

Institut für Evolutionsbiologie und Ökologie der Universität Bonn

**Schmetterlingszönosen des Feuchtgrünlandes
in der Deutsch-Belgischen Hocheifel und
Untersuchungen zur Eignung von Indikatorarten
für die Differenzierung vernäßer Standorte**

Diplomarbeit

zur Erlangung des Grades eines Diplombiologen
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn

vorgelegt von

Gregor Agnes

Bonn, im Januar 2000

Referent: Prof. Dr. G. Kneitz
Korreferent: Prof. Dr. W. Schumacher

1	Einleitung	1
2	Naturräumliche Grundlagen	4
2.1	Geologie und Geomorphologie	5
2.2	Boden	6
2.3	Klima und Witterung	7
2.4	Potentielle natürliche Vegetation	8
3	Methoden	10
3.1	Systematik der „Tagaktiven Schmetterlinge“	10
3.2	Erfassung der Falterfauna	11
3.2.1	Linien-Transektmethode	11
3.2.2	Erfassung von Präimaginalstadien	13
3.3	Ermittlung der potentiellen Sonnenscheindauer	15
3.4	Berechnungsmethoden für verschiedene Indices und statistische Verfahren	17
3.5	Erfassung der Vegetation	19
3.5.1	Vegetationsaufnahmen	19
3.5.2	Auswertung der Aufnahmedaten	19
3.6	EDV	19
4	Untersuchungsflächen	20
4.1	Auswahl und Benennung	20
4.2	Charakterisierung der Untersuchungsflächen	22
4.2.1	Quellen / Feuchtwiesen	22
4.2.2	Heidemoore/Feuchtheiden	24
4.2.3	Sonstige Flächen	26
5	Ergebnisse	27
5.1	Vegetation	27
5.1.1	Vegetationseinheiten	29
5.1.2	Synsystematische Übersicht der ermittelten Vegetationseinheiten (nach OBERDORFER 1994)	29
5.2	Falterfauna	31
5.2.1	Artenspektrum	31
5.2.2	Gefährdung der erfaßten Arten	34
5.2.3	Phänologie	38
5.2.4	Präsenz, Dominanz	39

5.3	Verhältnis von Vegetation und Falterfauna	43
5.3.1	Diversität, Evenness	43
5.3.2	<i>Lycaena helle</i> , <i>Boloria eunomia</i>	45
5.3.3	<i>Lycaena helle</i> – Raupenfunde	48
5.3.4	<i>Boloria selene</i>	50
5.3.5	<i>Brenthis ino</i>	51
5.3.6	<i>Boloria aquilonaris</i>	53
6	Diskussion	54
6.1	Verteilung der Niederschläge	54
6.2	Methoden	55
6.2.1	Linien-Transektmethode	55
6.2.2	Berechnung der Indizes	58
6.2.3	Präimaginalstadien	59
6.3	Falterfauna	61
6.3.1	<i>Lycaena helle</i>	62
6.3.2	<i>Boloria eunomia</i>	63
6.3.3	<i>Boloria selene</i>	65
6.3.4	<i>Brenthis ino</i>	65
6.3.5	<i>Boloria aquilonaris</i>	65
6.4	Nutzung/Pflege und Schutz der Habitate	66
7	Zusammenfassung	70
	Literaturverzeichnis	71
	Danksagung	79

Anhang

1 Einleitung

Die historische Landnutzung in Mitteleuropa führte bis etwa Mitte des letzten Jahrhunderts durch die Schaffung vielfältiger Lebensräume zu einer Erhöhung der Artenvielfalt. Die industrielle Revolution leitete eine gegenteilige Entwicklung ein, die ihren Höhepunkt in der Intensivierung der Landwirtschaft nach dem Zweiten Weltkrieg erreichte und bis heute zu einem drastischen Artenrückgang führte. Beispielsweise wird der Intensivierung der Landwirtschaft ein großer Teil des Artenrückgangs bei den höheren Pflanzen zugeschrieben (KORNECK et al. 1988).

In den Mittelgebirgen erscheint die derzeitige Situation anders. Die Eifel blieb in ortsfernen oder unzugänglichen Gebieten von weitreichenden Intensivierungsmaßnahmen verschont. Durch sinkende Rentabilität in der Landwirtschaft wurden aber gerade in diesen Bereichen mehr und mehr Flächen aus der Produktion ausgegliedert. Die meisten der durch historische Nutzung entstandenen Offenlandbiotope fielen der natürlichen Sukzession zum natürlich vorherrschenden Wald anheim oder wurden aufgeforstet. Im Sinne eines modernen Arten- und Naturschutzes ist die Sicherung des genetischen Potentials der regionaltypischen Flora und Fauna für einen Großteil der Arten nur über eine der traditionellen Bewirtschaftungsweise nachempfundenen Nutzung bzw. Pflege möglich (SCHUMACHER 1995).

Um vernetzten Naturschutzkonzepten, wie sie heute gefordert werden, nachzukommen, ist es notwendig, zunächst die einzelnen Arten und ihre Beziehung zum Lebensraum zu erforschen und daraus gegebenenfalls Schutzmaßnahmen abzuleiten.

In Anbetracht von 45 000 Tierarten in Deutschland ist es für den einzelnen Forscher unmöglich, auch nur die wesentlichen Organismen im tierischen Anteil einer Biozönose zu erfassen (WILMANN 1987). Es ist demnach notwendig, sich bei solchen Untersuchungen auf bestimmte, gut determinierbare Tiergruppen zu konzentrieren (KRATOCHWIL 1987).

Die Tagfalter sind eine dieser Tiergruppen. Sie haben sich bewährt, wenn man über das pflanzensoziologische Inventar eines Lebensraumes hinaus auch Beziehungen zu zoologischen Gliedern einer Biozönose beschreiben will. Die Tatsache, daß die Präimaginalsta-

dien auf andere Ressourcen angewiesen sind als die Imagines, erfordert eine vielfältige Kombination von Habitatstrukturen. Aufgrund stenotoper Habitatbindung einiger Arten sind die tagaktiven Falter besonders geeignet, komplexere Beziehungen innerhalb einer Biozönose aufzuzeigen. Durch die an die spezifischen Bedingungen ihres Lebensraumes geknüpften Anforderungen stehen solche Arten repräsentativ für die Ansprüche einer Vielzahl weiterer, zum Teil schwer zu erforschender Organismen, da sie als Indikatoren spezifischer Biotopqualität fungieren. Schützt man diese Indikatorarten, wird effektiv ein Großteil der Biozönose geschützt.

In der Dissertation „Vegetation der Quellen, Sümpfe und Moore im Gebiet der deutsch-belgischen Hocheifel unter Einbezug von Konzepten zur Entwicklung, Renaturierung und Biotoppflege“ untersucht DOERPINGHAUS (in Vorb.) die biotische und abiotische „Ist“-Situation der genannten Biotopkomplexe. Die Naturnähe eines Areals spiegelt sich jedoch nicht nur in der Vegetationsstruktur wider, sondern auch in der von ihr abhängigen Falter-Fauna.

In der Vergangenheit wurde die Beziehung zwischen der Vegetation der nassen Standorte und ihrer typischen Tagfalterzönosen mehrfach untersucht (MEINEKE 1982, STEFFNY et al. 1984, OPPERMAN et al. 1987). Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Tagfalterzönosen der von DOERPINGHAUS untersuchten Flächen. Dabei stehen folgende Arten im Vordergrund:

- *Lycaena helle* (Blauschillernder Feuerfalter) (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)
- *Boloria eunomia* (Randring-Perlmutterfalter) (ESPER, 1799)
- *Brenthis ino* (Violetter Silberfalter) (ROTTEMBURG, 1775)
- *Boloria selene* (Braunfleckiger Perlmutterfalter) (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)
- *Boloria aquilonaris* (Hochmoor-Perlmutterfalter) (STICHEL, 1908)

Bei *Lycaena helle* und *Boloria eunomia* wurde für die Eifel in mehreren Arbeiten eine eindeutige Habitatbindung an nicht genutzte, montane Feuchtwiesen festgestellt (WEIDNER 1990, KÖHLER 1993, DREWS & FECHNER 1996 und BÜCK 1996). Beide Arten sind stenotop, ihre Raupen ernähren sich monophag von den Blättern des Schlangenknöterichs (*Polygonum bistorta*). *Lycaena helle* und *Boloria eunomia* gelten als die am stärksten gefährdeten Leitarten des Feuchtgrünlandes. In den gleichen Lebensräumen treten *Brenthis ino*

und *Boloria selene* auf (FISCHER 1996). Ihre Raupen ernähren sich von Mädesüß (*Filipendula ulmaria*) bzw. verschiedenen Veilchen-Arten (*Viola spec.*). Bei *Brenthis ino* wird Großer Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*) als weitere Raupenfutterpflanze diskutiert (TOLMAN & LEWINGTON 1998). *Boloria aquilonaris* lebt in Mitteleuropa auf Hoch- und Übergangsmooren, in denen die Moosbeere (*Oxycoccus palustris*) als ausschließliche Raupenfutterpflanze vorkommt und deren Randbereiche blütenreiche Flächen aufweisen (WEIDEMANN 1995).

Im Einzelnen soll folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Wie sieht das Artenspektrum der tagaktiven Falter auf den untersuchten Flächen in der Hocheifel aus?
- Wie verteilen sich insbesondere die Arten *Lycaena helle*, *Boloria eunomia*, *Brenthis ino*, *Boloria selene* und *Boloria aquilonaris* auf die untersuchten Flächen? Wo liegen die jeweiligen Verbreitungsschwerpunkte?
- Worin unterscheiden sich die Habitatansprüche von *Lycaena helle* und *Boloria eunomia*? Beide Arten gelten als Eiszeitrelikte feucht/kalter Standorte mit boreal-arktisch-alpiner Verbreitung (MEINEKE 1985).
- Wie stark ist die kleinräumige Bindung der Imagines dieser fünf Arten an die Raupenfutterpflanzen?
- Ist anzunehmen, daß *Sanguisorba officinalis* als Raupenfutterpflanze für *Brenthis ino* dient?

Zusätzlich sollen folgende Aspekte angesprochen werden, die mit den genannten Fragen in engem Zusammenhang stehen:

- Wie wirkt sich unterschiedliche Nutzung bzw. Pflege auf die Falterfauna aus?
- Wie können die Populationen der Falterarten langfristig gesichert werden?

Um Biotope anhand von Indikatorarten beschreiben, einordnen und sichern zu können, müssen deren Ansprüche möglichst genau bekannt sein. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen einen Beitrag zur Spezifizierung der Indikatorfunktion der Tagfalter leisten.

2 Naturräumliche Grundlagen

Das Untersuchungsgebiet liegt geographisch in der Westlichen Eifel und ist naturräumlich der Hocheifel zuzuordnen. Diese zieht sich an der deutsch-belgischen Grenze entlang und wird nach Nordwesten vom Hohen Venn, nach Nordosten von der Rureifel, nach Osten von der Kalkeifel und nach Süden von der Trierer Bucht begrenzt. Im Westen setzt sie sich als Teil der Ardennen fort (PAFFEN 1957a).

Zwei unterschiedliche Höhenniveaus bilden die Rumpffläche der zentralen Hocheifel. Die niedrige Höhengschwelle von etwa 500 m ü. NN wird von der höheren, flach ausgeprägten Höhengschwelle mit bis zu 700 m ü. NN überlagert. Der Losheimer Waldrücken, zentral im Untersuchungsgebiet gelegen, stellt eine solche Höhengschwelle dar. Als Teil des Zitterwaldes tritt er als die bedeutendste Wasserscheide der Hocheifel auf. Die Entwässerung erfolgt nach Norden zur Maas, nach Süden zur Mosel. Die höchste Erhebung des Losheimer Waldrückens ist der Weiße Stein mit einer Höhe von 689,5 m ü. NN. Er stellt gleichzeitig die zweithöchste Erhebung Belgiens dar. Die um 600 m ü. NN gelegenen Hochflächen sind nur schwach zertalt, die nach Osten und Westen anschließenden flachwelligen Flächen weisen eine durch das Gewässernetz deutliche Zertalung, oft mit tiefen Kerbtälern auf.

Einige Untersuchungsflächen liegen weiter südlich, an der Grenze zur Schneifel (Schneeeifel), die sich dort als Teil der Hocheifel an den Losheimer Waldrücken anschließt (PAFFEN 1963).

Die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes orientiert sich nicht an politischen oder verwaltungstechnischen Bedingungen, sondern richtet sich nach landschaftsökologischen Vorgaben. Daher wurden Untersuchungen sowohl im belgischen als auch im deutschen Teil der Westeifel durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von ca. 160 km² (Abb. 1).



Abb. 1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet, die einzelnen Untersuchungsflächen sind rot markiert und mit Namen versehen. 1 : 90 000 (Auszug aus: Freizeitkarte 1:50 000, 26, Nordeifel, Hohes Venn. Verändert)

2.1 Geologie und Geomorphologie

Die Westliche Eifel ist durch andauernde geomorphologische Prozesse geprägt. Während des Paläozoikums wurde Mitteleuropa von einem Flachmeer bedeckt, das sich zwischen dem heutigen Nordengland und dem Alpengebiet erstreckte (MÜCKENHAUSEN 1953).

Im Laufe des Unterdevons (vor 400 Mio. Jahren) sedimentierte Material des nördlich angrenzenden Old-Red-Festlandes wobei sich in der Westlichen Hocheifel unterdevonischer Tonschiefer und Grauwacken bildeten, die in Wechsellagerung kamen (JAHN 1972).

Die variszische Gebirgsbildung im Oberkarbon (vor 300 Mio. Jahren), bei der die beiden Kontinentalplatten „Laurussia“ und „Gondwana“ gegeneinanderdrifteten (STICKEL 1927), führte zur Bildung des Rheinischen Schiefergebirges. Hierzu gehören linksrheinisch: Nördlich der Mosel die Eifel, südlich der Mosel der Hunsrück und rechtsrheinisch: Nördlich der Lahn der Westerwald sowie südlich der Lahn der Taunus. Es sammelten sich Granite und andere Tiefengesteine in den Kernen der Gebirgssättel. Diese bilden heute das Grundgebirge.

Zu Beginn des Mesozoikums, im Trias (vor 230 Mio. Jahren) setzte tropisches bis subtropisches Klima ein, das eine intensive Verwitterung förderte. Dabei entstanden tonige und kaolinitreiche Böden, die die Rumpffläche bedeckten. Diese wurde durch tektonische Kräfte zusätzlich in Schollen verschiedener Höhengniveaus verworfen. Zum Ende des Miozäns (vor 20 Mio. Jahren) erfolgte die Einsenkung der Niederrheinischen Bucht. Die Mittelgebirgshebung setzte sich weiter fort und es kam zu einer stärkeren Erosion und damit zur Terrassenbildung der Flüsse und zum teilweise tiefen Einschneiden der Bachtäler. Im Pleistozän (vor 1,6 – 0,01 Mio. Jahren) führten mehrere Eiszeiten zur Bildung von Decken aus Solifluktionmaterial. Die älteren Schichten sind relativ dicht und wasserstauend, die jüngeren Schichten sind von lockerer und durchlässiger Struktur. Im Holozän setzte sich die Talbildung fort.

2.2 Boden

Die Böden des Untersuchungsgebiets bestehen in erster Linie aus dem kalkarmen Verwitterungsmaterial des Unterdevons, die Hochflächen bilden eine Decke aus Lehm und Schutt (SCHWICKERATH 1966). Dabei handelt es sich um mittelgründige, schwere Braunerdeböden mit z. T. podsoligem, gleyartigem Charakter und nur mäßigem bis geringem Nährstoffvorrat. Die Hänge der Taleinschnitte werden von schwach entwickelten, steinigern und flachgründigeren Braunerden bedeckt (PAFFEN 1957 b).

In den Bachtälern haben sich mäßig nährstoffreiche Auböden mit unterschiedlichen Anteilen an schluffigem Lehm und lehmigen Sand gebildet. In einigen Untersuchungsflächen finden sich bedingt durch fortwährenden Grundwassereinfluß anmoorige Bereiche mit Anklängen zum Niedermoor.

Einige der höhergelegenen Flächen zeigen Faunen- und Florenelemente des Hochmoores. Intakte Hochmoore finden sich, bedingt durch anthropogene Einflüsse (Entwaldung, Entwässerung, Aufforstung, in früheren Zeiten Torfentnahme), nicht mehr. In Bereichen von Hang-Sickerquellen haben sich Zwischenmoore mit Torfmächtigkeiten von teilweise über 40 cm ausgebildet.

2.3 Klima und Witterung

Das Klima der Eifel wird nach von drei grundlegenden Faktoren bestimmt:

- Der Nähe zum Atlantik, wodurch dauerhafte Kaltlufteinflüsse verhindert werden.
- Der Lee-Lage zu den Ardennen und zum Hohen Venn.
- Der Höhenlage in der submontanen Stufe.
-

Das UG ist also von kühlfeuchten, relativ schneereichen Wintern und feuchten, mäßig warmen Sommern geprägt. Die jährliche Niederschlagshöhe nimmt von 1200 mm im westlichen Bereich auf 900 mm im östlichen Bereich ab (PAFFEN in MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1957a). Auf die Verteilung der Niederschläge wird im Kapitel Diskussion eingegangen.

Die Vegetationszeit ist mit 120-130 Tagen sehr kurz. Die Hauptwindrichtung liegt bei Südwest und Südsüdwest (24% mit mehr als 5 m/s) (DEUTSCHER WETTERDIENST 1989). Für die Jahre der Vorbereitungs- und Hauptuntersuchungen 1998 und 1999 wurden Daten der Wetterstation Hersdorf-Weissenseifen vom DEUTSCHEN WETTERDIENST in Trier verwendet (Abb. 2 und Abb. 3).

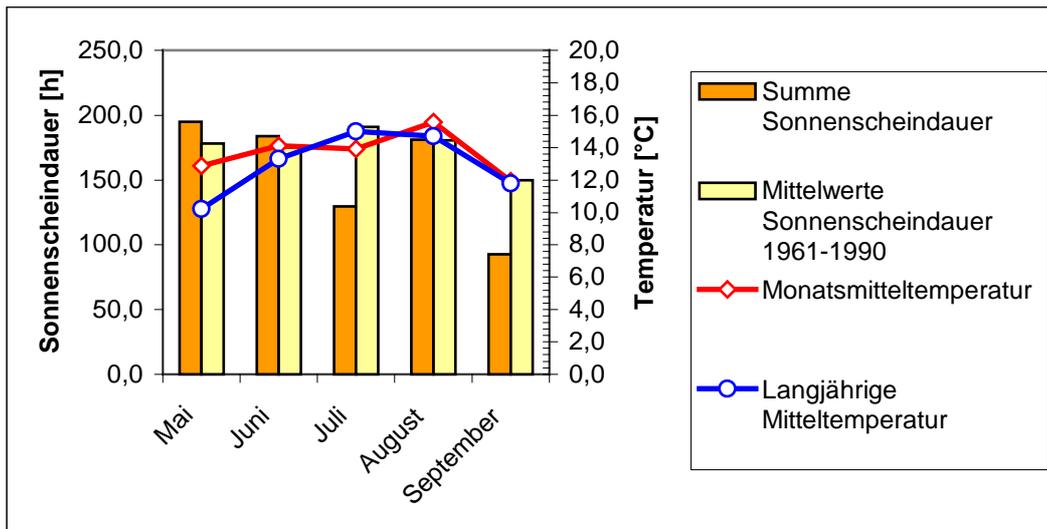


Abb. 2: Monatliche Sonnenscheindauer und Monatsmitteltemperatur Mai bis September 1998 und im langjährigen Mittel (nach Daten von: DEUTSCHER WETTERDIENST 1999)

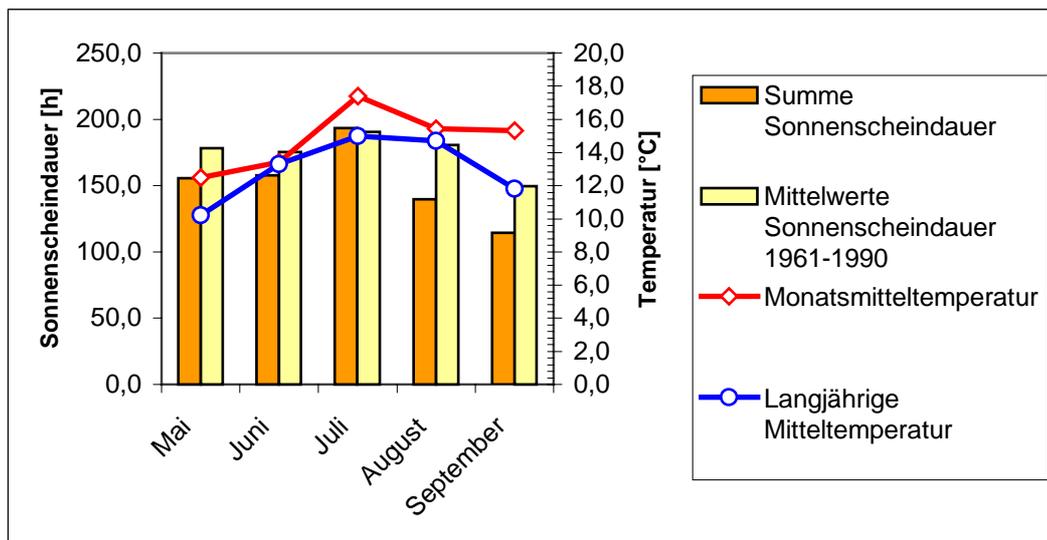


Abb. 3: Monatliche Sonnenscheindauer und Monatsmitteltemperatur Mai bis September 1999 und im langjährigen Mittel (nach Daten von: DEUTSCHER WETTERDIENST 1999)

2.4 Potentielle natürliche Vegetation

Nach ELLENBERG (1996) ist die potentielle natürliche Vegetation (PNV) das gedankliche Konstrukt des Artengefüges der Vegetation, die sich ohne menschlichen Eingriff unter den gegenwärtigen Umweltbedingungen herausbilden würde. Voraussetzung dafür ist ein ausreichender Zeitraum zur Erreichung des Klimaxstadiums.

