Oberes Lechtal (Tirol), circa 910m NN, Heide unmittelbar neben Flußbett (beweidet (Pferde, Kühe)); sonnig, mäßig warm: 3 Raupen (circa 3 – 4 mm), von Ameisen umgeben, Betasten, Betrillern, selten und nur kurz Saugen, kein Beißen. Durch die niedrige Vegetation (intensive Beweidung) lassen sich die Raupen unter Hufeisenklee relativ gut und weitgend störungsfrei beobachten.

- *Aphaenogaster subterranea*

24.5.99: Weinbaugebiet bei Hammelburg (Ufr.), steiniges Areal vor Krüppelkieferwald; sonnig, warm: Sehr kleine Raupen unter Hufeisenklee, meist unter Steinen verborgen. Raupen sind von Ameisen umgeben. Ameisen ziehen sich bei Störung unter Steine zurück. (Deshalb genauere Beobachtung nicht möglich.)

- *Tetramorium caespitum*

1.6. 98: Weiher-Heide*, kiesig-moosiger Bereich (offensichtlich durch Bodenverletzung entstanden), sehr schütterer Hufeisenklee; vormittags nach starkem nächtlichem Regen, sonnig, warm: Unter dem Hufeisenklee flache Hügelchen aus rel. grobkörnigem Material. Beim vorsichtigen Entfernen der obersten Körnchen zeigen sich Hohlräume, in denen bis zu 5 Raupen unterschiedlicher Größe, teils eng zusammen (über- und nebeneinander), teils voneinander gering entfernt liegen. Intensive Interaktion mit Ameisen: Betasten, Betrillern, Saugen, kein Beißen. Ameisen verschwinden bei Störung unter Steinen, lassen sich mit Raupen aber geradezu „ködern" In unmittelbarer Nähe der Hufeisenklee-Pflanze immer wieder Große Rote Waldameisen (*Formica rufa*) aus einem circa 70 m entfernten Nest. Sie meiden das Areal von *Tetramorium caespitum*. Zunächst interessieren sie sich auch nicht für eine Raupe, die im „Grenzbereich" (zur fotografischen Dokumentation) auf einen Kieselstein gelegt wird. Plötzlich beginnt eine *Formica rufa*-Arbeiterin die Raupe zu beißen, heftig und mehrfach. Schließlich beginnt sie die Raupe fortzuschleppen, was wegen des „unwegsamen" Geländes (Vegetation) nicht schnell gelingt. Es kommen 5 weitere *Formica rufa*-Arbeiterinnen, die jeweils die Raupe auch beißen und ebenfalls versuchen, sie fortzuschleppen. Beim Erscheinen einer (viel kleineren !) *Tetramorium caespitum*-Arbeiterin verschwinden alle *Formica rufa*-Arbeiterinnen schlagartig. Die Raupe weist nach diesen Attacken (über 30 Min.) keinerlei äußere Verletzungszeichen auf.

23.5.99: Sander Heide*, künstlich geschaffener Rohboden, kiesig-sandig; vormittags, sonnig, kühl: sehr viele Raupen unterschiedlicher Größe. Liegen vorwiegend in

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Ameisengängen (unter Hufeisenklee), teils nur sichtbar nach Entfernen von feinkörnigem Material, mit dem sie offensichtlich durch Ameisen überbaut sind. Es liegen oft mehrere Raupen zusammen. So liegen z. B. unter 1 größeren Raupe 4 weitere unterschiedlich große Raupen unter feinkörnigem Material verborgen. Intensive Interaktion mit Ameisen (trotz Störung): Betasten, Betrillern, Saugen, kein Beißen. Eine Raupe in Verpuppungshaltung wird dagegen kaum von Ameisen besucht. (Es fliegen die ersten Imagines (vorwiegend Männchen.))

1.5.99: Heide bei Katzenstein/Harburg (Riesrand), vor kleinem Felsen unter Hufeisenklee auf Bodenverletzung (durch Weidetiere?); nachmittags, sonnig, warm: 2 sehr kleine Raupen unter grobkörnigem Material unter Hufeisenklee (ähnlich wie 1.6.98). Intensive Interaktion mit Ameisen (Betasten, Betrillern, selten auch Saugen).

14.5.99: Aufgelassener Steinbruch bei Solnhofen (Jura); nach nächtlichem Regen, mittags, sonnig, mäßig warm: Raupen unter Hufeisenklee-Pflanzen, die zwischen Steinplatten mit geringer Humusschicht wachsen. (Der Boden fühlt sich warm an.) Sehr viele Raupen unterschiedlicher Größe (allein unter einem Hufeisenklee 12 !). Alle Raupen liegen in bzw. unter feinkörnigem, lockerem Material (bis zu 3 cm tief), das den Steinplatten aufgelagert ist. Intensive Interaktion zwischen Ameisen und Raupen, die durch Freilegen der Raupen aber gestört und nicht genau beobachtet werden kann. 1 Raupe, die von ihrem Fundort circa 10 cm entfernt auf eine Steinplatte gelegt wird, wird von einer *Formica cunicularia*-Arbeiterin heftig attackiert, d.h. mehrfach gebissen und fortgeschleppt. Dabei helfen ihr 2 weitere *Formica cunicularia*-Arbeiterinnen, die ebenfalls die Raupe beißen und fortzuschleppen versuchen. Nach einigen Minuten lassen diese Ameisen die Raupe liegen. Sie weist keinerlei Verletzungszeichen auf (vgl. dazu *Formica cunicularia* 30.5.99).

30.6.99: Aufgelassener Steinbruch bei Solnhofen (Jura), Steinplatten mit lückiger Vegetation; nachmittags, schwül, warm: viele Raupen (1 Raupe rostbraun gefärbt), teils in Verpuppungshaltung; viele Puppen (teils weiß-gelblich, teils braun). Raupen und Puppen befinden sich entweder in körnigem Material unter Hufeisenklee oder unter Steinplatten. Puppen liegen unter Steinplatten oft in flachen Mulden. 1 Puppe liegt in kleiner Höhle unter einer Steinplatte (nicht vorstellbar, wie von hier der geschlüpfte Schmetterling ins Freie gelangen soll). Alle Raupen und Puppen sind von Ameisen mit entsprechendem Verhalten (ohne Beißen) umgeben. Imagines, vorwiegend Männchen, fliegen.

- *Tapinoma ambiguum*

14.5.99: Aufgelassener Steinbruch bei Solnhofen (Jura) an zwei ca. 800 m entfernten Stellen, nach starkem Regen nachts, zunächst kühl und feucht, bedeckt (6.00 Uhr): viele Raupen unterschiedlicher Größe, zwischen Steinen unter Hufeisenklee. 1 Raupe auf der Unterseite einer ca. 20x30 cm großen Steinplatte, am Rand. Alle Raupen haben Kontakt zu Ameisen (Betasten, Betrillern (flüchtig), kein Saugen). Um 13.00 Uhr, jetzt sonnig und warm, sitzen unter der Platte bis 10 cm vom Rand entfernt 4 Raupen unterschiedlicher Größe (die Platte ist sehr warm).

14.5.99: Heide bei Solnhofen (Jura), steiniger Bereich; mittags, nach nächtlichem Regen, bedeckt, mäßig warm: 1 Raupe sitzt tief zwischen Steinen unter Hufeisenklee im Schatten. Intensiver Kontakt mit Ameisen, die sie heftig betrillern, gelegentlich auch saugen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

30.6.99: wie 14.5.99, jedoch an anderer Stelle; nachmittags, schwül-warm: Raupen zwischen und unter Steinen, soweit zu beobachten: Betrillern, selten Saugen. 1 Puppe wird betrillert.

- *Tapinoma erraticum*

14.5.99: Heide bei Solnhofen (Jura), steiniger Bereich; mittags, nach nächtlichem Regen, bedeckt, mäßig warm: Raupe sitzt unter Hufeisenklee auf Moos, wird von 1 Ameise betrillert, kein Saugen.

24.5.99: Weinbaugebiet bei Hammelburg (Ufr.), trocken-steiniger Waldrand; sonnig, warm: mehrere Ameisen betrillern 2 Raupen zwischen Steinen unter Hufeisenklee. In unmittelbarer Nähe von *Formica lusatica*, die das Areal von *Tapinoma erraticum* immer umgeht.