Der Klimax ist der Zustand, an dem sich die Artzusammensetzung nicht mehr oder nur noch marginal ändert. Dem voraus geht die Sukzession, d. h. eine Abfolge von verschiedenen Vegetationsgesellschaften.

Die PNV kann bei der Erstellung von Pflege- und Entwicklungsplänen sowie bei der Definition von Zielen des Naturschutzes wertvolle Orientierungshilfe leisten.

Das Untersuchungsgebiet ist ein Standort des *Luzulo-Fagetum* (Hainsimsen-Buchenwald). Diese Pflanzengesellschaft ist typisch für die sauren Böden über Grauwacke und Tonschiefer der Hochflächen. Die Bereiche der Bachauen wären an weniger vergleyten Stellen von einem *Stellario Carpinetum* (Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwald) und an bachnäheren, stärker grundwasserbeeinflussten Böden mit *Stellario Alnetum* (Hainmieren-Schwarzerlen-Bachuferwald) bestanden; auf Pseudogley oder pseudovergleyter Braunerde sind Ausbildungen mit *Deschampsia cespitosa* typisch. Das *Carici remotae-Fraxinetum* (Winkelseggen-Erlen-Eschenwald) stockt in Quell- und Aubereichen.

In Senken mit anmoorigen bis moorigen Böden wachsen natürlicherweise Bestände des *Alnion glutinosae* (Erlenbruchwald) oder baumfreie Niedermoorgesellschaften; die Zwischen- und Hochmoore hingegen sind geprägt durch Torfmoose (*Sphagnum*), die entscheidend an der Moorbildung beteiligt sind (TRAUTMANN 1973).

3 Methoden

3.1 Systematik der „Tagaktiven Schmetterlinge“

„Tagaktive Schmetterlinge“ ist kein systematischer Begriff. Im allgemeinen werden hierzu neben den Tagfaltern (Rhopalocera) auch die Widderchen (Zygaenidae) gezählt. Dabei handelt es sich um Gruppen ganz unterschiedlicher systematischer Zuordnung. Die nachfolgende Einordnung in das System folgt SCOBLE (1992):

Die Lepidoptera werden in die Höheren Ditrysia und die Niederen Ditrysia unterteilt. Zur ersten Gruppe zählen die „Großschmetterlinge“ (Makrolepidoptera), deren phylogenetische Beziehungen als unsicher gelten. Das typische Merkmal dieser Gruppe sind die an und auf Pflanzenmaterial fressenden Raupen mit ihren dazu angepassten Beinpaaren und nicht etwa Größenunterschiede der Falter, wie der Name vortäuscht. Einige Arten haben sich sekundär zu anderen Ernährungstypen wie Bohrer, Parasiten und Fungivoren entwickelt. Zu den Makrolepidoptera zählen die Rhopalocera. Diese unterteilen sich in drei Unterordnungen, von denen zwei, die Papilionoidea (Echte Tagfalter) und die Hesperoidea (Unechte Tagfalter oder Dickkopffalter), in Europa vorkommen.

Von der Gruppe der Niederen Ditrysia, mit überwiegend endogener Lebensweise der Raupen, zählt man die Zygaenidae (Widderchen) zu den Tagaktiven Schmetterlingen. Sie zeichnen sich durch extern lebende Raupen und durchweg tagaktive Imagines aus (PRINZ & NAUMANN 1988).

Für die Bestimmung der Arten wurden die Werke von TOLMAN & LEWINGTON (1998) und WEIDEMANN (1995) verwendet. Die Nomenklatur folgt KARSHOLT & RAZOWSKI (1996). Nach diesem Werk richtet sich auch die aktuelle ROTE LISTE (PRETSCHER et al. 1998).

3.2 Erfassung der Falterfauna

Die ausgewählten Flächen wurden ab Anfang Mai regelmäßig begangen, um den Beginn der Imaginalphase von *Lycaena helle* feststellen zu können.

3.2.1 Linien-Transektmethode

Die Linien-Transektmethode wurde in der Ornithologie von BALOGH (1958) begründet und für die Erfassung von Tagfaltern übernommen (MOORE 1975, POLLARD 1977). Nach der Standardisierung durch STEFFNY (1982) wurde sie in der Vergangenheit schon mehrmals in der Eifel angewendet (WEIDNER 1992, KÖHLER 1993 u. a.). Um eine Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen zu gewährleisten, müssen folgende Standardbedingungen erfüllt sein:

- Lufttemperaturen von mindestens 17°C
- Mindestens 50 % wolkenfreier Himmel
- Maximale Windstärke 3 (nach Beaufort-Skala)
- Begehung zwischen 10:00 und 17:00 Uhr Sommerzeit

Diese limitierenden Voraussetzungen schränken die Zahl der Begehungstage ein (Abb. 4). Durch das Verfahren wurden alle adulten tagaktiven Schmetterlinge erfaßt. Hierzu wurden die Untersuchungsflächen in Abständen von ein bis drei Wochen entlang vorher festgelegter Strecken in gleichmäßigem Tempo abgeschritten. Innerhalb einer Entfernung von jeweils 2,5 m links und rechts dieser Strecke wurden gesichtete Tagfalter bestimmt (teilweise unter Hilfe eines Monokulars: Zeiss 5 x 10). Aufgeschreckte Individuen und schwer bestimmbare Arten wurden mit einem Schmetterlingsnetz (Ø 40 cm, 70 cm-Netz) möglichst schonend gefangen, „in der Hand“ bestimmt und freigelassen.

Es ergeben sich Transekte von 5 m Breite und einer von der Größe der Fläche abhängigen Länge. Die Auswahl der Strecken richtet sich primär nach den zu erwartenden Faltern und damit nach der Vegetation und der Beschattung der Untersuchungsfläche. Ein weiteres Kriterium ist die Form des Transekts: es sollte möglichst gerade sein und keine rückläufigen Abschnitte aufweisen, um Doppelzählungen zu vermeiden. Die gesichteten Falter und ihre Aktivität (Flug, Ruhe, Nektaraufnahme mit Nektarpflanze, Kopulation, Eiablage) wurden auf einem Erfassungsbogen vermerkt.

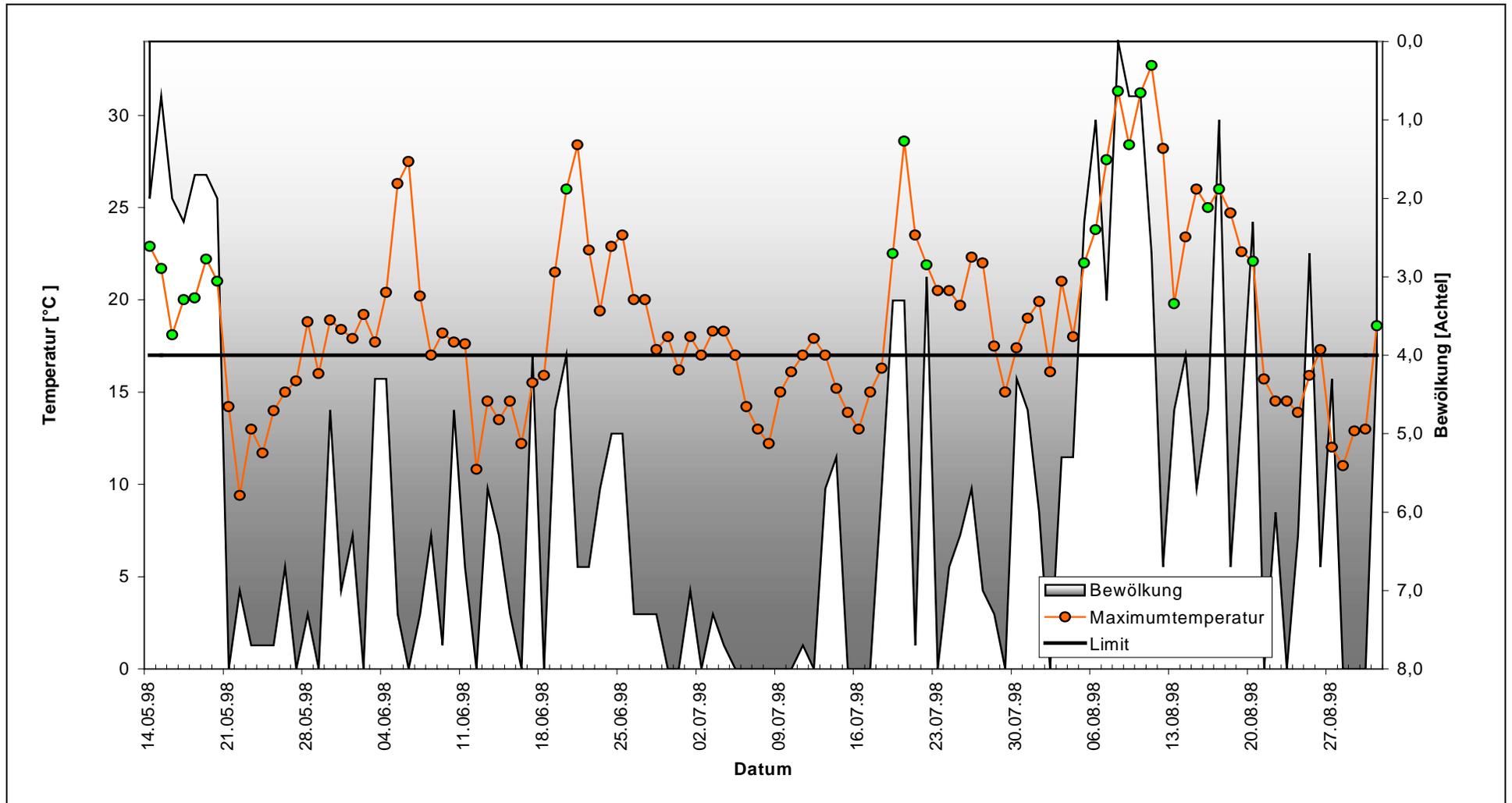


Abb. 4: Zeitraum möglicher Begehungstage (grün markiert) in Abhängigkeit von Maximumtemperatur und Bewölkung (nach Daten von: DEUTSCHER WETTERDIENST 1999)

Vor jeder Begehung wurden zusätzlich folgende Daten notiert:

- Datum
- Uhrzeit
- Flächennummer
- Nutzung
- Temperatur
- Windstärke
- Bewölkungsgrad

Die Messung der Temperatur erfolgte in °C mit einem handelsüblichen Digitalthermometer, die Windstärke wurde anhand der Beaufort-Skala ermittelt und der Bewölkungsgrad in Achteln geschätzt.

Um eine bessere Auflösung der Erfassung zu erreichen, wurden die Transekte in bis zu 3 Raster unterteilt. Diese Raster unterschieden sich in ihrer Vegetation; alle anderen Parameter, wie Exposition, Neigung, angrenzende Pflanzengesellschaften usw. waren nahezu gleich. Unterschiede in der Artzusammensetzung der Falterfauna eines Transekts sollten so in erster Linie auf die unterschiedlichen Vegetationseinheiten zurückzuführen sein. Durch die Einteilung in Mikroraster wurde die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen anderer Untersuchungen nicht beeinträchtigt. Es ist möglich, die Daten sowohl nach den Rastern als auch nach den Linientransekten auszuwerten.

Im Jahre 1998 wurden die Flächen von Mitte Mai (Beginn der Flugzeit von *Lycaena helle*) bis August (Ende der Flugzeit von *Boloria aquilonaris*) begangen. 1999 richtete sich die Untersuchung lediglich nach den Flugzeiten von *Lycaena helle* und *Boloria eunomia* und endete im Juli.

3.2.2 Erfassung von Präimaginalstadien

Der Nachweis von adulten Faltern auf einer Fläche bedeutet nicht, daß es sich hier um ein dauerhaftes Habitat dieser Art handeln muß. Es besteht immer die Möglichkeit der aktiven Zuwanderung oder der Windverdriftung. Bei den Präimaginalstadien gibt es diese Möglichkeiten nicht, ihr Nachweis deutet in wesentlich höherem Maße auf ein gesichertes Vorkommen bzw. auf eine geeignete Fortpflanzungs- und Entwicklungsstätte hin.

Das Raupen- und insbesondere das immobile Puppenstadium sind die kritischsten Phasen im Lebenszyklus der Lepidoptera. Während die Adulten pessimalen Umweltbedingungen wie Nahrungsmangel, Räuber- und Parasitendruck oder extremen Feuchte- und Temperaturverhältnissen durch Ortswechsel begegnen können, müssen die Präimaginalstadien diese Einflüsse an ihrem Standort ertragen.

„Qualität und Ausdehnung geeigneter Entwicklungsstätten sind für Vorkommen und Häufigkeit der meisten Tagfalter weit wichtiger als die von Laien vielfach überbewerteten Saughabitate“ (HERMANN 1998).

Da die Abundanz der vorhandenen Präimaginalstadien einer Art in der Regel um das 10- bis 100fache höher ist als die der Imagines, liegt es nahe, sich diesen Umstand bei Bestandsaufnahmen zunutze zu machen. Aufgrund von Unterschieden bei der Eiablage, dem Raupenverhalten und dem Verpuppungsort eignen sich jedoch nicht alle Arten gleichermaßen zur Erfassung von Präimaginalstadien (Tab. 1). Aus diesem Grunde wurde lediglich gezielt nach den Raupen von *Lycaena helle* gesucht.

Tab. 1: Effizienz und Notwendigkeit der gezielten Suche von Präimaginalstadien von *Boloria aquilonaris*, *Boloria eunomia*, *Boloria selene*, *Brenthis ino* und *Lycaena helle* (nach HERMANN 1998)

+ = Arten, bei denen Eier oder Raupen zuverlässig und witterungsunabhängig nachweisbar sind. 0 = Arten, bei denen Eier oder Raupen nach vorliegendem Kenntnisstand mit vertretbarem Aufwand nachweisbar sind, in der Regel aber mit deutlich geringerer Effizienz als Falter zur Hauptflugzeit. - = Arten, bei denen Eier oder Raupen nach vorliegendem Kenntnisstand nur mit hohem Aufwand nachweisbar sind (z. B. ausschließlich nachts). -- = Arten, bei denen Eier oder Raupen nach vorliegendem Kenntnisstand nur zufällig oder mit extremem Aufwand nachweisbar sind.	
Falterart	Nachweisbarkeit
<i>Boloria aquilonaris</i>	--
<i>Boloria eunomia</i>	-
<i>Boloria selene</i>	--
<i>Brenthis ino</i>	0
<i>Lycaena helle</i>	+

Der sicherste Nachweis einer Entwicklungsstätte wäre die Erfassung von gerade schlüpfenden Tieren aus der Puppenhülle. Dadurch würde der gesamte Entwicklungszyklus von einer Generation zur nächsten auf der Beobachtungsfläche bewiesen. Das ist in der Praxis jedoch nicht möglich. Eine Näherung wäre die Erfassung von Puppen. Von den in Tab. 1 genannten Arten sind die Puppen aber nur sehr schwer zu finden. Daher beschränkte sich

die Suche nach Präimaginalstadien auf kurz vor der Verpuppung stehende Larven von *Lycaena helle* (Ende Juli bis Mitte August 1998).

Die Raupenfutterpflanze von *Lycaena helle* ist *Polygonum bistorta*. Zum Nachweis wurden Bestände dieser Pflanze gezielt nach den Raupen durchsucht. Die Auswahl der Bereiche richtete sich nach den Arbeiten von DREWS & FECHNER (1996) und BÜCK (1996), in denen Eiablageplätze und Entwicklungsstätten von *Lycaena helle* charakterisiert werden. Pro Untersuchungsfläche wurden drei Stunden Suchzeit veranschlagt. Bei Fund von mindestens zwei Raupen wurde die Fläche als Raupe-positiv (*L. helle*_{Rpos}) eingestuft und die Suche abgebrochen. Wenn nach drei Stunden keine Raupe nachgewiesen werden konnte, wurde die Fläche als Raupe-negativ (*L. helle*_{Rneg}) eingestuft und die Suche beendet.

3.3 Ermittlung der potentiellen Sonnenscheindauer

Die vom DEUTSCHEN WETTERDIENST (1999) übernommenen Daten reichen zur Charakterisierung der örtlichen Situation bezüglich der Sonnenscheindauer nicht aus. Je nach Beschaffenheit der Umgebung einer Untersuchungsfläche kommt es zu mehr oder weniger starker Beschattung. Ein auf einer Hochebene gelegenes Heidemoor wird naturgemäß besser von der Sonnenstrahlung erreicht, als ein eingekerbtes Bachtal, in dem die Beschattung bei niedrigem Sonnenstand in den Wintermonaten sogar 100 % betragen kann. Dadurch kommt es zu großen Differenzen im Mesoklima der untersuchten Bereiche. Das wirkt sich indirekt (über Unterschiede in der Vegetation) und direkt auf die Fauna und damit auf alle Entwicklungsstadien der Falter aus. Um diese Unterschiede zu quantifizieren, wurde von jeder Probestfläche die potentielle Sonnenscheindauer der Monate Juni und Juli ermittelt.

Mit dem Horizontoskop nach TONNE, welches auf einem 40 cm hohen Holzstativ aufgestellt, mit einer Wasserwaage horizontal eingemessen und mit einem Kompaß eingenordet wird, kann die Besonnung zu einer bestimmten Jahreszeit abgelesen werden. Der Horizont mit eventuell beschattenden Strukturen wird bei diesem Gerät auf ein durchsichtiges Kunststoffgewölbe projiziert. Innerhalb des Gewölbes kann auf einer je nach geographischer Breite austauschbaren Schablone der Sonnenlauf einer Jahreszeit abgelesen werden. Die potentielle Sonnenscheindauer ergibt sich dann durch die Schnittpunkte des projizierten Horizonts und der Linie des Sonnenlaufs auf der Schablone. Die Messung erfolgte in repräsentativen Bereichen (meist in der Mitte) eines jeden Transekts. Bei der Auswahl des

Meßortes wurde darauf geachtet, daß für die Bestrahlung der Gesamtfläche unwesentliche Strukturen, wie einzelne Bäume oder Gebüsch, keinen Einfluß auf die Messung hatten.

Der ermittelte Wert sagt nichts über die tatsächliche direkte Sonneneinstrahlung aus. Berücksichtigt man aber, daß innerhalb des recht kleinräumigen Untersuchungsgebiets die Bewölkung auf allen Probeflächen während des Tageslaufs nahezu gleich ist, so kann man die potentielle Sonnenscheindauer als relative Größe zum direkten Vergleich annehmen.

Es ist nicht zu entscheiden, ob eine ermittelte Verschiedenartigkeit der Falterfauna zweier Flächen direkt auf Unterschiede bezüglich der Sonneneinstrahlung oder auf die dadurch hervorgerufene Verschiedenheit der Vegetation zurückzuführen ist. Eine direkte Gegenüberstellung der Ergebnisse der Falterkartierung und der Messung der potentiellen Sonnenscheindauer muß daher immer im Zusammenhang mit der vorhandenen Vegetation betrachtet werden.

3.4 Berechnungsmethoden für verschiedene Indices und statistische Verfahren

Die folgenden Formeln werden benötigt, um aus den Rohdaten der einzelnen Flächen vergleichbare Werte zu ermitteln. Die Abundanz ist die Anzahl der Individuen pro Flächeneinheit. Die Verteilung der Individuen auf die Arten wird durch den Dominanzindex angegeben. Die Präsenz gibt an, in welchem Anteil der Untersuchungsflächen eine Art vorkommt.