- *Lasius paralienus*

17.5.98: Heide bei Harburg (Riesrand), intensiv beweidet; nachmittags, sonnig, kühl: 2 Raupen in „Höhlung" im Moos unter Hufeisenklee. Bei vorsichtigem Freilegen zeigt sich, daß die „Höhlung" ein frequentierter Ameisengang ist. Raupen werden betrillert, selten Saugen. Circa 1 cm entfernt liegt 1 Puppe (wohl *L. bellargus*, siehe dort).

14.5.99: Aufgelassener Steinbruch bei Solnhofen (Jura), mittags, warm: Raupen unter Hufeisenklee, teils in lockerer Erde, teils unter Steinen; von Ameisen umgeben. Genauere Beobachtung wegen Störung nicht möglich.

- *Lasius niger*

23.5.98: Sander Heide*, Areal mit lückiger Vegetation, kiesig-sandig; sonnig, kühl: 3 Raupen, 2 davon übereinander in kleinem Hügelchen, von Ameisen überzogen, heftiges Betrillern, immer wieder Saugen. Ähnlich auf Böschung neben künstlich geschaffenem „Rohboden" (Parkplatz) in unmittelbarer Nähe der Sander Heide: 2 Raupen in lockerem Erdreich (Hügelchen aus grobkörnigem Material), intensive Interaktion mit Ameisen.

27.5.98: Ilsung-Heide*, 19:00 Uhr, sonnig, warm: 1 Raupe unter Hufeisenklee in halboffenem Mäusegraben, überzogen mit Ameisen, heftige Interaktionen.

30.5.98: Heide bei Neresheim (Jura); circa 8:00 Uhr, sonnig, kühl: 1 Raupe unter Hufeisenklee auf Bodenverletzung (Fahrspuren), kein Kontakt mit Ameisen; wird *Lasius niger*, die in der Nähe ein Nest haben, angeboten: Ameisen sind „desinteressiert" Circa 9:00 Uhr, wärmer: Unter schütterem Hufeisenklee auf kleinem Rohboden 4 Raupen unterschiedlicher Größe in lehmiger Erde (1 Raupe ist mit Erde verschmiert), 1 Raupe unter einem Stein, alle Raupen sind von Ameisen umgeben (genauere Beobachtung wegen Störung nicht möglich). 3 Raupen unter Hufeisenklee am Rande einer kleinen Steinhalde (1 Raupe verpuppt sich): Alle Raupen sind von Ameisen umgeben: Betasten, Betrillern, Saugen, kein Beißen.

15.5.99: Hurlacher Heide*, Rand eines kiesigen Weges: vormittags, kurz zuvor Regen, sonnig, kühl: 1 Raupe tief (circa 3 cm) unter Kieselstein, viele Raupen unterschiedlicher Größe unter Hufeisenklee, oft im Wurzelstockbereich unter Erdhügelchen (sehr dünn), teils vor Verpuppung, teilweise sind Raupen von Ameisen überzogen, heftige Interaktionen, trotz Störung. Ameisen lassen sich mit Raupen geradezu „ködern", dann häufige „excited runs"

30.5.99: Oberes Lechtal (Tirol), Rand eines kiesigen Weges zwischen Flußbett und

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Kiefernwald, circa 910 m NN ; vormittags, sonnig, warm: 2 auffällig kleine Raupen unter einem Kieselstein, von Ameisen umgeben (weitere Beobachtung durch Störung nicht möglich).
31.5.99: Hurlacher Heide*, Rand eines kiesigen Weges; mittags, heiß-schwül: 2 große Raupen im Schatten unter Hufeisenklee , ohne Störung gut zu beobachten. Intensiver Kontakt mit vielen Ameisen, die sich abzuwechseln scheinen, kein Beißen, keine sicheren „excited runs" Eine Raupe wird auf einen Kieselstein gelegt. Sehr schnell Kontakt mit „allgegenwärtigen" Ameisen mit Betasten, Betrillern, Saugen und häufigen „excited runs"
27.6.98: Sander Heide*, kleiner künstlich geschaffener Rohboden; mittags, sonnig, warm: Viele Puppen (keine Raupen) unter Hufeisenklee, vorwiegend in Ameisengängen. Puppen sind teilweise von Ameisen umströmt. Häufiges Betrillern. Imagines (vorwiegend Männchen) fliegen.

- *Lasius alienus*

9.5.98: Heide bei Dollnstein (Jura), dichte Hufeisenkleebestände auf sehr flachgründigem Boden vor Fels; vormittags, sonnig, warm: 1 circa 2 mm große Raupe unter Hufeisenklee (hier auch 1 circa 5 mm große Raupe von *L. bellargus* (siehe dort)). Mehrfach flüchtiger Ameisenkontakt mit der Raupe, kein Saugen.
25.4.99: Heide bei Dollnstein (Jura), flachgründig, einzelne Krüppeleichen; sonnig, warm: 2 sehr kleine Raupen (kleiner als Ameisen) in lockerem Boden (von Ameisen aufgehäufelt?) unter Hufeisenklee. Nur einmal wird 1 Raupe kurz betrillert, ansonsten sind Ameisen an Raupen „desinteressiert"
14.5.99: Heide bei Solnhofen (Jura), steiniger Bereich; mittags, nach nächtlichem Regen, bedeckt, mäßig warm: 1 Raupe unter Stein, von Ameisen umgeben (weitere Beobachtung durch Störung nicht möglich). Ähnlich bei 1 weiteren Raupe, die unter Hufeisenklee liegt.
24.5.99: Weinbaugebiet bei Hammelburg (Ufr.), steiniges Areal vor Krüppelkiefernwald; sonnig, warm: sehr kleine Raupen unter Hufeisenklee, umgeben von Ameisen, die betasten, betrillern, aber nur selten saugen (Beobachtung an zwei verschiedenen Stellen).
30.5.99: Oberes Lechtal (Tirol), Rand eines kiesigen Weges, zwischen Flußbett und Kiefernwald, circa 910 m NN; vormittags, sonnig, warm: 1 Raupe, auffällig klein, von Ameisen umgeben, Betrillern, kein sicheres Saugen.

- *Lasius flavus*

6.6.98: Aufgelassener Steinbruch bei Solnhofen (Jura); mittags, sehr heiß: 4 Raupen in losem steinigem Boden, 1 Raupe unter kleiner Steinplatte verborgen (unter Hufeisenklee). Alle Raupen in intensivem Kontakt zu Ameisen, wohl im Nestbereich.
30.6.99: Aufgelassener Steinbruch bei Solnhofen (Jura), (anderer Bereich als unter 6.6.99); mittags, schwül, warm: ähnlich wie 6.6.99, Raupen aber viel größer (teils in Verpuppungshaltung), teils Puppen.

- *Formica cunicularia*

30.5.99: Oberes Lechtal (Tirol), circa 910 m NN, Heide unmittelbar neben Flußbett, intensiv beweidet; sonnig, warm: kleine Raupen unter Hufeisenklee, in Kontakt mit Ameisen, genauere Beobachtung durch Störung nicht möglich.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