Formel 1: Aktivitätsabundanz der Art_i pro ha im Raster_j

$$\text{Aktivitätsabundanz}_{i,j} = \left(\frac{\sum \text{gezählte Individuen Raster}_j}{n \times \text{Rastergröße [ha]}} \right) \quad \left[\frac{\text{Individuen}}{\text{ha}} \right]$$

Formel 2: Aktivitätsabundanz der Art_i pro ha in der Summe der Untersuchungsflächen

$$\text{Aktivitätsabundanz}_i = \frac{\sum_{k=1}^m \text{Aktivitätsabundanz}_{i,j}}{m} \quad \left[\frac{\text{Individuen}}{\text{ha}} \right]$$

Formel 3: Dominanzindex d der Art_i in der Summe der Untersuchungsflächen

$$d_i = \frac{\text{Aktivitätsabundanz}_i \times 100}{\sum \text{Abundanzen aller Arten}} \quad [\%]$$

Tab. 2: Dominanzklassen nach ENGELMANN (1978)

Dominanzklasse	Anteil an Individuen [%]
1 sporadisch	0,00 – 0,31
2 subrezedent	0,32 – 0,99
3 rezedent	1,00 – 3,1
4 subdominant	3,20 – 9,99
5 dominant	10,00 – 31,99
6 eudominant	32,00 – 100

Formel 4: Präsenz der Art_i im Untersuchungsgebiet

$$\text{Präsenz}_i = \frac{\text{Anzahl der Raster mit Vorkommen der Art}_i \times 100}{m} \quad [\%]$$

n = Anzahl der Begehungen

m = Anzahl der Raster

Der Diversitätsindex nach Shannon-Weaver beschreibt den mittleren Grad der Ungewißheit, irgendeine bestimmte Art bei zufälliger Probeentnahme anzutreffen.

Formel 5: Diversitätsindex nach SHANNON-WEAVER

$$H_s = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \qquad p_i = \frac{n_i}{N} \qquad \sum_{i=1}^S p_i = 1$$

Die Evenness dient als Vergleichsmaß für die Diversitätsindizes verschiedener Ökosysteme.

Formel 6: Evenness für den SHANNON-WEAVER-Index

$$E_s = \frac{\text{berechneter Diversitätswert}}{\text{maximaler Diversitätswert}} \qquad E_s = \frac{H_s}{\ln S}$$

H_s = Diversität bezogen auf Artenzahlen

S = Gesamtzahl der Arten

p_i = Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Art i

N = Gesamtindividuenzahl

n_i = Individuenzahl der Art i

Der t-Test dient zur Überprüfung von zwei Datenreihen auf zufällige oder nichtzufällige Unterschiede des Mittelwertes.

Dabei ist:

\bar{x} = Mittelwert der ersten Datenreihe;

\bar{y} = Mittelwert der zweiten Datenreihe;

o = Stichprobenzahl der ersten Datenreihe;

p = Stichprobenzahl der zweiten Datenreihe;

S_1 = Standardabweichung der ersten Datenreihe;

S_2 = Standardabweichung der zweiten Datenreihe;

Δ_0 = Differenz der Standardabweichungen.

Formel 7: Zweistichproben t-Test: Unterschiedliche Varianzen

$$t' = \frac{\bar{x} - \bar{y} - \Delta_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{o} + \frac{S_2^2}{p}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{o} + \frac{s_2^2}{p}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{o}\right)^2}{o-1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{p}\right)^2}{p-1}}$$

3.5 Erfassung der Vegetation

3.5.1 Vegetationsaufnahmen

Die Nomenklatur der Pflanzen richtet sich nach ROTHMALER (1994).

Die Aufnahme der Vegetation in den Rastern der Transekte wurde von A. DOERPINGHAUS nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) in den Jahren 1997 und 1998 durchgeführt. Die Deckungsgrade der Pflanzenarten wurden in Einheiten der LONDO-Skala (nach DIERSCHKE 1994) übernommen.

3.5.2 Auswertung der Aufnahmedaten

Die Raster der Untersuchungsflächen wurden anhand der Vegetationsaufnahmen nach OBERDORFER (1994) pflanzensoziologisch zugeordnet. Eine Zuordnung bis zur Ebene der Assoziation war in vielen Fällen aufgrund der Gesellschaftsübergänge und anthropogener Einflüsse nicht möglich. Hier wurde die Zugehörigkeit zum Verband oder der höheren sytaxonomischen Einheit angegeben.

3.6 EDV

Die Auswertung der Daten, einschließlich der deskriptiven Statistik und statistischer Tests wurde mit dem Programm Excel 97 der Firma Microsoft durchgeführt. Mit dem Programm SPSS 6.1 wurden die Rangkorrelationen berechnet. Die Bildbearbeitung erfolgte mit dem Programm Photoshop 5.0 der Firma Adobe.

4 Untersuchungsflächen

4.1 Auswahl und Benennung

Die Auswahl und Benennung der Untersuchungsflächen erfolgte nach den Vorgaben der Promotionsarbeit „Vegetation der Quellen, Sümpfe und Moore im Gebiet der deutsch-belgischen Hocheifel unter Einbezug von Konzepten zur Entwicklung, Renaturierung und Biotoppflege“ von DOERPINGHAUS (in Vorb.). Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollten auch einige tierökologisch relevante Indikatorgruppen erfaßt werden. Hierzu zählen die tagaktiven Schmetterlinge.

Einige der Flächen in Belgien befinden sich im Besitz des BNVS¹ und werden von ihm naturschutzfachlich betreut. Auf deutschem Gebiet werden manche Areale im Rahmen von KULAP² gepflegt bzw. genutzt.

Abgesehen davon wurden Flächen in die Untersuchung einbezogen, die einer intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen, auf denen aber aufgrund von Beobachtungen der Vorjahre (WAGENER³ 1998) einige spezialisierte Arten der genannten Biotope zu erwarten waren.

Insgesamt wurden 27 Areale untersucht. Auf deutschem Gebiet liegen Untersuchungsflächen sowohl in Nordrhein-Westfalen, als auch in Rheinland-Pfalz (Tab. 3).

¹ BNVS = Belgischer Natur- und Vogelschutzverein

² KULAP = Kulturlandschaftsprogramm: des Landes Nordrhein-Westfalen. Förderung der Extensivierung von Grünland durch: max. 1,4 RGV/ha Hauptfutterfläche; Verzicht auf chemisch-synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel auf dem Dauergrünland; Ausbringung von Wirtschaftsdüngern von max. 1,4 GV/ha Dauergrünland; Mindestbesatz von 0,3 RGV/ha Hauptfutterfläche;

³ WAGENER, F. (1998): Mündliche Auskunft. Biologische Station des Kreises Euskirchen Nettersheim.

Tab. 3: Die Untersuchungsflächen mit Abkürzungen und Land- bzw. Bundesland (B = Belgien, NRW = Nordrhein-Westfalen, RLP = Rheinland- Pfalz)

Laufende Nummer	Flächenname	Abkürzung	Land, bzw. Bundesland
1.	Buchholz1	Bu1	B
2.	Großweberbach1	Gw1	B
3.	Großweberbach2	Gw2	B
4.	Holzwarche1	H1	B
5.	Holzwarche5	H5	B
6.	Holzwarche6	H6	B
7.	Jansbach1	Ja1	B
8.	Kolvenderbach1a	K1a	B
9.	Kolvenderbach1b	K1b	B
10.	Kolvenderbach1c	K1c	B
11.	Langelenvenn1	Lv1	B
12.	Schartenknopf1a	Sch1a	B
13.	Schartenknopf1b	Sch1b	B
14.	Schartenknopf1b	Sch1c	B
15.	Kohlenbornsiefen1	Ko1	NRW
16.	Kyll3	Ky3	NRW
17.	Miesbach1	Mi1	NRW
18.	Missebach1	Mb1	NRW
19.	Schwalenbach1a	Schw1a	NRW
20.	Schwalenbach1b	Schw1b	NRW
21.	Wahlensiefen1	Wa1	NRW
22.	Wilsambach4	Wi4	NRW
23.	Wurfbach1	Wu1	NRW
24.	Reinzelbach4	Re4	RLP
25.	Rohrvenn	Rv	RLP
26.	Voigtsvenn1	V1	RLP
27.	Voigtsvenn2	V2	RLP

4.2 Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Alle untersuchten Flächen sind durch eine mehr oder weniger starke Vernässung gekennzeichnet. Durch die Einteilung der Flächen in Quellen, Bachtäler und Heidemoore soll eine Kategorisierung bezüglich der kleinräumigen Struktur erreicht werden. Dabei muß beachtet werden, daß die Übergänge zwischen den Biotoptypen fließend sind. So zeichnen sich Quellfluren ebenso wie Niedermoore dadurch aus, daß sie von austretendem bzw. hoch anstehendem Grundwasser geprägt sind. Offenlandquellen mit Niedermoor- oder Sumpfcharakter bezeichnet man dementsprechend auch als Quellmoore. Hochmoore unterscheiden sich von Niedermooren dadurch, daß ihr Wasserregime vom Grundwasserstand abgekoppelt ist und nur vom Niederschlag abhängt. Aber auch hier gibt es Übergangstypen, die als Zwischenmoore bezeichnet werden. Außerdem machen die Degenerationsstadien der Moore eine eindeutige Zuordnung schwierig oder unmöglich (DOERPINGHAUS in Vorb.).

4.2.1 Quellen / Feuchtwiesen

Bei Quellen handelt es sich i. a. um Austrittsstellen des Grundwassers an der Erdoberfläche. In der vorliegenden Arbeit wurden lediglich Grünlandquellen in ihrer unterschiedlichen Ausprägung auf ihre Falterfauna hin untersucht. Unter „isolierten“ Grünlandquellen (Tab. 4) werden Flächen genannt, die nicht direkt in der Nähe eines Baches liegen. Das Wasser sickert über eine mehr oder weniger lange Strecke, bis es sich in einem Bach sammelt oder selbst diesen Bach bildet. Bei den Grünlandquellen in Bachnähe (Tab. 5) handelt es sich um austretendes Grundwasser direkt im (oft tief eingekerbten) Bachtal in unmittelbarer Nähe zum Bachlauf. Zu diesen Flächen zählen auch vernäßte Bereiche in den Auwiesen der Bäche. Die Böden der Flächen sind vergleht, so daß sowohl das austretende Grundwasser als auch die Niederschläge zu einer großflächigen und andauernden Vernässung führen. In diesen Bereichen bilden auch Quell-, Feuchtwiesen- und Sumpfgesellschaften eine enge Verzahnung und fließende Übergänge aus.

Tab. 4: Isolierte Grünlandquellen

Flächennummer	Meereshöhe [m über NN]	Größe ca. [m ²]	Kontaktgesellschaften	Nutzung Pflege	Naturschutz- rechtlicher Status
Ko1	545	700	Weide, Fichtenforst	Weide ab Mai	-
Ky3	540	900	Mähweide, Fichtenforst	Weide ab Juli	-
Mi1	600	1400	Weide	Dauerweide ab Mai	-

Tab. 5: Grünlandquellen in Bachnähe (BNVS = Belgischer Natur- und Vogelschutzverein)

Flächennummer	Meereshöhe [m über NN]	Größe ca. [m ²]	Kontaktgesellschaften	Nutzung, Pflege	Naturschutzrechtlicher Status
Gw1	455	12000	Fichtenforst	teilweise Mahd ab August	Eigentum des BNVS
Gw2	455	8000	Fichtenforst	keine	Eigentum des BNVS
H5	635	1500	extensive Wiese, Wildacker, Fichtenforst	Keine	-
K1a	455	1700	Intensive Weide Fichtenaufforstung Fichtenforst	Beweidung mit Galloways ⁴ ab August	Eigentum des BNVS
K1b	455	500	Intensive Weide Fichtenaufforstung Fichtenforst	Beweidung mit Galloways ab August	Eigentum des BNVS
K1c (Abb. 5)	455	1300	Intensive Weide Fichtenaufforstung, Fichtenforst	Beweidung mit Galloways ab August	Eigentum des BNVS
Mb1	565	1600	Weide, Fichtenforst	Weide ab Juli	Extensivierungsprogramm NRW
Wa1	580	1600	Weide	Weide ab Juni	Extensivierungsprogramm NRW
Wi4	550	3000	Fichtenforst	teilweise Mahd ab August	Extensivierungsprogramm NRW
Wu1	610	4500	Weide	Weide ab Juli	Extensivierungsprogramm NRW
Re4 (Abb. 6)	525	800	Fichtenforst, Wiese, Weide, Ginstergebüsch	teilweise Weide ab Mai	-



Abb. 5: Kolvenderbach 1c (K1c) (Juli 1998), Bachtal, Beweidung mit Galloways ab August

⁴ Die Rinderrasse „Galloways“ eignet sich aufgrund ihrer weniger selektiven Beweidung (z.B. Disteln, Brennesseln, Sauergräser), ihrer Genügsamkeit und der geringeren Trittbelastung im Vergleich zu anderen Rinderrassen besser zu Pflegemaßnahmen im Naturschutz.



Abb. 6: Reinzelsbach 4 (Re4) (Juni 1998), rechts des Zaunes Raster 2 mit Weidenutzung, links unterhalb der Wiese Raster 1 ohne Nutzung. Im Hintergrund entlang des Querzauns verläuft der Reinzelsbach. Das Transekt verlief parallel zum Bach in 3-4 m Abstand

4.2.2 Heidemoore/Feuchtheiden

Die untersuchten Flächen (Tab. 6) dieses Typs sind Reste ehemaliger Hochmoore oder Zwischenmoore, die durch anthropogene Einflüsse degeneriert sind. Durch Entwässerung (Drainierung, Entwässerungsgräben, Aufforstung mit Fichten) angrenzender Bereiche wurde eine Verheidung ausgelöst (LÖBF 1997).

Tab. 6: Heidemoore/Feuchtheiden (BNVS = Belgischer Natur- und Vogelschutzverein)

Flächennummer	Meereshöhe [m über NN]	Größe ca. [m ²]	Kontaktgesellschaften	Nutzung, Pflege	Naturschutz- rechtlicher Status
Bu1	615	4000	Fichtenforst	-	Eigentum des BNVS
H1	640	23000	Weiden, Mähweiden Fichtenforst	-	Eigentum des BNVS
H6 (Abb. 7)	625	18000	Fichtenforst	-	Eigentum des BNVS
Ja1	640	1000	Fichtenforst	-	-
Lv1	650	4000	Fichtenforst	-	-
Sch1a	615	8000	Mähweiden	-	-
Sch1b	615	16000	Mähweiden	-	-
RV	620	160000	Fichtenforst	-	Naturschutz- gebiet
V1 (Abb. 8)	600	3000	Moorbirkenwald Fichtenforst	Extensive Schafbeweidung	Naturschutz- gebiet
V2	585	15000	Weide, Moorbirkenwald	Teilweise Mahd im August	Naturschutz- gebiet



Abb. 7: Holzwarche 6 (H6) (Juli 1998), Blüte des Beinbrech (Narthecium ossifragum), Umgrenzung durch Fichtenforst



Abb. 8: Voigstvenn 1 (V1) (Juli 1998), Scheidiges Wollgras (Eriophorum vaginatum)

4.2.3 Sonstige Flächen

Hierunter fallen Bereiche (Tab. 7), die nicht in erster Linie durch eine der drei vorgenannten Aspekte charakterisiert sind. Die Nutzung spielt hier die größte Rolle.

Tab. 7: Sonstige Flächen

Flächennummer	Meereshöhe [m über NN]	Größe ca. [m ²]	Kontaktgesellschaften	Nutzung, Pflege	Naturschutzrechtlicher Status
Schw1a (Abb. 9)	600	1500	Intensive Weiden und Mähweiden, Mischforst	Weg	-
Schw1b	585	6500	Intensive Weiden und Mähweiden	Zaun entlang einer Böschung, Extensive Wiese	Teilweise im Extensivierungsprogramm NRW



Abb. 9: Schwalenbach 1a (Schw1a) (Juni 1998), Nutzung als Weg

5 Ergebnisse

5.1 *Vegetation*

Die Artenliste der Farn- und Blütenpflanzen () enthält alle Taxa der vegetationskundlichen Aufnahmen aus den Jahren 1997 und 1998 auf den Untersuchungsflächen bzw. den Transekten. Insgesamt konnten 119 Pflanzenarten nachgewiesen werden, wovon fünf Arten in Rheinland-Pfalz (HAND 1994) und zehn Arten in Nordrhein-Westfalen (WOLFF-STRAUB et al. 1988) in der Roten Liste stehen (Tab. 8). Von diesen zehn Arten werden vier in der Eifel als gefährdet eingestuft. 42 Arten wurden ausschließlich in Deutschland nachgewiesen, davon sind jedoch nur drei Arten (ca. 7 %) einem Gefährdungsgrad sowohl in Nordrhein-Westfalen als auch in Rheinland-Pfalz zuzuordnen.

Anders sieht es auf der belgischen Seite aus. Hier wurden zwar nur 21 Arten nachgewiesen, die ausschließlich in Belgien gefunden wurden, davon sind aber neun Arten (ca. 42 %) in ihrem Bestand gefährdet. Wie es um den Gefährdungsstatus der nachgewiesenen Pflanzenarten in Belgien, bzw. im belgischen Teil der Eifel steht, konnte mangels einer Belgischen Roten Liste nicht festgestellt werden.

Tab. 8: Gefährdete Pflanzenarten und deren Vorkommen im Untersuchungsgebiet. Gelb unterlegt: Nachweis ausschließlich in Belgien; Grau unterlegt: Nachweis ausschließlich in Rheinland-Pfalz; Grün unterlegt: Nachweis ausschließlich in Nordrhein-Westfalen. (3 = Gefährdet; 2 = Stark gefährdet; 1 = Vom Aussterben bedroht; 0 = Ausgestorben oder verschollen) (1. Nach HAND (1994); 2. & 3. Nach WOLFF-STRAUB et al. (1988))

Laufende Nummer	Familie, Artname	Nachweis in Deutschland		1. Rheinland-Pfalz, Regierungsbezirk Trier			2. Nordrhein-Westfalen			3. Nordrhein-Westfalen, Eifel-Siebengebirge		
		Nachweis in Deutschland	Nachweis in Belgien	Artname in Publikation	Kategorie	Artname in Publikation	Artname landessprachlich	Kategorie	Artname in Publikation	Artname landessprachlich	Kategorie	
	Violaceae											
20.	<i>Viola palustris</i> L.	6	7			<i>Viola palustris</i>	Sumpf-Veilchen	3	<i>Viola palustris</i>	Sumpf-Veilchen		
	Ericaceae (Heidekrautgewächse)											
25.	<i>Erica tetralix</i> L.	0	5	<i>Erica tetralix</i>	3	<i>Erica tetralix</i>	Echte Glockenheide		<i>Erica tetralix</i>	Echte Glockenheide		
26.	<i>Oxycoccus palustris</i> PERS.	0	1	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	3	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	Moosbeere	3	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	Moosbeere	3	
	Rosaceae (Rosengewächse)											
32.	<i>Potentilla palustris</i> (L.) SCOP.	1	2	<i>Potentilla palustris</i>		<i>Potentilla palustris</i>	Sumpf-Blutauge	3	<i>Potentilla palustris</i>	Sumpf-Blutauge		
	Fabaceae (Schmetterlingsblütler)											
35.	<i>Genista anglica</i> L.	0	1	<i>Genista anglica</i>	2	<i>Genista anglica</i>	Englischer Ginster	3	<i>Genista anglica</i>	Englischer Ginster	3	
	Polygalaceae (Kreuzblümchengewächse)											
45.	<i>Polygala serpyllifolia</i> HOSE	0	1	<i>Polygala serpyllifolia</i>		<i>Polygala serpyllifolia</i>	Quendel-Kreuzblümchen	3	<i>Polygala serpyllifolia</i>	Quendel-Kreuzblümchen		
	Apiaceae (Doldengewächse)											
48.	<i>Meum athamanticum</i> JACQ.	4	3	<i>Meum athamanticum</i>	3	<i>Meum athamanticum</i>	Bärwurz	3	<i>Meum athamanticum</i>	Bärwurz	3	
49.	<i>Selinum carvifolia</i> (L.) L.	1	0	<i>Selinum carvifolia</i>	3	<i>Selinum carvifolia</i>	Kümmel-Silge	3	<i>Selinum carvifolia</i>	Kümmel-Silge		
	Menyanthaceae (Fieberkleegevächse)											
50.	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	1	2	<i>Menyanthes trifoliata</i>	3	<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fieberklee	3	<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fieberklee	3	
	Lamiaceae (Lippenblütler)											
65.	<i>Betonica officinalis</i> L.	0	3	<i>Betonica officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i>		<i>Betonica officinalis</i>	Heil-Ziest	3	<i>Betonica officinalis</i>	Heil-Ziest		
	Asteraceae (Korbblütler)											
70.	<i>Arnica montana</i> L.	0	1	<i>Arnica montana</i> subsp. <i>montana</i>	3	<i>Arnica montana</i>	Arnika, Berg-Wohlverleih	2	<i>Arnica montana</i>	Arnika, Berg-Wohlverleih	3	
	Liliaceae (Liliengewächse)											
78.	<i>Narthecium ossifragum</i> (L.) HUDS.	0	4	<i>Narthecium ossifragum</i>	2	<i>Narthecium ossifragum</i>	Beinbrech, Gelbe Moorlilie	3	<i>Narthecium ossifragum</i>	Beinbrech, Gelbe Moorlilie	3	
	Cyperaceae (Riedgrasgewächse)											
84.	<i>Carex echinata</i> MURRAY	2	0	<i>Carex echinata</i>		<i>Carex echinata</i>	Stern-Segge, Igel-Segge	3	<i>Carex echinata</i>	Stern-Segge, Igel-Segge		
89.	<i>Carex panicea</i> L.	2	1	<i>Carex panicea</i>		<i>Carex panicea</i>	Hirse-Segge	3	<i>Carex panicea</i>	Hirse-Segge		
92.	<i>Eriophorum angustifolium</i> HONCK.	0	2			<i>Eriophorum angustifolium</i>	Schmalblättriges Wollgras	3	<i>Eriophorum angustifolium</i>	Schmalblättriges Wollgras		
93.	<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	2	6	<i>Eriophorum vaginatum</i>	3	<i>Eriophorum vaginatum</i>	Scheiden-Wollgras	3	<i>Eriophorum vaginatum</i>	Scheiden-Wollgras	3	
95.	<i>Baeothryon cespitosum</i> (L.) A. DIETRICH	0	4	<i>Trichophorum germanicum</i>	3	<i>Trichophorum germanicum</i>	Rasenbinse, Haar-Simse	3	<i>Trichophorum germanicum</i>	Rasenbinse, Haar-Simse	3	
	Poaceae (Süßgräser)											
101.	<i>Briza media</i> L.	1	1	<i>Briza media</i>		<i>Briza media</i>	Gemeines Zittergras	3	<i>Briza media</i>	Gemeines Zittergras		
114.	<i>Nardus stricta</i> L.	0	2	<i>Nardus stricta</i>		<i>Nardus stricta</i>	Borstgras	3	<i>Nardus stricta</i>	Borstgras		

5.1.1 Vegetationseinheiten

Es wurden 13 unterschiedliche Vegetationseinheiten ermittelt.

Die Pflanzendecke der Untersuchungsflächen in den Bachtälern bildet oft ein kleinflächiges Mosaik von nebeneinander liegenden Gesellschaften unterschiedlicher pflanzensoziologischer Gruppen. Sie werden beeinflusst durch das Mäandrieren des Baches, durch nährstoffreiche Hangwässer und durch das Auftreten von Quellen oder Quellmooren im Bachtalbereich. Die Vegetation der Feuchtheiden und Heidemoore ist über große Flächen gleichförmiger und weniger artenreich. Aber auch hier kommt es, oft durch anthropogene Einflüsse, zu kleinräumigen Änderungen der Vegetation.

5.1.2 Synsystematische Übersicht der ermittelten Vegetationseinheiten (nach OBERDORFER 1994)

O. = Ordnung

V. = Verband

A. = Assoziation

XXVI Klasse: Phragmitea TX. et PRSG. 42, Röhrichte u. Großseggensümpfe

O.: Phragmitetalia W. KOCH 26

V.: Sparganio-Glycerion fluitantis BR.-BL. et SISS. in BOER 42 n. inv. (Glycerion BR.-BL. et TX. 43)

A.: *Sparganio-Glycerietum fluitantis* Br.-Bl. 25

XXVII Klasse: Montio-Cardaminetea BR.-BL. et TX. ex KLIKA et HAD. 44, Quellfluren, Waldsümpfe

O.: Montio-Cardaminetalia PAWL. 28

V.: **Cardamino-Montion** BR.-BL. 26, Quellfluren kalkarmer Standorte

XXVIII Klasse: Scheuchzerio-Caricetea fuscae (NORDH. 36) Tx. 37, Flach- und Zwischenmoore

O.: Caricetalia fuscae W. KOCH 26 em. NORDH. 36, Flachmoore kalkarmer Standorte

V.: Caricion fuscae W. KOCH 26 em. KLIKA 34

A.: *Caricetum fuscae* BR.-BL. 15

XXIX Klasse: Molinio-Arrhenatheretea TX. 37, Grünland-Ges.

O.: Molinietalia caeruleae W. KOCH 26

V.: Juncion acutiflori BR.-BL. et al. 47, Waldbinsen-Ges.

A.: *Juncetum acutiflori* (PHIL. 63) OBERD. 83

- V.: **Calthion** TX 37, eutrophe Naßwiesen-Ges.
 A.: *Scirpetum sylvatici* MALOCH 35 em. SCHWICK. 44
 A.: *Angelico-Cirisetum oleracei* TX. 37 em. TX. in TX. et PRSG. 51
 (einschl. Polygonum bistorta-Ges., mont-basenarm
 A.: *Epilobio-Juncetum effusi* OBERD. 57
 V.: Filipendulion Seg. 66, (Filipendulo-Petasition BR.-Bl. et al.47 p. p.)
 Staudenfluren nasser Standorte (Lythro-Filipenduletea KLAUCK 93)
 O.: Arrhenatheralia elatioris PAWL. 28
 V.: **Arrhenaterion elatioris** W. KOCH 26, Tal-Fettwiesen
 V.: Polygono-Trisetion BR.-BL. et TX. ex MARSCH. 47 n. inv. TX. et PRSG. 51,
 Gebirgs-Fettwiese
 A.: *Geranio-Trisetetum* KNAPP 51 ex OBERD. 57 (incl. *Meo-Festucetum*
 BARTSCH 40 u. *Cardaminopsis halleri-Agrostietum* MORAV. 65)

XXXVII Klasse: Nardo Callunetea PRSG 49

Unterklasse Nardenea (OBERD. 49)

O.: Nardetalia Oberd. 49 ex. PRSG. 49, Borstgras-Ges.

V.: **Nardion** BR.-BL. in BR.-BL. et JENNY 26 (subalpin-hochmontan)

XXXVIII. Klasse: Oxycocco-Sphagneta BR.-BL. et TX. 43, zwergstrauchreiche Hochmoor-Torfmoos-Ges.

O.: Erico-Sphagnetalia papilloso SCHWICK. 40

V.: **Ericion tetralicis** SCHWICK. 33, Feuchtheiden

5.2 Falterfauna

5.2.1 Artenspektrum

In den Jahren 1998 und 1999 konnten bei 188 Flächenbegehungen 946 Falterbeobachtungen von insgesamt 32 tagaktiven Schmetterlingsarten gemacht werden (Tab. 9).

Tab. 9: Anzahl der Flächenbegehungen, Artenzahl und Anzahl der Beobachtungen in den Jahren 1998 und 1999

Jahr	Begehungen	Artenzahl	Beobachtungen
1998	110	32	644
1999	78	17	302
1998 + 1999	188	32	946

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, daß im Jahre 1999 wesentlich weniger Falterarten gefunden wurden. Dies liegt zum einen daran, daß die Begehungen in diesem Jahr nur von Mai bis Juli stattfanden, da sie sich auf die Hauptflugzeit von *Lycaena helle* und *Boloria eunomia* konzentrierten. Viele Arten, deren Hauptflugzeit später im Jahreslauf liegt, konnten so nicht erfaßt werden. Zum anderen schwanken die Falterpopulationen von Jahr zu Jahr sehr stark und bei einigen Falterarten ist die Nachweisbarkeit sehr stark zufallsbedingt (POLLARD & YATES 1993).

Weder im Jahre 1998 noch im Jahre 1999 wurden Falter aus der Familie der Zygaenidae nachgewiesen. Die Nymphalidae mit den Unterfamilien Apaturinae, Nymphalinae, Heliconiinae und Satyrinae stellten mit 15 Vertretern die artenreichste Familie dar (Abb. 10). Die Lycaenidae und die Pieridae sind mit je 6 Arten vertreten, die artenärmste Gruppe sind die Hesperiiidae mit 5 Vertretern.

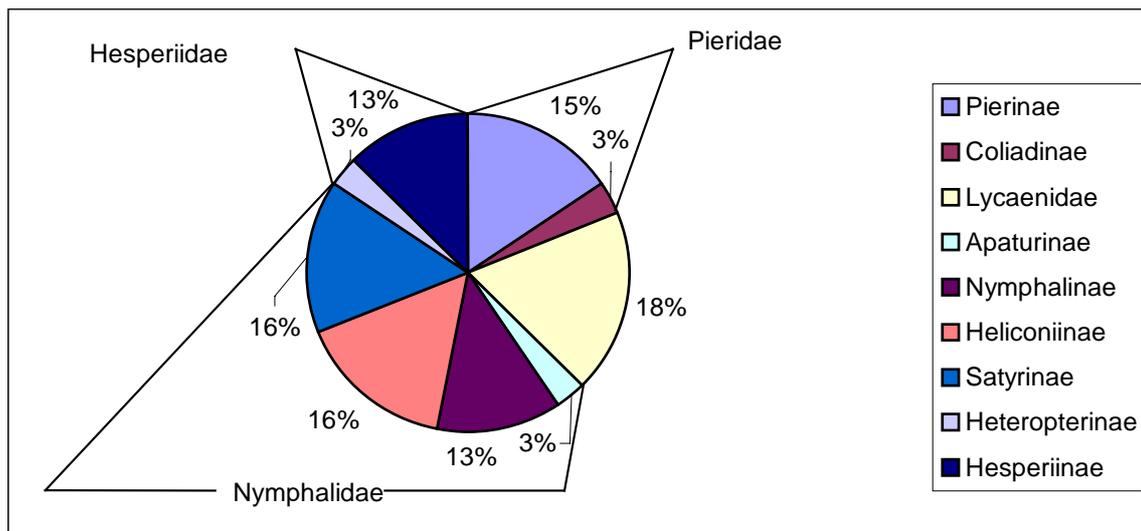


Abb. 10: Verteilung der erfaßten Artenzahl auf die Unterfamilien bzw. Familien

Bei der Verteilung der Individuen der einzelnen Arten auf die Familien bzw. Unterfamilien ergibt sich ein anderes Bild (Abb. 11).

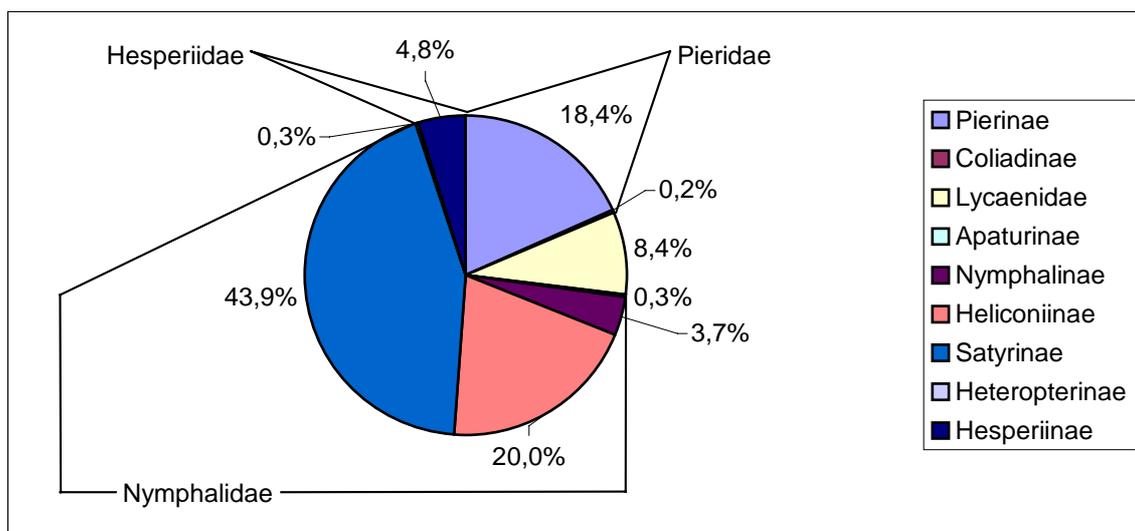


Abb. 11: Verteilung der erfaßten Individuen auf die Unterfamilien bzw. Familien

Die Nymphalidae stellen hier mit 438 Individuen über zwei Drittel der gezählten Falter. Dabei machen die Satyrinae mit 283 Individuen die größte Gruppe aus. Der Anteil der Coliadinae, der Apaturinae und der Heteroptinae ist mit unter 1 % verschwindend gering.

Von den erfaßten 32 Arten waren 18 Arten mit weniger als zehn Individuen vertreten, bei sieben Arten handelt es sich um Einzelnachweise (Tab. 10).

Tab. 10: Übersicht der erfaßten Tagfalter der Jahre 1998 und 1999

Familie	Unterfamilie	Falterart	Deutscher Name	Individuen
Pieridae (Weißlinge)	Pierinae (Echte Weißlinge)	<i>Aporia crataegi</i> (L., 1785)	Baumweißling	5
		<i>Pieris brassicae</i> (L., 1758)	Großer Kohlweißling	12
		<i>Pieris rapae</i> (L., 1758)	Kleiner Kohlweißling	10
		<i>Pieris napi</i> (L., 1758)	Rapsweißling, Grünaderweißling	151
		<i>Anthocharis cardamines</i> (L., 1758)	Aurorafalter	14
	Coliadinae (Gelblinge)	<i>Gonepteryx rhamni</i> (L., 1758)	Zitronenfalter	1
Lycaenidae (Bläulinge)		<i>Callophrys rubi</i> (L., 1758)	Brombeerzipfelfalter	1
		<i>Lycaena helle</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)	Blauschillernder Feuerfalter	93
		<i>Lycaena phlaeas</i> (L., 1761)	Kleiner Feuerfalter	2
		<i>Lycaena hippothoe</i> (L., 1761)	Kleiner Ampferfeuerfalter	8
		<i>Celastrina argiolus</i> (L., 1758)	Faulbaumbtäuling	1
		<i>Polyommatus bellargus</i> (ROTTEMBERG, 1775)	Himmelblauer Bläuling	1?
Nymphalidae (Edelfalter)	Apaturinae (Schillerfalter)	<i>Apatura iris</i> (L., 1758)	Großer Schillerfalter	2
	Nymphalinae (Echte Edelfalter)	<i>Nymphalis io</i> (L., 1758)	Tagpfauenauge	11
		<i>Nymphalis urticae</i> (L., 1758)	Kleiner Fuchs	18
		<i>Vanessa atalanta</i> (L., 1758)	Admiral	3
		<i>Araschnia levana</i> (L., 1758)	Landkärtchen	2
	Heliconiinae (Perlmutter-, Scheckenfalter, Passionsblumenfal- ter)	<i>Argynnis paphia</i> (L., 1758)	Kaisermantel	1
		<i>Brenthis ino</i> (ROTTEMBERG, 1775)	Violetter Silberfalter	41
		<i>Boloria aquilonaris</i> (STICHEL, 1908)	Hochmoor- Perlmutterfalter	6
		<i>Boloria eunomia</i> (ESPER, 1799)	Randring- Perlmutterfalter	108
		<i>Boloria selene</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)	Braunfleckiger Perlmutterfalter	51
	Satyrinae (Augenfalter)	<i>Melanargia galathea</i> (L., 1758)	Schachbrett	1
		<i>Erebia medusa</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)	Rundaugen-Moorenfalter	54
		<i>Maniola jurtina</i> (L., 1758)	Großes Ochsenauge	158
		<i>Aphantopus hyperantus</i> (L., 1758)	Brauner Waldvogel	149
		<i>Coenonympha pamphilus</i> (L., 1758)	Kleiner Heufalter	3
Hesperiidae (Dickkopffalter)	Heteropterinae	<i>Carterocephalus palaemon</i> (PALLAS, 1771)	Gelbwürfelig Dickkopffalter	4
	Hesperiinae	<i>Thymelicus aceton</i> (ROTTEMBERG, 1775)	Mattscheckiger Braundickkopffalter	1
		<i>Thymelicus lineola</i> (OCHSENHEIMER, 1808)	Schwarzkolbiger Braundickkopffalter	2
		<i>Thymelicus sylvestris</i> (PODA, 1761)	Ockergelber Braundickkopffalter	33
		<i>Ochlodes venatus</i> (BREMER & GREY, 1853)	Komma-Dickkopffalter	4

5.2.2 Gefährdung der erfaßten Arten

Von den 32 erfaßten Arten sind 15 (rund 47 %) einer Gefährdungsstufe zuzuordnen. Davon sind fünf Falterarten deutschlandweit (PRETSCHER et al. 1998), elf Arten in Rheinland-Pfalz (BLÄSIUS et al. 1992) und zwölf Arten in Nordrhein-Westfalen gefährdet (KINKLER et al. 1988). Für das Gebiet Eifel-Siebengebirge werden neun Arten als gefährdet eingestuft (Tab. 11). Davon ist *Boloria aquilonaris* (Hochmoor-Perlmutterfalter) akut vom Aussterben bedroht. Auch in Belgien wird diese Art als in ihrem Bestand gefährdet eingestuft (BAGUETTE & GOFFART 1991, BAGUETTE et al. 1992).

Von *Boloria aquilonaris* wurden sechs Individuen auf zwei Untersuchungsflächen nachgewiesen. Bei dem Fund auf einer Fläche handelt es sich um einen Einzelnachweis. Nach WAGENER⁵ wurden im Jahre 1998 aber noch mehrere Exemplare dort beobachtet.

Bei den Arten *Callophrys rubi*, *Celastrina argiolus*, *Polyommatus bellargus*, *Argynnis paphia* und *Melanargia galathea* handelt es sich um Einzelnachweise. *Apatura iris* wurde mit lediglich zwei Exemplaren auf einer Untersuchungsfläche (Großweberbach 1, Belgien) gefunden.

Lycaena helle gilt sowohl deutschlandweit als auch in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz als akut vom Aussterben bedroht. Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 93 Individuen dieser Art nachgewiesen. Es scheint also noch eine recht starke Population im Bereich der Hocheifel zu bestehen. Darauf weist auch der Gefährdungsstatus für den Bereich Eifel-Siebengebirge hin, der bei 2 (gefährdet) liegt. *Lycaena helle* wurde sowohl auf Flächen in Nordrhein-Westfalen (sechs von neun) und Rheinland-Pfalz (vier von vier) als auch auf belgischen Flächen (fünf von 14) nachgewiesen.

Boloria eunomia wird in allen Gebieten als gefährdet eingestuft. Von dieser Art wurden insgesamt 108 Individuen auf zwölf Flächen (sieben in Belgien, eine in Nordrhein-Westfalen und vier in Rheinland-Pfalz) gefunden. Sowohl *Lycaena helle* als auch *Boloria eunomia* gelten in Belgien als gefährdet (BAGUETTE & GOFFART, 1991, BAGUETTE et al. 1992).

⁵ WAGENER, F. (1998): Mündliche Aukunft. Biologische Station des Kreis Euskirchen Nettersheim.

Brenthis ino und *Boloria selene*, die deutschlandweit lediglich auf der Vorwarnliste stehen wurden in wesentlich geringeren Individuenzahlen (41 bzw. 51) gefunden.

Auffallend ist die geringe Individuenzahl von *Lycaena hippothoe* (8), dessen typische Lebensräume Hangmoore und nasse Wiesen sind (TOLMAN & LEWINGTON 1998).