- *Formica fusco-cinerea (= F. lefrancoisi)*
  31.5.99: Firnhaberau-Heide*, größerer künstlich geschaffener Rohboden; nachmittags, sonnig, warm: Große Raupen unter Hufeisenkleepolstern, teils auch unter Kieselsteinen neben Hufeisenklee. Massenhaft Ameisen, nur einmal Betrillern, fragliches kurzes Saugen, mehrfach fragliche „excited runs" Im Ganzen sind die Ameisen an den Raupen weitgehend „desinteressiert"
- *Formica selysi*
  30.5.99: Oberes Lechtal (Tirol), circa 910 m NN, Umlagerungsstrecke im Flußbett mit beginnender Sukzession (einzelne Deutsche Tamarisken (*Myricaria germanica* L.), einzelne Krüppelkiefern, vereinzelt Hufeisenklee); 7:00 Uhr, sonnig, kühl: 1 kleine Raupe unter Hufeisenklee, massenhaft Ameisen, die an der Raupe „desinteressiert" sind, trotz mehrfachem „zufälligem" Kontakt. Raupe wird Ameisen an Standort mit extremer Ameisendichte angeboten: kein Interesse an Raupen, obwohl Ameisen immer wieder über Raupe laufen. Gleiche Situation um 12: 00 Uhr (jetzt heiß).
  8.5.00: Obers Lechtal (Tirol), Kiesbank mit beginnender Sukzession; warm, sonnig: 4 Raupen unter Steinen unter Hufeisenklee. Ameisen ignorieren Raupen.
  20.5.00: Obers Lechtal (Tirol), Lichtung im Schneeheide-Kiefernwald unmittelbar am Flußbett, kühl, wechselhaft: sehr große Polster von Hufeisenklee direkt auf Ameisennestern. Circa 30 (!) Raupen unter 2 Polstern. Einige Raupen liegen direkt in Eingängen zum Ameisennest. Trotz extremer Ameisendichte (sie strömen teils über die Raupen) keine Interaktionen.
- *Formica lusatica*
  24.5.99: Weinbaugebiet bei Hammelburg (Ufr.), trocken-steiniger Waldrand; sonnig, warm: Nur einmal flüchtiger (zufälliger?) Kontakt zwischen Ameise und 1 Raupe; kein sicheres Betasten, kein Betrillern.

* = Heide im Unteren Lechtal

Danksagung

Herr Professor Dr. KONRAD FIEDLER, Lehrstuhl Tierökologie I, Universität Bayreuth, hat mich wieder in vielfacher Hinsicht unterstützt. Durch Hinweise auf wesentliche Literatur und insbesondere durch seine ausführlichen persönlichen Erklärungen zu Fragestellungen konnte ich einige Beobachtungen erst sinnvoll einordnen. Ich danke ihm sehr herzlich.

Ebenso gilt mein herzlicher Dank Herrn Dr. GERHARD HELLER, Ingelheim. Er hat die Ameisen bestimmt und mir wesentliche ökologische Daten zu den Arten mitgeteilt. Seine Hilfe hat die vorliegende Arbeit erst ermöglicht.

Herr Professor Dr. Dr. P. STÖMMER, Pathologe, Augsburg, hat mir histologische Schnitte von einer *L.-coridon*-Raupe angefertigt. Er hat keine Mühen gescheut, dieses technisch schwierige Unterfangen („Panzer"-Haut der Raupe) zu meistern. Auch ihm danke ich sehr herzlich.

Der Naturschutzbehörde der Regierung von Schwaben danke ich für die Genehmigung, je eine Raupe von *L. bellargus* und *L. coridon* zu Untersuchungszwecken aus der Natur zu entnehmen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Literatur und Quellennachweis

BLAB, J. & O. KUDRNA (1982): Hilfsprogramm für Schmetterlinge. Kilda, Greven

CAMPBELL, N. A. (1997): Biologie. Spektrum, Heidelberg Berlin Oxford

DARWIN, CH. (1859): Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Wiss. Buchgesellschaft (1992), Darmstadt.

EBERT, G. & E. RENNWALD (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs, Band I u. II. Ulmer, Stuttgart

FIEDLER, K. (1988): Die Beziehungen von Bläulingspuppen (Lepidoptera: Lycaenidae) zu Ameisen (Hymenoptera: Formicidae). Nachr. entomol. Ver. Apollo, Frankfurt/M. 9: 33 – 58

FIEDLER, K. (1991): Systematic, evolutionary and ecological implications of myrmecophily within the lycaenidae (Insecta: Lepidoptera: Papilionidae). Bonner zoologische Monographien 31: 1 – 210

FIEDLER, K. pers. Mitteilungen vom 7. 1., 23. 1., 18.6. und 9.12.1998 sowie 19.1.2000

FIEDLER , K. & U. MASCHWITZ (1987): Functional analysis of the myrmecophilous relationships between ants (Hymenoptera: Formicidae) and lycaenids (Lepidoptera: Lycaenidae). III. New aspects of the function of the retractile tentacular organs of the lycaenid larvae. Zool. Beitr. 31: 409 – 416