Tab. 11: Gefährdete Arten im Untersuchungsgebiet (1. & 2. nach KINKLER et al. 1988; 3. nach BLÄSIUS et al. 1992; 4. Nach PRETSCHER et al. 1998); türkis unterlegt: nur in Belgien nachgewiesen; gelb unterlegt: nur in NRW nachgewiesen; grün unterlegt: nur in RLP nachgewiesen

Falterart	1. Nordrhein-Westfalen		2. Nordrhein-Westfalen, Eifel-Siebengebirge		3. Rheinland-Pfalz		4. Deutschland	
	Artnamen in Publikation	Kategorie	Artnamen in Publikation	Kategorie	Artnamen in Publikation	Kategorie	Artnamen in Publikation	Kategorie
<i>Carterocephalus palaemon</i> (PALLAS, 1771)	<i>Carterocephalus palaemon</i>	3	<i>Carterocephalus palaemon</i>	*	<i>Carterocephalus palaemon</i>	4	<i>Carterocephalus palaemon</i>	V
<i>Aporia crataegi</i> (LINNAEUS, 1758)					<i>Aporia crataegi</i>	3	<i>Aporia crataegi</i>	V
<i>Lycaena helle</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)	<i>Lycaena helle</i>	1	<i>Lycaena helle</i>	2	<i>Lycaena helle</i>	1	<i>Lycaena helle</i>	1
<i>Lycaena hippothoe</i> (LINNAEUS, 1761)	<i>Lycaena hippothoe</i>	2	<i>Lycaena hippothoe</i>	2	<i>Lycaena hippothoe</i>	3	<i>Lycaena hippothoe</i>	2
<i>Callophrys rubi</i> (LINNAEUS, 1758)	<i>Callophrys rubi</i>	2	<i>Callophrys rubi</i>	3			<i>Callophrys rubi</i>	V
<i>Celastrina argiolus</i> (LINNAEUS, 1758)					<i>Celastrina argiolus</i>	4		
<i>Argynnis paphia</i> (LINNAEUS, 1758)	<i>Argynnis paphia</i>	2	<i>Argynnis paphia</i>	3				
<i>Brenthis ino</i> (ROTTEMBURG, 1775)	<i>Brenthis ino</i>	3	<i>Brenthis ino</i>	*	<i>Brenthis ino</i>	3	<i>Brenthis ino</i>	V
<i>Boloria eunomia</i> (ESPER, 1799)	<i>Procllossiana eunomia</i>	2	<i>Procllossiana eunomia</i>	2	<i>Procllossiana eunomia</i>	2	<i>Boloria eunomia</i>	2
<i>Boloria selene</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)	<i>Boloria selene</i>	2	<i>Boloria selene</i>	3			<i>Boloria selene</i>	V
<i>Boloria aquilonaris</i> (STICHEL, 1908)	<i>Boloria aquilonaris</i>	1	<i>Boloria aquilonaris</i>	1	<i>Boloria aquilonaris</i>	1	<i>Boloria aquilonaris</i>	2
<i>Apatura iris</i> (LINNAEUS, 1758)					<i>Apatura iris</i>	3	<i>Apatura iris</i>	V
<i>Erebia medusa</i> (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775)	<i>Erebia medusa</i>	2	<i>Erebia medusa</i>	2	<i>Erebia medusa</i>	4	<i>Erebia medusa</i>	V
<i>Melanargia galathea</i> (LINNAEUS, 1758)	<i>Melanargia galathea</i>	3	<i>Melanargia galathea</i>	3				

5.2.3 Phänologie

In Abb. 12 sind die Nachweise der erfaßten Arten im Untersuchungszeitraum 1998 dargestellt.

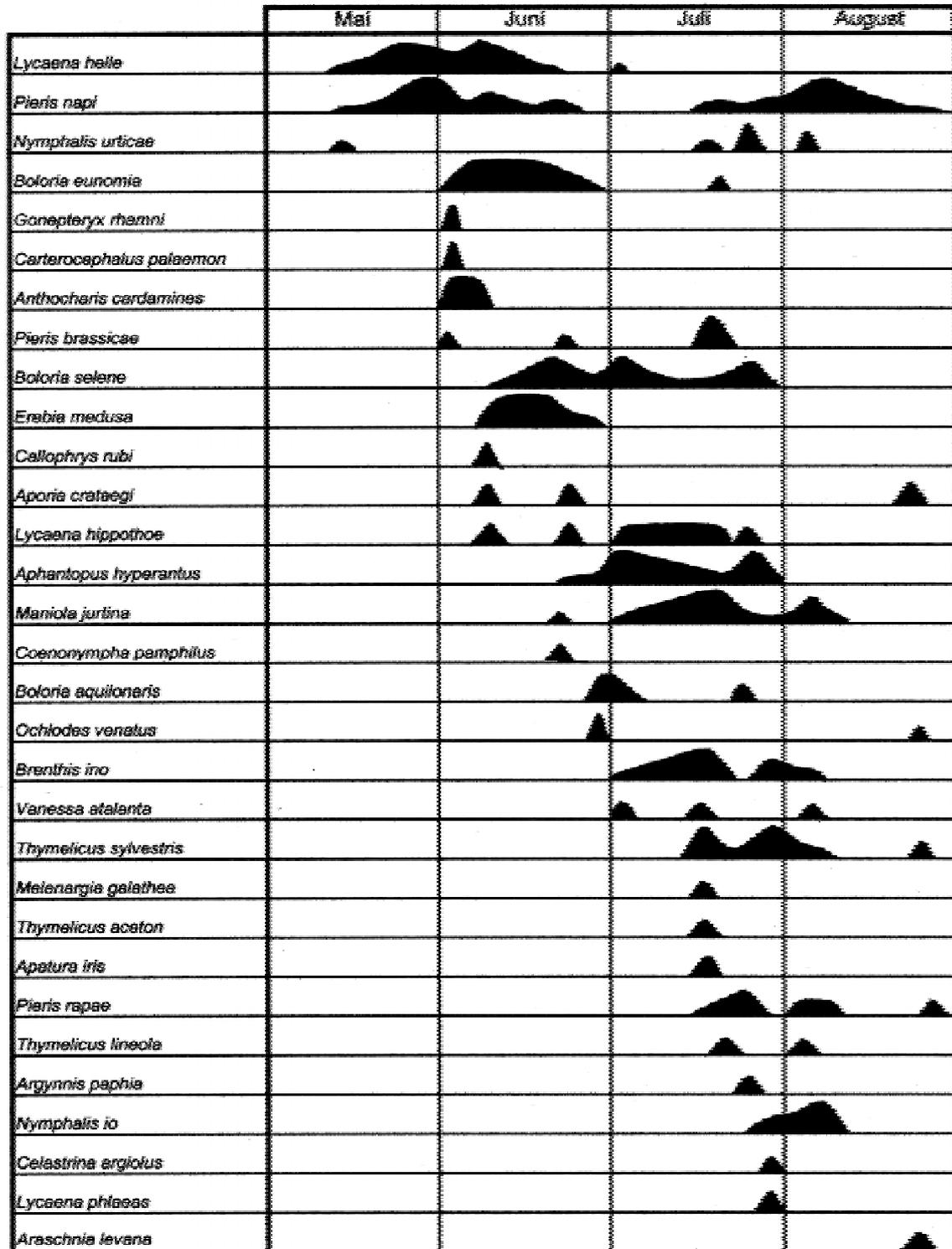


Abb. 12: Nachweise der tagaktiven Schmetterlinge im Untersuchungszeitraum 1998

Die längste Flugzeit mit 95 Tagen wurde bei *Pieris napi* beobachtet. Diese Art flog während des gesamten Untersuchungszeitraumes. Bei *Lycaena helle* begann die Flugzeit am 14.5.98 und endete mit der letzten Beobachtung am 1.7.98. Insgesamt flog die Art also etwas mehr als sechs Wochen. *Boloria eunomia* wurde am 1.6.98 erstmals gefunden, der letzte Nachweis gelang am 21.7.98. Damit betrug die Gesamtflugzeit knapp acht Wochen. Das Auftreten von *Lycaena helle* und *Boloria eunomia* überschneidet sich also zeitlich in einem Rahmen von 30 Tagen. Bei beiden Arten war die Individuendichte Anfang Juni am höchsten (*L. helle* – 15 Falter; *B. eunomia* – 23 Falter).

Sowohl die höchste Individuendichte als auch die größte Artenanzahl wurden im Jahre 1998 Ende Juli erreicht. Hier wurden 120 Individuen aus zwölf Arten gezählt (Abb. 13). Es handelt sich hier um die Hauptflugzeit der beiden individuenreichsten Arten *Maniola jurtina* und *Aphantopus hyperantus*. Ausgesprochene Frühjahrsarten sind hier wegen des relativ späten Beginns der Untersuchung am 14.5.98 unterrepräsentiert.

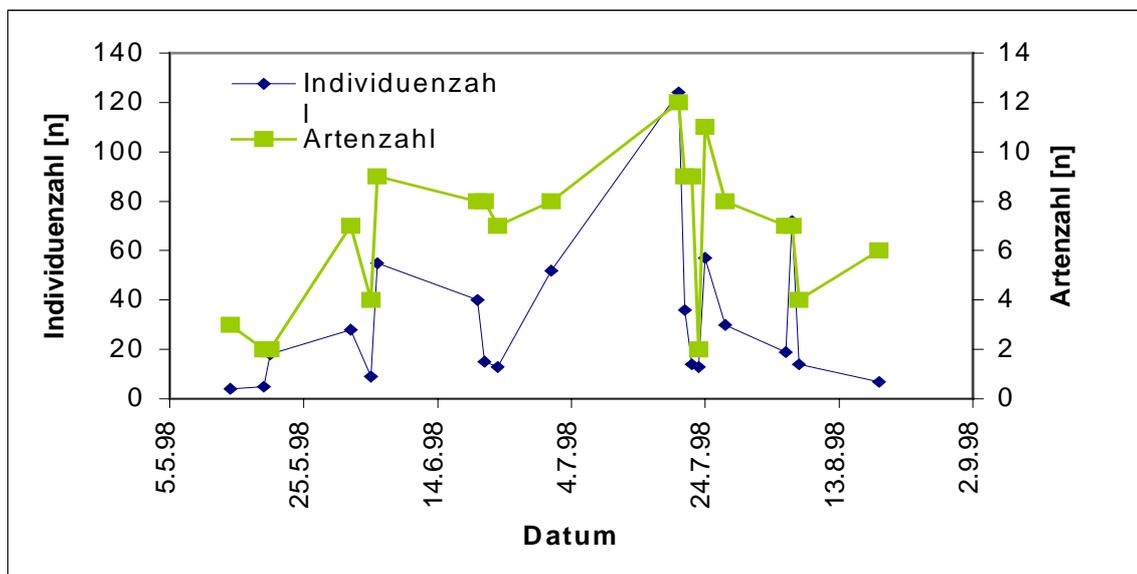


Abb. 13: Arten- und Individuenzahl im Jahresverlauf 1998

5.2.4 Präsenz, Dominanz

Die Falter *Aphantopus hyperantus*, *Pieris napi*, *Maniola jurtina* und *Brenthis ino* treten im Untersuchungsgebiet als dominante Arten auf (Abb. 14).

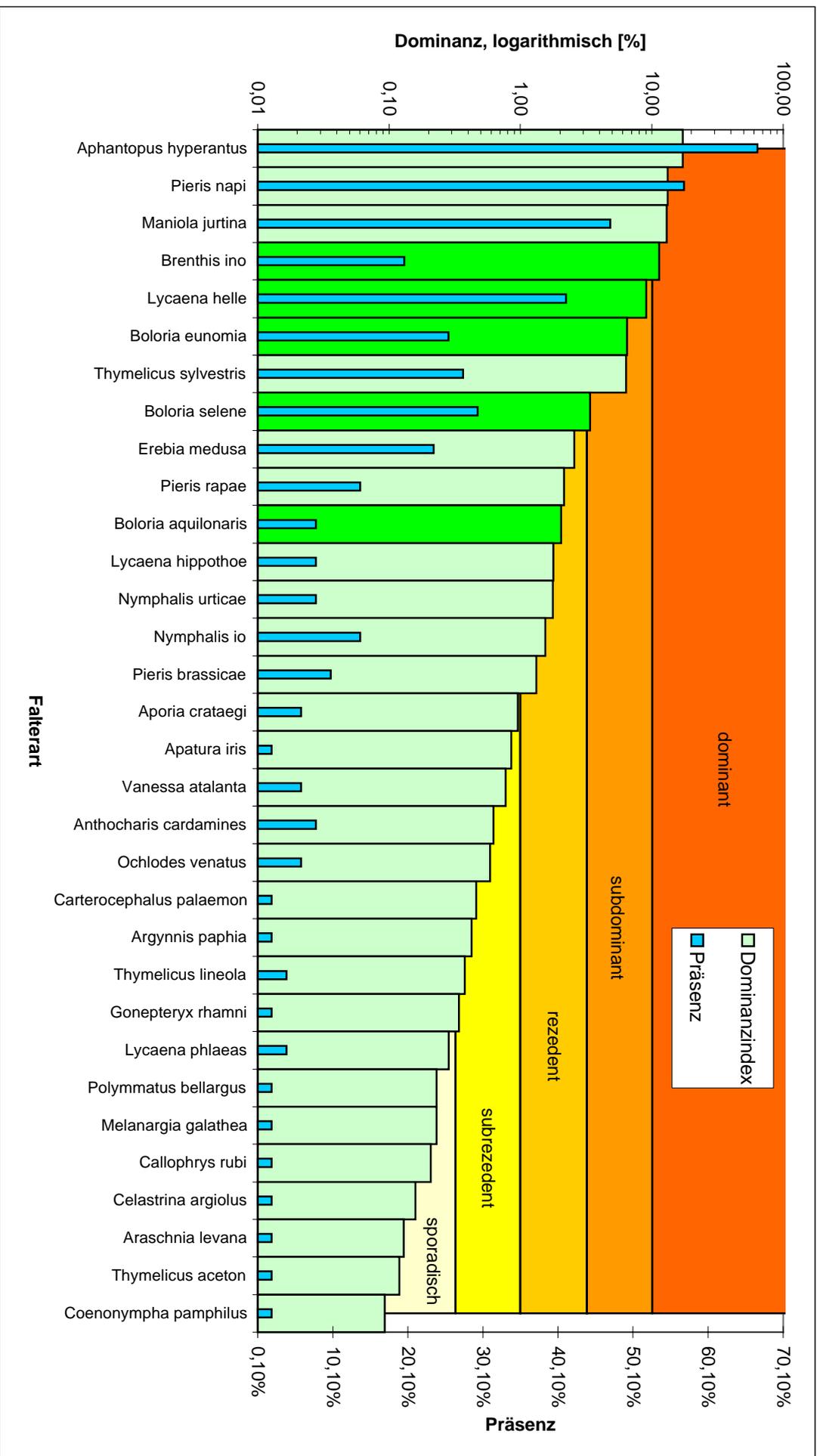


Abb. 14: Dominanz und Präsenz der erfassten Arten im Untersuchungsgebiet (dunkelgrün: auf Feuchstandorte spezialisierte Arten) 1998

Jeweils vier Arten sind dominant bzw. subdominant und machen rund 78 % der Beobachtungen aus. Diesen acht Hauptarten stehen die restlichen als Begleitarten gegenüber.

Bei *Pieris napi* handelt es sich um einen azönen Wanderfalter. *Aphantopus hyperantus*, *Maniola jurtina* und *Thymelicus sylvestris* gehören nach WEIDNER (1992) zu den eurytopen Begleitern ohne ausgesprochene Habitatpräferenzen. Aber auch diese Arten (insbesondere *Maniola jurtina*) sind in den letzten Jahren seltener geworden (WEIDEMANN 1995) und durch die zunehmende Intensivierung der Flächennutzung bedroht. Sie indizieren somit eine höhere Biotopqualität, hinsichtlich der Artenvielfalt.

Zu den typischen Feuchtwiesenvertretern unter den Tagfaltern gehören *Lycaena helle* und *Boloria eunomia*. Diese Arten gelten als extrem stenotop und monophag; ihre Raupen sind auf *Polygonum bistorta* (Schlangenknöterich) als ausschließliche Futterpflanze spezialisiert.

Ebenfalls auf feuchten Flächen sind *Boloria selene* und *Brenthis ino* anzutreffen. Die Raupen von *Boloria selene* fressen an verschiedenen Veilchen-Arten (*Viola canina* (Hunds-Veilchen), *V. palustris* (Sumpf-V.), *V. riviniana* (Hain-V.), *V. hirta* (Rauhhaar-V.). *Brenthis ino*-Raupen sind auf *Filipendula ulmaria* (Mädesüß) als Futterpflanze angewiesen (WEIDNER 1992). Nach TOLMAN & LEWINGTON (1998) und WEIDEMANN (1995) fressen sie auch an *Sanguisorba officinalis* (Großer Wiesenknopf) und anderen Pflanzenarten, die aber im Untersuchungsgebiet nicht gefunden wurden und damit hier keine Rolle spielen. *Brenthis ino* wird von WEIDNER aufgrund der Abhängigkeit von *Filipendula ulmaria* als zönobiont eingestuft, die Nutzung weiterer Pflanzenarten als Raupenfutter könnte diese Einstufung als zu eng erscheinen lassen. Ebenfalls in die Kategorie der Zönobionten fallen die oben genannten Arten *Boloria eunomia* und *Lycaena helle*.

Die Falter *Anthocharis cardamines* und *Lycaena hippothoe* werden ebenso wie *Boloria selene* von WEIDNER (1992) als zönophil eingestuft, da sie auch in anderen Gesellschaften als den hier ermittelten vorkommen.

Die geringe Präsenz der Arten *Brenthis ino* und *Boloria eunomia* im Verhältnis zu ihrem relativ hohen Dominanzindex deuten auf eine starke Bindung an bestimmte Habitatstrukturen hin. Bei *Brenthis ino* ist dieses Verhältnis am stärksten ausgeprägt (40 Individuen in

zehn Rastern bzw. sieben Transekten), bei *Boloria eunomia* (55 Individuen in 13 Rastern bzw. elf Untersuchungsflächen). *Lycaena helle* hingegen wurde in weit mehr Rastern (21) und Untersuchungsflächen (15) angetroffen.

Bei *Boloria aquilonaris* fällt eine Bewertung aufgrund der geringen Individuenzahl (sechs) wie bei den anderen Begleitarten schwer. Da die Art jedoch nur auf zwei Flächen nachgewiesen wurde, kann man von einer stark ausgeprägten Bindung der Art an spezielle Habitate ausgehen, zumal die ausschließliche Raupenfutterpflanze *Oxycoccus palustris* (Gemeine Moosbeere) ist. Der Bestand dieser Art ist in den letzten Jahren extrem zurückgegangen (PRETSCHER et al. 1998) und eine gezielte Untersuchung der tatsächlichen und der potentiellen Lebensräume noch nicht bekannter Vorkommen wird dringend empfohlen (MEINECKE 1985).

5.3 Verhältnis von Vegetation und Falterfauna

5.3.1 Diversität, Evenness

Die Diversität der Falterfauna auf den unterschiedlichen Vegetationseinheiten reicht von $H_S = 1,82$ auf den Arrhenatheretalia-Gesellschaften bis $H_S = 0,79$ auf den Quell-Fluren. Bei den anderen Flächen sind die Unterschiede nicht so stark. Auch die Flächen, die aufgrund ihrer Nutzung keiner Vegetationseinheit zuzuordnen sind (Sonstige), liegen im mittleren Bereich.

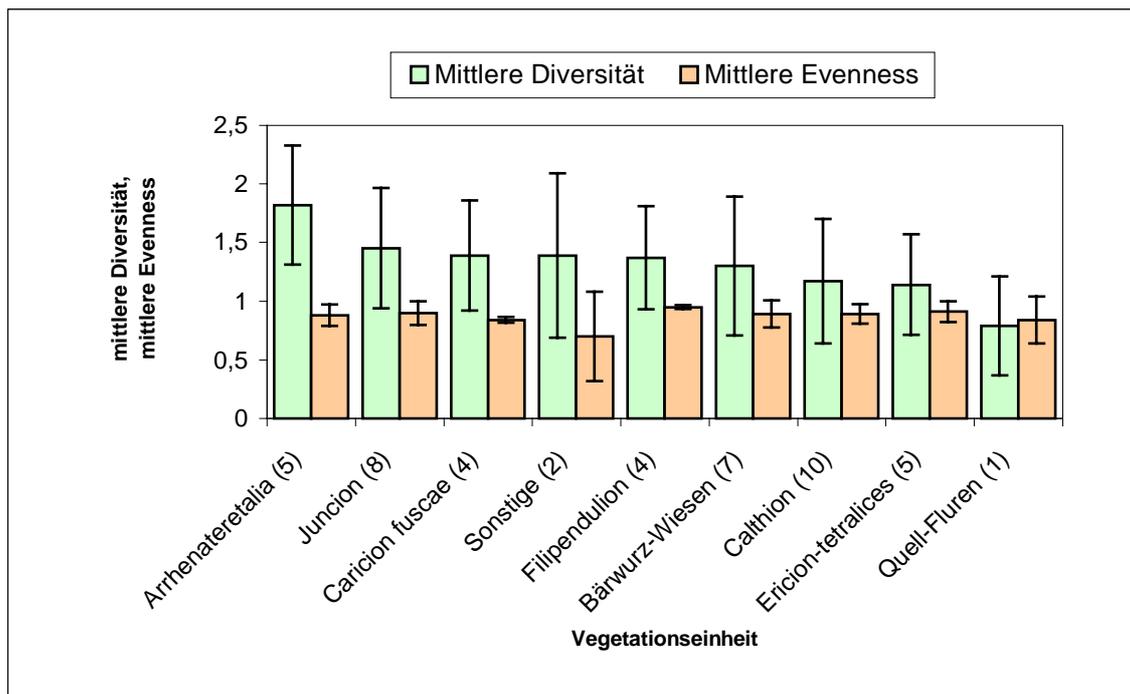


Abb. 15: Mittlere Diversität (nach SHANNON-WEAVER) und Evenness der Falterfauna auf den Vegetationseinheiten mit Standardabweichung (Flächen mit 0 oder 1 Falterart wurden nicht berücksichtigt), in Klammern hinter den Vegetationseinheiten steht die Anzahl der jeweils angetroffenen Rote Liste-Arten

Diese Flächen fallen bei der Evenness jedoch deutlich zurück ($E_S = 0,7$). Der höchste Wert wird hier von der Falterfauna der Filipendulion-Gesellschaften ($E_S = 0,95$) erreicht. Bei den übrigen Flächen ist die Evenness recht ausgeglichen (von $E_S = 0,84$ bis $E_S = 0,9$). Auffallend ist, daß die Quell-Fluren trotz niedriger Diversität eine hohe Evenness erreichen ($E_S = 0,84$).