FIEDLER , K. & U. MASCHWITZ (1988a): Functional analysis of the myrmecophilous relationships between ants (Hymenoptera: Formicidae) and lycaenids (Lepidoptera: Lycaenidae). II. Lycaenid larvae as trophobiotic partners of ants – a quantitative approach. Oecologia 75: 204 – 206

FIEDLER , K. & U. MASCHWITZ (1988b): Functional analysis of the myrmecophilous relationships between ants (Hymenoptera: Formicidae) and lycaenids (Lepidoptera: Lycaenidae). I. Release of food recruitment in ants by lycaenid larvae and pupae. Ethology 80: 71 – 80

HALBACH, U. (1981): Einführung in die Ökologie. In: Biologie (Eine Vorlesungsreihe für Mediziner und Naturwissenschaftler ,Hrsg. Starck D.) Chemie, Basel

GEYER, A. & M. BÜCKER (1992): Rote Liste gefährdeter Tagfalter (Rhopalocera) Bayerns. Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 111: 206 – 213

HACKER, H. (1995): Bestandsentwicklung und –rückgang einheimischer Schmetterlinge in diesem Jahrhundert, dargestellt am Beispiel des Landkreises Lichtenfels (nördlichster Frankenjura). Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik (Arbeitsgemeinschaft bayerischer Entomologen e. V.)

HELLER, G. pers. Mitteilungen 21.1.98 und 12.11.99

HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON (1990): The ants. Harvard Univ. Press, Cambridge (Massachusetts)

MALICKY, H. (1969): Versuch einer Analyse der ökologischen Beziehungen zwischen Lycaeniden (Lepidoptera) und Formiciden (Hymenoptera). Tijdschr. Entomol. 112: 213 – 298

MASCHWITZ, U., M. WÜST & K. SCHURIAN (1975): Bläulingsraupen als Zuckerlieferanten von Ameisen. Oecologia 18: 17 – 21

MASCHWITZ, U. & K. FIEDLER (1988): Koexistenz, Symbiose, Parasitismus; Erfolgsstrategien der Bläulinge. Spektrum Wiss.. 5: 56 – 66

PFEUFFER, E. (1997): Verschollene Tagfalterarten im Unteren Lechtal als Indikatoren für Veränderungen auentypischer Lebensräume. Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 101: 52 – 68

PFEUFFER, E. (1998): Zur Myrmekophilie des Idas-Bläulings (*Lycaeides idas* L.). Ber. Naturwiss. Ver. Schwaben 102: 41 – 56

PIERCE, N. E. & S. EASTSEAL (1986): The selective advantage of attendant ants for the larvae of a lycaenid butterfly, *Glaucopsyche lygdamus*. J. Anim. Ecol. 55: 451 – 462

PIERCE, N. E., R. L. KITCHING, R. C. BUCKLEY, F. J. TAYLOR & K. F. BENBOW (1987): The costs and benefits of cooperation between the Australian lycaenid butterfly, *Jalmenus evagoras*, and its attendant ants. Behav. Ecol. Sociobiol. 21: 237 – 248

REICHHOLF, J. H. (1986): Tagfalter: Indikatoren für Umweltveränderungen. Ber. ANL 10: 159 – 169

SEIFERT, B. (1996): Ameisen beobachten, bestimmen. Weltbild, Augsburg

SBN (SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ) (1987): Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten Gefährdung Schutz. Selbstverlag, Basel

THOMANN, H. (1901): Schmetterlinge und Ameisen. Beobachtungen über eine Symbiose zwischen *Lycaena argus* L. und *Formica cinerea* Mayr.. Jber. Naturf. Ges. Graubünden 44: 1 – 40

WEIDEMANN, H. J. (1995): Tagfalter. Weltbild, Augsburg

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Errata:

(Eberhard Pfeuffer: Zur Ökologie der Präimaginalstadien des Himmelblauen Bläulings (*Lysandra bellargus* ROTTEMBURG 1775) und des Silbergrünen Bläulings (*Lysandra coridon* PODA 1761), unter besonderer Berücksichtigung der Myrmekophilie, Seite 72-98)

Seite 75, Graphik 2:
Richtig ist:
Graphik 2: Raupen-Status nach SBN (1987):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
L. bellargus	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■
L. coridon					■	■						

Seite 78, Tab. I: 5. Zeile
Richtig ist:

Tapinoma erraticum LATREILLE 1798	OT, t p-c	D:V B:3	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung über Süd- und Mitteleuropa bis zum Kaukasus und Mittelasien. In Deutschland nur bis 52° Leitform für trockenwarmes, offenes Gelände. Ernährung zoophag; sucht auch Ausscheidungen von Blattläusen und Nektarien auf.