Allgemein läßt sich sagen, daß die Flächen mit hoher Evenness eine relativ gleichmäßige Verteilung der Individuen auf die Arten aufweisen. Das heißt, daß keine ausgesprochen dominanten aber auch nicht viele rezedenten Arten auf diesen Flächen vorhanden sind. Die Kurve der Dominanzstruktur verläuft hier sehr flach, es herrscht eine stärkere Ausgeglichenheit zwischen den Individuenzahlen der Arten. Eine hohe Diversität weist zwar auf eine große Artenanzahl hin, läßt aber die Verteilung der Individuen außer acht.

Ein Zusammenhang mit der Anzahl der Rote Liste-Arten hinsichtlich der Vegetationseinheiten wurde nicht festgestellt. Dabei muß berücksichtigt werden, daß von jeder synsystematischen Ordnung unterschiedlich viele Flächen untersucht wurden.

5.3.2 *Lycaena helle*, *Boloria eunomia*



Abb. 16: *Lycaena helle* (Blauschillernder Feuerfalter). Ruhendes Männchen. Zu erkennen ist das namensgebende blaue Schillern der Flügelschuppen

Bei diesen Arten wurden die Daten von 1999 für die Korrelationen verwendet, da in diesem Jahr die Begehungen häufiger und in kleineren Abständen durchgeführt werden konnten.

Beiden Faltern ist die ausschließliche Raupenfutterpflanze *Polygonum bistorta* (Schlangen- oder Wiesenknöterich) gemeinsam. Außerdem überschneidet sich die Flugzeit über einen Zeitraum von vier Wochen. Da die Falter auch nebeneinander auf ein und derselben Fläche vorkommen, stellt sich die Frage, ob und inwieweit sich ihre jeweiligen autökologischen Ansprüche in Bezug auf die Vegetation unterscheiden.

Die kleinräumige Bindung an *Polygonum bistorta* ist bei beiden Arten sehr stark ausgeprägt (Tab. 12).

Tab. 12: Bivariable Rangkorrelationen von *Lycaena helle* und *Boloria eunomia* mit den Deckungsgraden von *Polygonum bistorta* nach KENDALL und SPEARMAN (nach SACHS 1997) (Daten von 1999)

		N(51) (alle Flächen)		N(30) (Flächen mit <i>Polygonum bistorta</i>)	
		KENDALL	SPEARMAN	KENDALL	SPEARMAN
<i>Lycaena helle</i>	τ / r_s	0,3085	0,3711	0,263	0,327
	sig	0,004	0,004	0,039	0,039
<i>Boloria eunomia</i>	τ / r_s	0,1946	0,2387	0,1255	0,1487
	sig	0,05	0,046	0,204	0,216

Es zeigt sich, daß die Bindung an den Deckungsgrad von *Polygonum bistorta* bei *Lycaena helle* sehr stark ausgeprägt ist. Sowohl bei Berücksichtigung aller Flächen als auch bei Berücksichtigung der Flächen mit Vorkommen von *Polygonum bistorta* ist die Abhängigkeit signifikant.

Überraschend ist das Ergebnis bei *Boloria eunomia*. Hier ist die Bindung bei allen Flächen zwar signifikant, doch bei der Korrelation mit den „*Polygonum bistorta*-Flächen“ ist lediglich eine Tendenz zur Abhängigkeit festzustellen. Das bedeutet, daß *Boloria eunomia* zwar abhängig vom Vorkommen nicht aber von der Häufigkeit der Futterpflanze ist.

Die Aussagen der beiden Korrelationsmethoden stimmen überein. Dadurch werden die Ergebnisse gestützt.



Abb. 17: *Boloria eunomia* (Randring-Perlmutterfalter). Nektarsaugendes Weibchen. Zu erkennen sind die namensgebenden Ringe auf der Unterseite der Hinterflügel

Bei Betrachtung der Verteilung der beiden Arten auf die Vegetationseinheiten ergibt sich ein differenzierteres Bild (Abb. 18). Die Verbreitungsschwerpunkte der beiden Arten liegen in unterschiedlichen Bereichen.

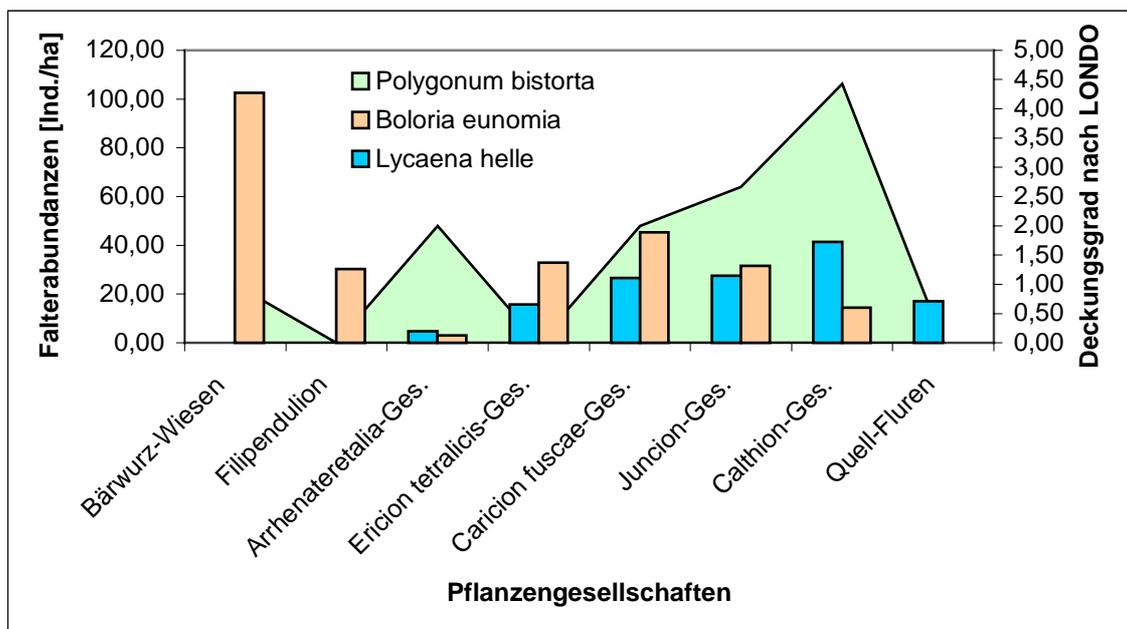


Abb. 18: Verteilung der Abundanzen von *Boloria eunomia* und *Lycaena helle* auf verschiedene Vegetationseinheiten unter Berücksichtigung der Häufigkeit von *Polygonum bistorta*. Für die Abundanzen und den Deckungsgrad wurden die Mittelwerte der Flächen einer Vegetationseinheit verwendet. (Daten von 1999)

So wurde *Boloria eunomia* ohne *Lycaena helle* im Filipendulion und auf Bärwurz-Wiesen gefunden. Auf Quell-Fluren war nur *Lycaena helle* vertreten, *Boloria eunomia* fehlte hier. Im Calthion überwiegt *Lycaena helle*, im Caricion fuscae und Ericion tetralicis ist *Boloria eunomia* dominanter. Im Juncion und in der Arrhenateretalia-Gesellschaft ist die Abundanz nahezu gleich, wobei in letzterer beide Arten nur sehr schwach vertreten sind.

5.3.3 *Lycaena helle* – Raupenfunde



Abb. 19: Raupe von *Lycaena helle* auf der Unterseite eines Blatts von *Polygonum bistorta*. Links im Bild das typische Fensterfraßbild der Raupe

Raupen von *Lycaena helle* (Abb. 19) wurden auf zehn Flächen nachgewiesen (*L. helle*_{Rpos}) (Tab. 13). Auf drei dieser Flächen wurden weder im Jahre 1998 noch im Jahre 1999 adulte Falter gefunden.

Bei acht weiteren Untersuchungsflächen konnten 1998 zwar adulte Falter nachgewiesen werden, es wurden aber keine Raupen gefunden (*L. helle*_{Rneg}). 1999 verringerte sich die Zahl dieser Flächen auf fünf.

Tab. 13: Untersuchungsflächen mit Raupen- bzw. Falterfunden von *Lycaena helle*

Flächen mit Raupenfund												
Fläche	Kolvenderbach 1c	Kolvenderbach 1a	Holzwarche 1	Größweberbach 1	Wurfbach 1	Voigtsvenn 2	Voigtsvenn 1	Schwalenbach 1a	Rohrvenn	Reinzelbach 4	Mittelwert	Standardabweichung
<i>L. helle</i> – Abundanzen 98 [Imagines/ha]	7,6	0,0	102,6	0,0	0,0	5,1	96,7	56,2	2,7	80,4	35,1	43,77
<i>L. helle</i> – Abundanzen 99 [Imagines/ha]	60,6	0,0	81,6	0,0	0,0	10,3	81,6	102,6	5,4	89,2	43,1	43,46
Flächen ohne Raupenfund aber mit Imagines												
Fläche	Holzwarche5	Jansbach1	Kyll3	Miesbach1	Missebach1	Schartenknopf1b	Schwalenbach1b	Wilsambach4	Mittelwert	Standardabweichung		
<i>L. helle</i> – Abundanzen 98 [Imagines/ha]	7,6	15,6	70,6	6,6	18,2	4,3	6,9	50,2	22,5	24,48		
<i>L. helle</i> – Abundanzen 99 [Imagines/ha]	60,0	0,0	39,2	43,7	53,0	0,0	0,0	9,4	25,7	25,85		

Es fällt auf, daß der Mittelwert der Falterabundanzen bei den *L. helle*_{Rpos} – Flächen wesentlich höher liegt als bei den *L. helle*_{Rneg} – Flächen. Ausgehend von der Annahme, daß es sich bei den Flächen mit Raupennachweis um „sichere Vorkommen“, d.h. Reproduktionsflächen handelt, ist anzunehmen, daß hier auch die Abundanz der Falter höher liegt. Diese Habitate bieten sowohl den Präimaginalstadien als auch den adulten Faltern die benötigten Ressourcen. Eine Überprüfung der Daten anhand des t-Tests (Tab. 14) ergab jedoch keine Signifikanz dieser Unterschiede ($p = 0,45 > 0,05$ für 1998, $p = 0,31 > 0,05$ für 1999).

Tab. 14: t-Test für zwei unabhängige Stichproben: Unterschiedlicher Varianz. Ergebnis der Überprüfung zur Abundanzerrhöhung in Flächen mit *Lycaena helle* – Raupen

	1998	1999
F-Test	0,14	0,18
t-Test	0,45	0,31
Freiheitsgrade	14,55	14,96

5.3.4 *Boloria selene*



Abb. 20: *Boloria selene* (Braunfleckiger Perlmutterfalter). Zu erkennen ist der namensgebende braune Fleck in der Diskalregion der Unterseite des Hinterflügels

Die Raupen von *Boloria selene* fressen an verschiedenen Veilchen-Arten (*Viola canina* (Hunds-Veilchen), *V. palustris* (Sumpf-V.), *V. riviniana* (Hain-V.), *V. hirta* (Rauhhaar-V.)). Auf den Untersuchungsflächen wurden davon die Arten *Viola palustris* und *Viola canina* angetroffen. Die Bindung an die Raupenfutterpflanze *Viola palustris* ist unter Berücksichtigung aller Flächen signifikant (Tab. 15).

Tab. 15: Bivariable Rangkorrelationen von *Boloria selene* mit den Deckungsgraden von *Viola palustris* und *Viola canina* nach KENDALL und SPEARMAN (nach SACHS 1997) (Daten von 1998)

		KENDALL	SPEARMAN	KENDALL	SPEARMAN
<i>Boloria selene</i>	Pflanzenart	<i>Viola palustris</i>			
	Flächenanzahl	N(51) (alle)		N(13) (mit <i>V. palustris</i>)	
	τ / r_s	0,2744	0,3018	0,1558	0,1913
	sig	0,015	0,016	0,263	0,266
	Pflanzenart	<i>Viola canina</i>			
	Flächenanzahl	N(51) (alle)		N(2) (mit <i>V. canina</i>)	
	τ / r_s	-0,1187	-0,1278	-	-
	sig	0,183	0,186	-	-
	Pflanzenart	<i>V. palustris</i> + <i>V. canina</i>			
	Flächenanzahl	N(51) (alle)		N(15) mit beiden V.-Arten	
	τ / r_s	0,2064	0,2286	0,079	0,0921
	sig	0,051	0,053	0,364	0,372

Betrachtet man lediglich die Flächen mit *Viola palustris*, so ist die Bindung an den Deckungsgrad nicht signifikant. Ebenso verhält es sich bei der Korrelation mit beiden Veilchen-Arten. Bei *Viola canina* ist die Bindung nicht nachzuweisen. Die Korrelation mit den Deckungsgraden der Pflanze unter Berücksichtigung aller Flächen ergab keine Signifikanz. Da die Art nur auf zwei Flächen nachgewiesen werden konnte, wurde auf eine Korrelation nur mit diesen Arealen verzichtet.

Die beiden Veilchenarten kamen auf keiner der Flächen nebeneinander vor. Es können also keine Abhängigkeiten bei den verschiedenen Korrelationen bestanden haben. *Viola palustris* erscheint als die wichtigste Futterpflanze für *Boloria selene* auf den Untersuchungsflächen. Dabei ist weniger der Deckungsgrad als das Vorkommen der Pflanze ausschlaggebend.

5.3.5 *Brenthis ino*

Auch für *Brenthis ino* wurden Rangkorrelationen zur Überprüfung der Abhängigkeit des Vorkommens der Adulten von den Deckungsgraden der Raupenfutterpflanzen durchgeführt (Tab. 16). Wie die Veilchenarten kamen auch *Filipendula ulmaria* (Mädesüß) und

Sanguisorba officinalis (Großer Wiesenknopf) auf keinem der untersuchten Raster gemeinsam vor.

Tab. 16: Bivariable Rangkorrelationen von *Brenthis ino* mit den Deckungsgraden von *Filipendula ulmaria* und *Sanguisorba officinalis* nach KENDALL und SPEARMAN (nach SACHS 1997) (Daten von 1998)

		KENDALL	SPEARMAN	KENDALL	SPEARMAN
<i>Brenthis ino</i>	Pflanzenart	<i>Filipendula ulmaria</i>			
	Flächenanzahl	N(51) (alle)		N(10) (mit <i>F. ulmaria</i>)	
	τ / r_s	0,4818	0,5105	0,2532	0,3281
	sig	0	0	0,172	0,177
	Pflanzenart	<i>Sanguisorba officinalis</i>			
	Flächenanzahl	N(51) (alle)		N(10) (mit <i>S. officinalis</i>)	
	τ / r_s	0,0667	0,0767	0,5739	0,6351
	sig	0,305	0,296	0,029	0,024
	Pflanzenart	<i>F. ulmaria</i> + <i>S. officinalis</i>			
	Flächenanzahl	N(51) (alle)		N(20) mit beiden Arten	
	τ / r_s	0,4664	0,5264	0,3822	0,4943
	sig	0	0	0,021	0,013

Für *Filipendula ulmaria* ergibt sich bei Berücksichtigung aller Flächen eine enge Bindung der Falter. Bei den Flächen mit *Filipendula ulmaria* ist nur mehr eine Tendenz zur Abhängigkeit zu erkennen. Da *Filipendula ulmaria* oft flächendeckend vorkommt ist davon auszugehen, dass, ähnlich zu *Boloria eunomia* und *Polygonum bistorta*, ab einem gewissen Deckungsgrad die Falterabundanz nicht mehr zunimmt.

Bei *Sanguisorba officinalis* ist es umgekehrt, die Bindung ist hier nur unter Berücksichtigung der Flächen mit der Pflanzenart zu erkennen. Das mag an den hohen Deckungsgraden von *Filipendula ulmaria* und den hohen Abundanzen des Falters in diesen Bereichen liegen. Diese wirken sich natürlich auf die Korrelation aller Flächen aus. Bei Betrachtung der Flächen mit beiden Pflanzenarten ist die Korrelation in beiden Fällen signifikant.

Es zeigt sich also, daß die Falterart auf den untersuchten Flächen von beiden Pflanzen abhängig ist. Die Vermutung, daß auch *Sanguisorba officinalis* als Futterpflanze dient, wird verstärkt.



Abb. 21: *Brenthis ino* (Violetter Silberfalter). Saugendes Weibchen.

5.3.6 *Boloria aquilonaris*

Für *Boloria aquilonaris* konnte aufgrund der geringen Anzahl an Nachweisen (sechs Individuen in vier Rastern) keine Rangkorrelation durchgeführt werden. Drei dieser Raster gehören zu einer Untersuchungsfläche. In einem Raster wurde die Raupenfutterpflanze *Oxycoccus palustris* angetroffen. Das vierte Raster gehört zu einer anderen Untersuchungsfläche, *Oxycoccus palustris* wurde zwar nicht auf dem Raster direkt, aber in anderen Bereichen des Areals gefunden. Nach Auskunft von DOERPINGHAUS handelt es sich bei beiden Flächen um langjährige Habitate des Falters, also wahrscheinlich um Reproduktionsflächen⁶.

Drei der Raster sind eindeutig dem *Ericion tetralices* zuzuordnen, eines fällt in den Bereich des *Juncion*. Auf allen Flächen sind Arten der Heidemoore anzutreffen, vor allem Torfmoose (*Sphagnum spec.*).

⁶ DOERPINGHAUS, A. (1999): Mündliche Auskunft.

6 Diskussion

6.1 Verteilung der Niederschläge

Die Niederschläge waren in den Untersuchungszeiträumen beider Jahre sehr unregelmäßig verteilt (Abb. 22). So fielen während 30 Tagen von Ende Mai bis Ende Juni 1998 rund 140 mm Niederschlag. Im Jahr darauf waren es während des gleichen Zeitraums nur rund 40 mm. Auch die Verteilung innerhalb der Dekaden war sehr unterschiedlich. Am 28. Mai und am 7. Juni 1998 fielen jeweils über 20 mm Niederschlag. Nach eigenen Beobachtungen waren die Populationen der tagaktiven Falter von so starken Niederschlägen oft beeinträchtigt. Flächen, auf denen zuvor noch eine relativ große Zahl von Schmetterlingen verschiedener Arten gefunden worden waren, wiesen bei Begehungen im direkten Anschluß an Schlechtwetterperioden mit hoher Niederschlagsmenge nur mehr Bruchteile der ursprünglichen Individuendichte auf. So wurden auf der Fläche Reinzeltbach 4 am 20.5.98 vier Individuen von *Lycaena helle* gezählt, am 1.6.98 waren es nur noch zwei Individuen. Bei späteren Begehungen konnten keine Falter dieser Art mehr nachgewiesen werden.

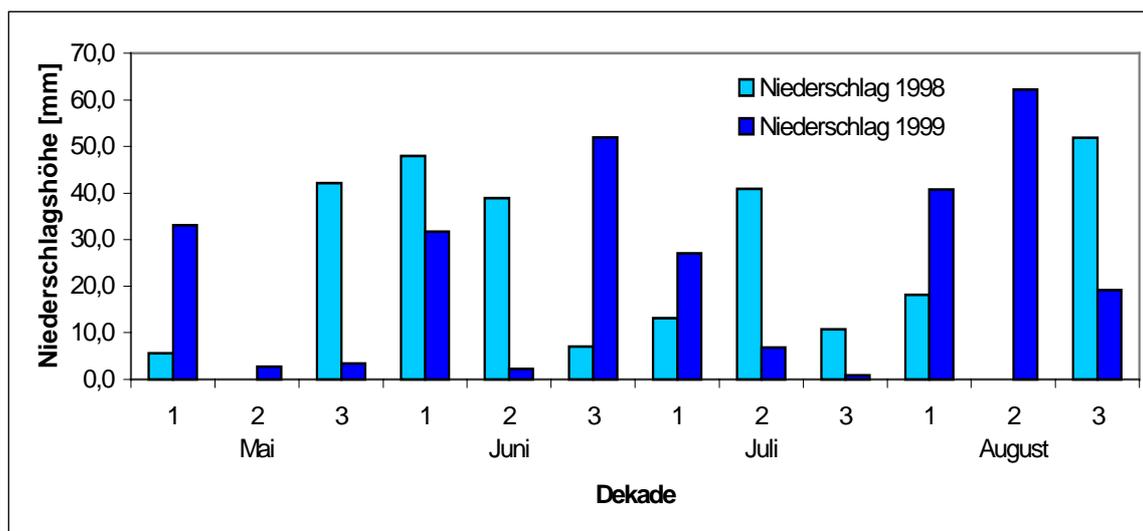


Abb. 22: Verteilung der Niederschläge auf die Monatsdekaden Mai bis August 1998 (DEUTSCHER WETTERDIENST 1999)

Bisher gibt es keine quantitativen Erkenntnisse über den Einfluß starker Niederschläge auf Schmetterlingspopulationen. Um die Ergebnisse der Begehungen besser einordnen zu können, wären solche Erhebungen aber dringend notwendig. Für die Falter scheint die Verteilung der Niederschläge nämlich wesentlich ausschlaggebender zu sein als deren Summe im Jahreslauf.

6.2 Methoden

6.2.1 Linien-Transektmethode

Die Linien-Transektmethode zur Erfassung von tagaktiven Schmetterlingen bringt einige Vor- und Nachteile mit sich:

- Die recht geringe Beeinflussung der Tiere:

Nur in den wenigsten Fällen müssen einzelne Individuen gefangen werden. Jeder Fang birgt die Möglichkeit von Verletzung oder gar Tötung des Falters. In jedem Falle aber wird das Verhalten durch das Einfangen der Tiere stärker beeinflusst als durch das Zählen. Doch auch bei der Zählung muß berücksichtigt werden, daß die Falter im Bereich des Transekts oft durch die Begehung gestört werden. Viele Falter haben eine größere Fluchtdistanz als den Abstand von 2,5 m, der bei der Begehung die Grenze des Transekts bildet. Das ist auch und gerade bei warmen Wetter der Fall, bei dem die Falter eine wesentlich stärkere Aktivität zeigen als bei kühler Witterung. So kommt es oft dazu, daß das Verhalten der Tiere zum Zeitpunkt des Zählens „Fliegen“ ist, obwohl das Auf-fliegen erst durch die Begehung ausgelöst wurde. Dies bestätigen auch DREWS & FECHNER (1996), die die Beobachtung des Verhaltens einzelner Tiere mit den Beobachtungen während des Zählens vergleichen. Dabei kommt es zu teilweise erheblichen Unterschieden des beobachteten Verhaltens (*Boloria eunomia* Männchen zeigen 84 % Fluganteil am Gesamtverhalten bei der Zählung und 25 % Flug bei der Verhaltensbeobachtung). Auf eine Auswertung der erfaßten Verhaltensdaten wurde in dieser Arbeit deshalb bewußt verzichtet. Die Unruhe, d. h. die Tendenz zur Flucht bzw. zum Auffliegen, hängt sehr stark von der Falterart und vom Geschlecht ab. So wurde beobachtet, daß Arten aus der Familie der Pieridae (Weißlinge) wesentlich stärker zur Flucht neigen als beispielsweise *Lycaena helle* oder *Boloria eunomia*, die weitaus träger sind. Das hängt mit weiteren Unterschieden im Verhaltensmuster dieser Arten zu-

sammen. Bei verschiedenen Untersuchungen (BRAKEFIELD 1982, SONNTAG 1983, OPITZ 1993, DREWS & FECHNER 1996) wurden die prozentualen zeitlichen Anteile der Verhaltenskategorie Fliegen am Gesamtverhalten verschiedener Falterarten und den beiden Geschlechtern ermittelt. Dabei gab es Differenzen, die von 71 % bei Männchen von *Melanargia galathea* bis zu 9 % bei Männchen von *Lycaena helle* reichten. Bei den Weibchen reichte die Spanne von 38 % bei *Maniola jurtina* bis zu 2 % bei *Melanargia galathea*. Fliegende Falter sind schlechterdings wesentlich auffälliger als saugende, kopulierende, eierlegende oder ruhende Falter. Sie werden schneller erkannt und eher registriert als die übrigen Individuen. Es besteht also durchaus die Möglichkeit, daß Falter einiger Arten aufgrund der Methode stärker in die Gewichtung einfließen als andere. Die drei im Gebiet häufigsten Arten *Aphantopus hyperantus*, *Pieris napi* und *Maniola jurtina* gehören zu den flugfreudigen Arten. Ihr wirkliches Gewicht in der Dominanzstruktur dürfte sich jedoch aufgrund dieser Tatsache nicht sehr stark ändern. Denn es befinden sich auch einige flugfreudigere Falterspezies unter den Begleitarten (z. B.: *Pieris rapae*, *Anthocharis cardamines*). Ihre Gewichtung hat sich aufgrund ihres Verhaltens also anscheinend nicht wesentlich erhöht.

- Die geringe Beeinträchtigung der Vegetation:

Um die Falterfauna einer relativ großen Fläche zu erfassen, wird diese nur auf einem schmalen Streifen betreten. Auch die nachfolgenden Begehungen finden auf diesem Streifen statt. Die Trittbelastung ist gering. In sensiblen Arealen mit gefährdeten Pflanzenarten, wie den Feuchtheiden und Heidemooren dieser Untersuchung, sollte dieser Aspekt nicht unterschätzt werden. Auch die Vegetation und die Strukturen im Bereich von Quellen sind sehr anfällig und trittempfindlich (LAUKÖTTER 1994). Nicht zuletzt werden die Besitzer landwirtschaftlich genutzter Flächen sich über eine möglichst geringe Trittbelastung ihrer Produktionsflächen erfreut zeigen.

- Die Möglichkeit, mit relativ wenig Zeit- und Materialaufwand Daten über Größenordnungen von Populationen zu erhalten:

Das ist auch für zeitbegrenzte planerische Vorhaben von besonderem Interesse (OPPERMANN 1995), obwohl die Daten im Vergleich zu anderen Verfahren wie zum Beispiel der Fang-Wiederfang-Methoden (MRR = mark-release-recapture) (vergl. WEIDNER 1990) ungenauer sind. Eine Untersuchung von 27 Flächen, wie die hier vorliegende, wäre aber mit dieser Methode viel zu zeit- und personalaufwendig geworden.

- Die Vergleichbarkeit der Methode:

Sie wird durch die Standardisierung der Erfassungsbedingungen bezüglich der Witterungsverhältnisse erreicht. Dadurch ist es möglich, verschiedene Untersuchungen, auch in weit voneinander entfernt liegenden Gebieten miteinander zu vergleichen. Auch für eventuelle Wiederholungen einer wissenschaftlichen Arbeit nach mehreren Jahren spielt dieser Aspekt eine wesentliche Rolle. Allerdings wird die Zahl der Begehungstage durch diese Prämissen erheblich eingeschränkt. Besonders in kühleren Gebieten wie den Mittelgebirgen werden die Witterungsvorgaben oft nicht erfüllt. In einigen Arbeiten wurden die Begehungsbedingungen daher weiter gefaßt. So untersuchten DREWS & FECHNER (1996) und BÜCK (1996) nicht nur einen 5 m breiten Streifen, sondern versuchten, die Schmetterlinge der gesamten Untersuchungsfläche zu erfassen, um so höhere Zählergebnisse zu erzielen. SALZ (1997) führte auch Untersuchungen bei Windstärken von vier bis fünf und höheren Wolkendeckungen als 50% durch. Nach POLLARD & YATES (1993) spielt eine höhere Wolkendeckung keine so große Rolle, wenn die Temperatur entsprechend höher ist. Auch bei der vorliegenden Untersuchung kam es gerade im Jahre 1998 zu starken Einschränkungen der Begehungsfrequenzen. So gab es im Juli 1998 fast 40 % weniger Sonnenscheindauer als im langjährigen Durchschnitt. Auch die Monatsmitteltemperatur lag um ca. 10 % niedriger. Gerade in diesem Monat aber erreicht die Artenzahl der tagaktiven Schmetterlinge in der Eifel ihren Höhepunkt. Abgesehen von der direkten Einschränkung der Flugaktivität durch das Wetter wird auch noch die Begehungsfrequenz durch die nicht erfüllten witterungsbedingten Anforderungen der Linien-Transektmethode eingeschränkt. Dieser Effekt wird dadurch verstärkt, daß an einem Tag im besten Fall sechs bis acht Flächen abgesucht werden konnten. Oft mußten aufgrund von starkem Wind, zunehmender Bewölkung oder beginnendem Niederschlag Untersuchungen unterbrochen werden. An manchen Tagen änderte sich das Wetter so stark, daß eine weitere Begehung vollkommen unmöglich wurde. Berücksichtigt man zusätzlich die Anfahrtswege zu den Flächen (bis 50 km) so zeigt sich, daß es zu Pausen von drei bis vier Wochen zwischen zwei Begehungen auf ein und derselben Fläche kommen konnte. Bedenkt man die recht kurze Lebenszeit der Tagfalter (im Schnitt fünf bis zehn Tage, maximal 30 Tage (DENNIS 1992), und die kurze Flugzeit mancher Arten, so läßt sich leicht ersehen, daß die Erfassung große Lücken aufweisen muß.

Trotz der Nachteile, die sich aufgrund der wetterabhängigen Vorgaben zeigten, wurde an den Standardbedingungen festgehalten. Die Begehungen wurden unter diesen Prämissen begonnen und eine nachträgliche Änderung der Vorgehensweise hätte die Ergebnisse verzerrt. Eine Abwägung zwischen den Nachteilen der Einhaltung der Standardbedingungen und den Nachteilen ihrer Erweiterung ist im Laufe der Untersuchung auch kaum möglich, da nicht im voraus bekannt ist, wie sich die Witterung im Jahresverlauf entwickeln wird. Die Chance, in einem anderen Jahr für die Methode günstigere Bedingungen anzutreffen, ist entsprechend den langjährigen Durchschnittswerten der Wetterdaten recht hoch und eine Vergleichbarkeit der dann ermittelten Daten mit den hier vorgestellten gegeben.

Die Anzahl der Untersuchungsflächen war aufgrund der sich aus den Witterungsverhältnissen ergebenden niedrigen Begehungsfrequenz zu hoch. Hier hätte eine Beschränkung auf 15-20 Flächen wahrscheinlich zu aussagekräftigeren Ergebnissen geführt.

6.2.2 Berechnung der Indizes

Die Berechnung sämtlicher Indizes und die Ausgangsdaten für die Durchführung der statistischen Tests basieren auf der Aktivitätsabundanz der Falter. Es ist selbstverständlich, daß die Rohdaten der verschiedenen Transekte und Raster auf eine Einheitsfläche umgerechnet werden müssen, um vergleichbare Daten zu erhalten. Bei hohen Individuenzahlen und großen Flächen ist das auch kein Problem. Die Fehlerwahrscheinlichkeit ist sehr gering. Bei kleineren Flächen und einer geringen Zahl von Faltern kann es aber zu erheblichen Verzerrungen der Daten kommen.

Dazu zwei Beispiele:

- Auf der Fläche Jansbach 1 wurde im gesamten Jahr 1998 ein einziger Falter der Art *Lycaena helle* nachgewiesen. Aufgrund der geringen Größe des Rasters ergab sich eine Abundanz von 15,63 Faltern pro ha. Auf der Fläche Rohrvenn wurde im gleichen Jahr ebenfalls nur ein Falter nachgewiesen, hier errechnete sich jedoch eine Abundanz von nur 2,72 Faltern pro ha. Sollte es sich bei den einzelnen Individuen um gewanderte oder verdriftete Exemplare gehandelt haben, was bei einem Einzelfund recht wahr-

scheinlich ist, so wären die Abundanzen trotz des großen Unterschiedes (1 : 5,7) sinnlos. Hier wirkt sich die geringe Zahl der Falter äußerst negativ auf die Methode aus.⁷

- Auf einer anderen Fläche wurde im Jahre 1998 ein einzelner Falter der seltenen und hoch gefährdeten Art *Boloria aquilonaris* gefunden. Der Falter wurde zwar weiter als 2,5 m entfernt vom Begehungsstreifen entdeckt, gefangen und bestimmt, aber – in diesem einen Falle abweichend von der Methodik – trotzdem in die Auswertung einbezogen. Weitere Falter der Art wurden bei Begehungen dieser Fläche nicht mehr gefunden. Aufgrund mündlicher Mitteilung von WAGENER⁸ und DOERPINGHAUS⁹ ist dort aber von einem größeren Vorkommen auszugehen. Die Aktivitätsabundanz betrug hier 4,9 Individuen pro ha. Bei Nichtberücksichtigung des Falters wäre die Fläche nicht als Habitat für *Boloria aquilonaris* in die Untersuchung eingeflossen. Die Größe der Abundanz spielt hier keine Rolle, da sie wenig Aussagekraft besitzt. Für die Auswertung ist aber wichtig, daß sie größer Null ist.

Bei der Betrachtung der errechneten Abundanz und der sich daraus ergebenden Indizes muß also die auf manchen Flächen auch aufgrund der negativen Witterungsbedingungen geringe Individuenzahl berücksichtigt werden. Eine Wiederholung und Intensivierung der Untersuchung wäre zur besseren Absicherung der Ergebnisse wünschenswert.

6.2.3 Präimaginalstadien

Die Suche nach den Präimaginalstadien diente in dieser Untersuchung lediglich dem Nachweis von *Lycaena helle*. Es sollte weder die Abundanz der Raupen festgestellt werden, noch ihre autökologischen Ansprüche ermittelt werden. Angaben darüber sind hier deshalb nicht möglich.

Die Beschränkung auf die Anzahl von zwei Raupen hat sich als praktikabel erwiesen. Bei Überprüfung der Methode durch weiteres Suchen auf positiven Flächen wurden in den meisten Fällen rasch weitere Raupen angetroffen. Auch wurden auf den positiven Flächen gewöhnlich auf Anhieb, spätestens aber nach einer halben Stunde Raupen gefunden.

⁷ Hier ist anzumerken, daß auf der Fläche Rohrvenn Raupen von *Lycaena helle* nachgewiesen wurden. Es handelt sich also wahrscheinlich um ein Fortpflanzungshabitat der Art. Die um mehrere Größenordnungen kleinere Aktivitätsabundanz der Imagines liefert demnach ein völlig falsches Bild der beiden Standorte Jansbach 1 und Rohrvenn.

⁸ WAGENER, F. (1998): Mündliche Auskunft. Biologische Station des Kreis Euskirchen Nettersheim.

⁹ DOERPINGHAUS, A. (1999): Mündliche Auskunft.

Der Negativnachweis ist wesentlich schwieriger und erfordert mehr Geduld. Wenn nach einstündiger Suche noch keine Raupe angetroffen wurde, fiel es schwer, mit gleichmäßiger Aufmerksamkeit weiterzusuchen. Die Erfahrung des schnellen Fundes auf den positiven Flächen hemmte die Motivation. Dadurch könnte es durchaus zu größerer Nachlässigkeit und damit zu falschen Ergebnissen kommen. Auch ergab sich mit der Zeit ein „geübter Blick“ für die Fraßspuren und die Raupen selber, so daß die ersten Funde wesentlich mehr Zeit in Anspruch nahmen als die letzten. Eine Beschränkung der Suchzeit auf ungefähr eine Stunde pro Untersuchungsfläche (je nach Größe) ist für geübte Bearbeiter als durchaus ausreichend anzusehen.

Die Methode des Raupennachweises hat sich in dieser Untersuchung bewährt. So wurden auf drei Flächen Raupen nachgewiesen, auf denen weder im Jahre 1998 noch im Jahre 1999 Imagines angetroffen wurden. Der Raupenfund beweist jedoch, daß zumindest im Jahre 1998 Falter anwesend waren.

Vor allem in Jahren mit langen, stark ausgeprägten Schlechtwetterperioden wie 1998 scheint die Erfassung von Präimaginalstadien aussagekräftiger zu sein als die Erfassung der Imagines. Das gilt natürlich nur für die Arten, bei denen die Suche nach Eiern, Raupen oder Puppen auch mit vertretbarem Zeitaufwand zu bewerkstelligen ist.

Eine weitere Einschränkung erfährt die Methode dadurch, daß es bisher keine standardisierten Verfahren gibt. Dadurch ist eine Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen nicht gegeben.

Eine solche Standardisierung zu erarbeiten wird allerdings auf große Schwierigkeiten stoßen. Die Falterarten unterscheiden sich aufgrund der Eizahl, des Ablegeverhaltens der Adulten, des Verhaltens der Raupen und deren Nahrungsspektrum und auch der Art der Verpuppung und der Überwinterung in so starkem Maße, daß man für nahezu jede Art Standardbedingungen entwickeln müßte. Da Standardbedingungen jedoch aus den verschiedensten Gründen in der Freilandökologie oft nicht eingehalten werden können (siehe Linien-Transektmethode), erscheint die Entwicklung eines standardisierten Systems für die Erfassung der Präimaginalstadien zwar als wünschenswert, aber kaum durchsetzbar.



Abb. 23: Raupe von *Lycaena helle* als Beute einer Baumwanze (Kolvenderbach 1a, Juli 1998)

6.3 Falterfauna

Mit 32 nachgewiesenen Arten liegt die Artenanzahl zwischen den von DREWS & FECHNER (1996) (38 Arten) und BÜCK (1996) (23 Arten) in ähnlichen Untersuchungen ermittelten Zahlen. Auffallend ist, daß *Erebia medusa*, der in der vorliegenden Arbeit recht häufig angetroffen wurde (knapp 3 % der Gesamtindividuen) bei DREWS & FECHNER weniger als 0,004 % ausmacht und von BÜCK nicht gefunden wurde.

Nicht alle Areale, die aufgrund der Vegetation der einen oder anderen Falterart ein mögliches Habitat bieten könnten, werden auch tatsächlich von dieser besiedelt. Durch Barrieren wie weiträumigen intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen oder stark bebauten Gebieten, die von den Faltern nicht überbrückt werden können, wird eine Neubesiedelung von Flächen und die Ausbreitung der Art unterbunden (HANSSON 1991). Im Untersuchungsraum kommt die stärkste Barrierewirkung großräumigen Fichtenforsten zu (vergl SETTELE & ROWECK 1989). Besonders auf belgischer Seite (hier meist die Heidemoore wie Holzwarche 6 oder Jansbach 1) sind die Untersuchungsflächen oft auf allen Seiten mit 15-30 m hohen Fichtenwäldern umgeben, die sich über mehrere Kilometer bis zur nächsten Lichtung ausdehnen. Bei den Bachtälern ist die Situation ähnlich. Die seitlichen Hänge sind meist schon seit längerer Zeit mit Nadelhölzern aufgeforstet. Die Auwiesen der Täler bieten vielen der hier angesprochenen Arten trotzdem angemessene Lebensräume. Eine

Ausbreitung der Arten entlang des baumfreien Bachtals ist möglich. Aufgrund der fallenden Erträge in der Landwirtschaft werden die Flächen im Bachtal aber immer häufiger nicht mehr bewirtschaftet. Durch ihre Form, die Vernässung und nicht zuletzt durch die oft große Entfernung zu anderen Nutzflächen ist ihre Weiterbewirtschaftung nicht mehr rentabel. So kommt es dazu, daß Flächen brach fallen oder, was für die Ausbreitung der Falter von größerem Nachteil ist, aufgeforstet werden. Ein solcher Fichtenriegel innerhalb eines Bachtals schränkt mit zunehmender Höhe den Flug und die Ausbreitung der Falter ein. Bei der Betrachtung der Daten hinsichtlich der Abhängigkeit der Falter von der anstehenden Vegetation, muß die Einschränkung der Besiedlung berücksichtigt werden. Die Ausbreitungsfähigkeit der Falter hängt stark von ihrer Spezies ab.

In der vorliegenden Untersuchung wurden keine Erhebungen in Hinblick auf die Mobilität der Falter gemacht, es fließen aber Daten aus anderen Facharbeiten in die Diskussion ein.

6.3.1 *Lycaena helle*

Die Flugzeit der Art *Lycaena helle* (44 Tage im Jahre 1998 bzw. 40 Tage im Jahre 1999) ist im Vergleich zu den von DREWS & FECHNER (55 Tage) und BÜCK (47 Tage) ermittelten Werten recht kurz. Die Untersuchungsflächen dieser Arbeiten sind allerdings tiefer gelegen und weisen demnach eine längere Vegetationsperiode auf, was sich auch auf die Flugzeiten der Schmetterlinge auswirken dürfte. NUNNER (1995) stellte im Bayrischen Voralpenland auf über 700 m üNN eine Flugzeit von nur 39 Tagen fest.

Die Bindung an die Raupenfutterpflanze *Polygonum bistorta* ist ausgesprochen stark ausgeprägt. Nach dieser Untersuchung entsprechen höhere Deckungsgrade von *Polygonum bistorta* einer höheren Falterabundanz von *Lycaena helle*. Das entspricht den Untersuchungen von DREWS & FECHNER (1996), die einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Deckungsgrad der Raupenfutterpflanze und der Anzahl der abgelegten Eier zeigen. Auch NUNNER (1995) bestätigt, daß die Eifunde in den einzelnen Probeflächen die jeweilige Vegetationsstruktur widerspiegeln. Daß die Abundanzen der Imagines bei höherem Deckungsgrad von Schlangenknöterich steigt, ist demnach eine Folge der zunehmenden Zahl von Eiablagen. Die Weibchen halten sich in Bereichen mit mehr *Polygonum bistorta* länger auf. Die Männchen, auf der Suche nach einer Partnerin, werden sich dementsprechend auch häufiger in diesen Bereichen aufhalten.