Seite 79, Fortsetzung Tab. I: 6. Zeile
Richtig ist:

Lasius paralienus SEIFERT 1992	OT t p-sm	D:3 B:?	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung in Deutschland wenig bekannt. In Höhenlagen über 500 m NN oft häufiger als die Schwesternart *L. alienus* (u.a. auf Kalktrockenrasen der Schwäbischen Alb).

Seite 81, Fortsetzung Tab. I: 14. Zeile
Richtig ist:

Formica lusatica SEIFERT 1997	T p-c?	?	*L. coridon*	1997 von SEIFERT als eigene Art beschrieben (zitiert nach HELLER 1999). Die Verbreitung soll ähnlich wie die der beiden Schwesternarten, *F. cunicularia* und *F. rufibarbis* sein. Noch etwas thermophiler als *F. rufibarbis*. Besiedelt xerotherme Sand- und Kalktrockenrasen, auch Ruderalflächen. (Die Assoziation mit *L. coridon* ist kontrollbedürftig !!!)

Seite 86, Zeile 5
Richtig ist:
dieser Evolutionsprozeß in I – IV Stufen zusammengefaßt werden: (s. S. **85**)

Errata:

(Eberhard Pfeuffer: Zur Ökologie der Präimaginalstadien des Himmelblauen Bläulings (*Lysandra bellargus* ROTTEMBURG 1775) und des Silbergrünen Bläulings (*Lysandra coridon* PODA 1761), unter besonderer Berücksichtigung der Myrmekophilie, Seite 72-98)

Seite 75, Graphik 2:
Richtig ist:
Graphik 2: Raupen-Status nach SBN (1987):

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
L. bellargus	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■
L. coridon					■	■						

Seite 78, Tab. I: 5. Zeile
Richtig ist:

Tapinoma erraticum LATREILLE 1798	OT, t p-c	D:V B:3	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung über Süd- und Mitteleuropa bis zum Kaukasus und Mittelasien. In Deutschland nur bis 52°. Leitform für trockenwarmes, offenes Gelände. Ernährung zoophag; sucht auch Ausscheidungen von Blattläusen und Nektarien auf.

Seite 79, Fortsetzung Tab. I: 6. Zeile
Richtig ist:

Lasius paralienus SEIFERT 1992	OT t p-sm	D:3 B:?	*L. bellargus* *L. coridon*	Verbreitung in Deutschland wenig bekannt. In Höhenlagen über 500 m NN oft häufiger als die Schwesternart *L. alienus* (u.a. auf Kalktrockenrasen der Schwäbischen Alb).

Seite 81, Fortsetzung Tab. I: 14. Zeile
Richtig ist:

Formica lusatica SEIFERT 1997	T p-c?	?	*L. coridon*	1997 von SEIFERT als eigene Art beschrieben (zitiert nach HELLER 1999). Die Verbreitung soll ähnlich wie die der beiden Schwesternarten, *F. cunicularia* und *F. rufibarbis* sein. Noch etwas thermophiler als *F. rufibarbis*. Besiedelt xerotherme Sand- und Kalktrockenrasen, auch Ruderalflächen. (Die Assoziation mit *L. coridon* ist kontrollbedürftig !!!)

Seite 86, Zeile 5
Richtig ist:
dieser Evolutionsprozeß in I – IV Stufen zusammengefaßt werden: (s. S. **85**)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 104

Autor(en)/Author(s): Pfeuffer Eberhard

Artikel/Article: Zur Ökologie der Präimaginalstadien des Himmelblauen Bläulings (Lysandra bellargus Rottemburg 1775) und des Silbergrünen Bläulings (Lysandra coridon Poda 1761), unter besonderer Berücksichtigung der Myrmekophilie 72-98