In Bezug auf die Indikatorfunktion von *Lycaena helle* ist anzumerken, daß die Art nach dieser Untersuchung ihren Verbreitungsschwerpunkt im Calthion hat. MEYER & HELMINGER 1994, EBERT & RENNWALD (1991) und FASEL (1988) machen ähnliche Angaben. Sie kommt aber auch in den anderen Verbänden vor, vorausgesetzt es ist *Polygonum bistorta* vorhanden. Ein spezielles Habitat der Art scheinen die Quell-Fluren zu sein. Hier tritt sie als dominante Art auf und nutzt auch ausgesprochen kleinräumige Areale.

Die geringe Mobilität der Art (größte zurückgelegte Flugstrecken 560 m nach FISCHER (1996), 500 m nach FASEL (1988)) spricht dafür, daß *Lycaena helle* sehr ortstreu ist. Die mittleren Flugdistanzen lagen bei diesen Untersuchungen zwischen 37 m und 61 m. Auch BLAB et al. (1987) bestätigt, daß die Art nicht in der Lage ist, neue Biotope zu besiedeln, die mehrere Kilometer entfernt sind. Demnach und nach den vorliegenden Ergebnissen gilt *Lycaena helle* als Indikator für kühle, nasse Standorte mit einem hohen Deckungsgrad von *Polygonum bistorta*, die über längere Zeit ungestört geblieben sind. Neu geschaffene Habitate dürfen nicht zu weit entfernt sein, um eine Besiedlung zu ermöglichen.

6.3.2 *Boloria eunomia*

Die Flugzeit von *Boloria eunomia* (51 Tage im Jahre 1998) war im Vergleich zu den Daten von DREWS & FECHNER und BÜCK (beide 36 Tage) ausgesprochen lang. Im Jahre 1999 flog die Art auch in der vorliegenden Untersuchung nur 34 Tage. 1998 hat vermutlich der extrem kühle, sonnenarme Juli zu einer Verzögerung der Populationsentwicklung geführt. Die Aktivität der Falter ist während kühler Witterung eingeschränkt. Die Paarungs- und Eiablagephasen werden immer wieder von Schlechtwetterperioden unterbrochen und die Falter benötigen längere Zeit, um die Abfolge Schlupf-Paarung-Eiablage zu durchlaufen.

Boloria eunomia ist mobiler als *Lycaena helle*. NEVE et al. (1996) berichten aus den Belgischen Ardennen und den Pyrenäen von der Neubesiedlung von Flächen, die über 5 km vom nächsten Habitat entfernt lagen. BAGUETTE et al. (1998) stellten Bewegungen von immerhin noch über 1100 m fest. Für die mittleren Flugdistanzen geben BAGUETTE & NÈVE (1994) 123 m für die Weibchen und 59 m für die Männchen an.

Die Habitatsansprüche von *Boloria eunomia* sind nach den vorliegenden Ergebnissen differenzierter als die von *Lycaena helle*. Die Bindung an *Polygonum bistorta* ist zwar stark

ausgeprägt, die Abundanz steigt aber nicht mit zunehmendem Deckungsgrad der Pflanze. Das könnte wiederum am Eiablageverhalten der Art liegen, die verfilzte, stark mit anderen Pflanzen durchsetzte Bereiche bevorzugt zur Eiablage nutzt (DREWS & FECHNER 1996, NUNNER 1995). Die Attraktivität von Arealen mit Schlangenknöterich nimmt demnach ab einem bestimmten Deckungsgrad mit weiter zunehmender Dominanz der Pflanze ab. Reinbestände von *Polygonum bistorta* sind für *Boloria eunomia* dementsprechend nicht mehr zur Eiablage geeignet.

Bärwurz-Wiesen sind nach dieser Untersuchung die bevorzugten Habitate des Randraing-Perlmutterfalters, wenn *Polygonum bistorta*, sei es aufgrund der Vernässung, sei es aufgrund der Höhenlage, vorhanden ist. In den anderen Vegetationseinheiten kommt die Art in ähnlichen Abundanzen wie *Lycaena helle* vor, fällt aber mit zunehmender Schlangenknöterich-Deckung zurück. Bemerkenswert ist, dass KÖHLER (1993) im Flächen mit hohem *Filipendula ulmaria*-Deckungen keine Vorkommen von *Boloria eunomia* nachweisen konnte. In der vorliegenden Untersuchung erscheint das Filipendulion aber als recht geeignetes Habitat des Falters. Im Gegensatz zu *Lycaena helle* fehlt *Boloria eunomia* in den Quell-Fluren.

Nach der vorliegenden Untersuchung und unter Berücksichtigung der erwähnten Angaben der verschiedenen Autoren kann *Boloria eunomia* als Indikator für feuchte Standorte mit einer nur schwachen Deckung von *Polygonum bistorta* angesehen werden. Wichtig ist die Durchsetzung der *Polygonum bistorta*-Bestände mit anderen Pflanzen, was zu einer mehr oder weniger starken Verfilzung der Bestände führt. Neue Habitate können aufgrund der Mobilität der Art rasch besiedelt werden, auch wenn sie mehrere Kilometer vom nächsten Vorkommen entfernt liegen. Die Art indiziert also im Gegensatz zu *Lycaena helle* weniger stark die bisherige Entwicklung eines Biotops, sondern eher den gegenwärtigen Zustand. An diesen Zustand stellt die Art allerdings höhere Ansprüche als *Lycaena helle*. Hier wäre weitere Forschung wünschenswert, die diese Ansprüche und das Verhältnis von *Boloria eunomia* zur Vegetation seiner Habitate eingehender untersucht.

6.3.3 *Boloria selene*

Bei *Boloria selene* fällt die überaus starke Bindung an *Viola palustris* ins Auge. Allerdings war nur eine andere *Viola*-Art auf zwei Untersuchungsflächen vorhanden. Das heißt, daß die in der Untersuchung festgestellte Abhängigkeit der Abundanzen der Imagines vom

Sumpfteilchen durch die Auswahl der Flächen bedingt sein könnte. Hier wären weitere Arbeiten notwendig; es sollte das Vorkommen und die Dichte von *Boloria selene* auf mit *Viola palustris* bewachsenen Flächen mit Bereichen, auf denen die anderen Viola-Arten in ähnlichen Deckungen vorhanden sind, vergleichend untersucht werden.

Da die *Viola*-Arten sehr unterschiedlichen Vegetationseinheiten angehören (Mesobromion, Erico-pinion, Quercion, Molinion u. a.) ist es schwierig eine Indikatorfunktion für *Boloria selene* zu postulieren. Lediglich *Viola palustris* ist eine Verbandscharakterart des Caricion fuscae, steht aber auch im Juncion acutiflorus und im Juncion squarrosus.

6.3.4 *Brenthis ino*

Bei *Brenthis ino* war die starke Bindung an *Filipendula ulmaria* zu erwarten. Überraschender ist die Korrelation mit den Deckungsgraden von *Sanguisorba officinalis*. Sie deutet darauf hin, daß diese Pflanz als Futter für die Raupen dient. WEIDNER (1992) stuft *Brenthis ino* aufgrund der Abhängigkeit von *Filipendula ulmaria* als zönobiont ein. Da *Sanguisorba officinalis* neben dem Calthion auch in mehr oder weniger basenreichen Arrhenateretalia-Gesellschaften vorkommt, müßte die biozönotische Einordnung von *Brenthis ino* erweitert werden. Nach dieser Untersuchung ist der Falter eher als zönophil einzustufen. Auch hier sind weitere Untersuchungen über die Beziehung der Art zu ihren Raupenfutterpflanzen notwendig.

6.3.5 *Boloria aquilonaris*

Da von *Boloria aquilonaris* nur sechs Exemplare auf zwei Flächen gefunden wurden, konnte keine Korrelation durchgeführt werden. Den beiden Untersuchungsflächen ist aber das Vorkommen von *Oxycoccus palustris* gemeinsam, die als Raupenfutterpflanze dient. Außerdem sind beide Areale nicht, wie die meisten anderen Heidemoore in diesem Gebiet, von Fichtenwald umgeben, sondern es schließen sich Weiden und Mähweiden mit oft extensiver Nutzung an. Im Randbereich sind blütenreiche Übergänge vorhanden, oft in Verbindung mit Feldwegen, die von Hecken gesäumt werden. Damit entsprechen die hier ermittelten Habitate den Angaben von verschiedenen Autoren (WEIDEMANN 1995, TOLMAN & LEWINGTON 1998).

MOUSSON et al. (1999) stellten 1997 maximale Flugweiten von 1270 m fest. Die mittleren Flugstrecken lagen bei 226 m bei den Weibchen und 87 m bei den Männchen. Die beiden

Untersuchungsflächen lagen ca. 3 km voneinander entfernt. Ob hier ein Individuenaustausch stattfinden kann ist fraglich.

6.4 Nutzung/Pflege und Schutz der Habitate

Eine Auswertung der Daten hinsichtlich der Nutzung bzw. Pflege wurde nicht vorgenommen. Die Vegetationseinheiten der verschiedenen Untersuchungsflächen sind zu vielfältig und eine Vergleich der Falterfauna hinsichtlich der Nutzung der Flächen demnach nur begrenzt möglich. Trotzdem soll hier kurz auf die angetroffenen Nutzungsformen eingegangen werden. Da die bisherige Nutzung eine der größten Rollen bei der Entwicklung der hier vorgestellten Biotope spielt, beinhaltet eine Analyse des Ist-Zustandes auch immer eine Empfehlung für den weiteren Umgang mit den Flächen.

- Flächen mit ganzjähriger Beweidung.

Auf Untersuchungsflächen mit dieser Nutzungsform wurden nur wenige Falter beobachtet. Besonders die genannten Feuchtwiesenspezialisten wurden hier nur sehr selten gefunden, meist nur dann, wenn in direktem Anschluß an diese Flächen anders- oder ungenutzte Bereiche lagen. Bei der Untersuchungsfläche Reinzeltbach 4 beispielsweise bildeten eine Brache und eine Dauerweide die beiden (gleichlangen) Raster eines Transekts. Obschon die Voraussetzungen hinsichtlich des Bodens, der Lage und der Kontaktgesellschaften nahezu gleich waren und das Transekt insgesamt auch nur eine Länge von 76 m hatte, wurden auf der beweideten Fläche nur ein Bruchteil (rund 10 %) der Falterabundanz der Brache festgestellt. Das Blütenangebot im direkten Transektbereich war nicht sehr unterschiedlich, so wuchs auch im beweideten Bereich *Cirsium palustre*, eine von vielen Faltern genutzte Nektarpflanze. Allerdings fehlte hier *Polygonum bistorta*, der in der Brache recht häufig war. Angrenzend an beide Flächen befindet sich eine recht extensiv genutzte Wiese, die Anfang bis Mitte Juli gemäht wurde. Hier gab es ein reichliches Angebot an Nektarpflanzen.

Auf anderen Dauerweiden, die weniger stark besetzt waren und daher auch schwächer beweidet wurden, konnte zwar *Polygonum bistorta* gefunden werden, die Falterfauna war aber auch hier weniger vielfältig als auf Flächen mit anderer Nutzungsart. Die Wahrscheinlichkeit, insbesondere für die Präimaginalstadien, durch den Tritt und Biss der Weidetiere verletzt oder getötet zu werden, ist vermutlich so hoch, daß sich auf Dauer keine großen Falterpopulationen entwickeln können.

- Flächen mit Beweidung ab Mitte Juli oder später

Auf diesen Flächen wurde eine große Zahl an Falterarten gefunden, die mit der auf spät gemähten bzw. gepflegten Arealen vergleichbar war. Besonders die ab August mit Galloways beweideten Bereiche im Besitz des Belgischen Natur- und Vogelschutzvereins wiesen eine reichhaltige Falterfauna auf. Allerdings ist eine Beweidung ab diesem Zeitpunkt nicht mehr sehr ergiebig, die Futterqualität ist als minderwertig einzustufen. Eine solche Nutzungsform kann eher als Pflege denn als Nutzung bezeichnet werden. Um Besitzer vergleichbarer Bereiche zu einer ähnlichen Nutzungsform zu bewegen, sollte man durch Fördermaßnahmen finanzielle Anreize schaffen.

Besonders müssen hier auch Feuchtbereiche innerhalb von mehr oder weniger intensiv genutzten Mähweiden erwähnt werden. Diese Wiesen werden Ende Mai bis Juni gemäht. Dabei werden die vernässten Bereiche nicht mitgenutzt, da sie nicht mit schweren Geräten, wie sie zur Grassilage-Werbung eingesetzt werden, zu befahren sind. Die zweite Nutzung erfolgt dann als Weide, wobei die im Frühjahr nicht gemähten Bereiche aufgrund des Alters und der Verholzung der hier stehenden Pflanzen für die Weidetiere im Vergleich zur restlichen Fläche unattraktiv sind. Die Trittbelastung ist dementsprechend gering. Wenn diese Bereiche auch bei der Ausbringung von Düngern geschont werden, das heißt, wenn ein genügend großer Abstand gehalten wird, können sich hier stabile Feuchtbiootope entwickeln. In mehreren von diesen, oft sehr kleinen Bereichen wurde beispielsweise *Lycaena helle* angetroffen.

Diese vernässten Bereiche sind heute aufgrund der Rückgänge der Rentabilität in der Landwirtschaft weniger von Intensivierungsmaßnahmen wie z. B. Drainierung gefährdet, als vielmehr durch Extensivierungsmaßnahmen. Werden solche Flächen extensiver als ganzjährige Dauerweide genutzt, ergeben sich die oben genannten Nachteile für die Falterfauna. Für die Gesamtfläche und deren ökologische Vielfalt mag diese Nutzungsänderung einen Gewinn darstellen, für die genannten Kleinbiotope bringt das aber weitreichende Folgen mit sich. Die Falterfauna dieser Bereiche wird nach den Erkenntnissen dieser Untersuchung gestört und nachteilig beeinflusst.

- Gemähte Flächen.

In der Untersuchung handelte es sich dabei ausschließlich um Pflegeschnitte im August. Allgemein läßt sich hier sagen, daß ein solcher Pflegeschnitt in Bachauen oder trockeneren Heidemoorbereichen notwendig ist, um einer Sukzession vorzubeugen. Zu überlegen ist, ob die Pflegemaßnahmen im jährlichen Wechsel auf verschiedenen Teilbereichen durchgeführt werden sollten, um überwinterte Präimaginalstadien vor Beeinträchtigungen zu schützen. Besonders wenn das Mähgut maschinell abgeräumt wird, ist eine starke Beeinflussung der bodenbewohnenden Organismen zu erwarten. Ein zweijähriger Wechsel der gemähten Bereiche würde den im jeweils ungepflegten Bereich lebenden Tieren eine ungestörte Ruhe- und Entwicklungsphase ermöglichen (vgl. LÖBF 1997).

Möchte man die Falterfauna des Feuchtgrünlandes erhalten, müssen weitere Maßnahmen ergriffen werden. Vor allem muß die Neuschaffung von vernässten Offenlandbiotopen unter Berücksichtigung der geringen Ausbreitungsfähigkeit der Falterarten, insbesondere der von *Lycaena helle* vorangetrieben werden. Wiedervernässung drainierter Wiesen und Weiden sollte dabei im Vordergrund stehen. Dazu müssen finanzielle Anreize für die Besitzer der Flächen geschaffen werden. Eine Ausbreitung der Falter und damit eine Stabilisierung der Populationen, könnte so über ein weites Mosaik nicht zu fern voneinanderliegenden Feuchtflächen ermöglicht werden.

Die Situation der Heidemoore und Feuchtheiden stellt sich ähnlich dar. Durch Aufforstung und Entwässerung mit Gräben sind die Areale bis auf kleine Restflächen geschrumpft. Obwohl sie oft nicht weit voneinander entfernt liegen, ist ein Individuenaustausch aufgrund der umgebenden Fichtenforste kaum möglich. Hier müßten Korridore, ähnlich den Bachtälern, geschaffen werden. Auch sollten Standorte, auf denen die angepflanzten Fichten durch die nassen Bodenverhältnisse keine optimalen Wuchsbedingungen finden, von diesen befreit und offengehalten werden. Natürlich müssen auch hier entsprechende Entschädigungen der Besitzer vorgesehen werden. Die Nutzung der Flächen als Bau- und Brennholzlieferanten war lange Zeit die einzige Möglichkeit, diese Bereiche zu nutzen. Und ein Wechsel vom land- oder forstwirtschaftlichen Erwerb zur Abhängigkeit von öffentlichen Förderungen fällt oft nicht leicht.

Damit hängt ein weiterer Aspekt zusammen, der nicht unterschätzt werden sollte. Das Verständnis für die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen für Tagfalter bzw. für Forschungsarbeiten wie der vorliegenden, ist gerade in der einheimischen Bevölkerung nicht sehr weit verbreitet. Oft wird die Frage gestellt: „Wozu brauchen wir diese Schmetterlinge?“. Es herrscht die Auffassung vor, daß sie zwar ein schöner Anblick sind, aber die Erforschung und der Schutz der Falterfauna eher einen Luxus darstellen, als einen notwendigen Beitrag zur Erhaltung der Lebensgrundlagen.

Für die Entwicklung und den Schutz der verbliebenen Lebensräume ist die Vermittlung der Notwendigkeit der dazu zu treffenden Maßnahmen in der breiten Bevölkerung nach eigenen Erfahrungen mindestens so wichtig, wie die weitere Erforschung der Ökologie der Biotope.

7 Zusammenfassung

Die Untersuchung fand in einem ca. 160 km² großen Gebiet in der deutsch-belgischen Hocheifel statt. Dabei wurden in den Jahren 1998 und 1999 mit der Linien-Transektmethode nach STEFFNY auf 27 Untersuchungsflächen bei 188 Flächenbegehungen 946 Tagfalter aus 32 Arten beobachtet. Zusätzlich wurde nach fast ausgewachsenen Raupen von *Lycaena helle* gesucht. Dadurch wurde die Art auf drei Flächen nachgewiesen, auf denen keine Imagines angetroffen wurden.

Parallel zu dieser Untersuchung wurde von DOERPINGHAUS im Rahmen einer Dissertation die Flora dieser Flächen erfaßt. Es konnten 13 unterschiedliche Vegetationseinheiten mit 119 Pflanzenarten festgestellt werden.

Die Untersuchungsflächen sind durch Vernässung gekennzeichnet und den Biotoptypen Quellen/Feuchtwiesen, Bachauen und Heidemoore/Feuchtheiden zuzuordnen. Die Untersuchung konzentrierte sich auf die fünf Falterarten *Lycaena helle*, *Boloria eunomia*, *Boloria selene*, *Brenthis ino* und *Boloria aquilonaris*. Bis auf letztgenannten gelten diese als Leit- und Indikatorarten von feuchtem, kühlen Grünland der submontanen bis montanen Stufe und sind in ihrem Bestand gefährdet. *Boloria aquilonaris* bewohnt Hoch- und Übergangsmoore mit Vorkommen der Raupenfutterpflanze *Oxycoccus palustris* und ist akut vom Aussterben bedroht.

Durch Korrelation der Abundanz der Imagines mit den Deckungsgraden der Raupenfutterpflanzen wurde bei allen Arten eine enge Bindung festgestellt. *Lycaena helle* wies die stärkste Bindung auf: je höher der Deckungsgrad von *Polygonum bistorta*, desto höher die Abundanz der Art. Bei *Boloria eunomia*, die die gleiche Raupenfutterpflanze nutzt, ist die Abhängigkeit weniger stark, die Art meidet reine *Polygonum bistorta*-Bestände und zieht verfilzte Bereiche vor. Bei *Brenthis ino* muß angenommen werden, daß neben *Filipendula ulmaria* auch *Sanguisorba officinalis* als Raupenfutterpflanze dient. Die Raupen von *Boloria selene* fressen zwar an mehreren *Viola*-Arten, die größte Abhängigkeit zeigte sich jedoch bei *Viola palustris*.

Literaturverzeichnis

- BAGUETTE, M. & GOFFART, PH. (1991): Liste rouge des Lépidoptère Rhopalocères de Belgique. – Bulletin et Annales de la société royale belge d'Entomologie **127**: 147-153.
- BAGUETTE, M., GOFFART, PH., DE BAST, B. (1992): Modification de la distribution et du statut des Lépidoptères Rhopalocères en Belgique depuis 1900. – Mémoires de la Société royale belge d'Entomologie **35**: 591-596.
- BAGUETTE, M. & NÈVE, G. (1994): Adult movements between populations in the specialist butterfly *Proclossiana eunomia* (Lepidoptera, Nymphalidae). – Ecological Entomology **19**: 1-5.
- BAGUETTE, M., VANSTEENWEGEN, C., CONVI, I. & NÈVE, G. (1998): Sex-biased density-dependent migration in a metapopulation of the butterfly *Proclossiana eunomia*. – Acta Oecologica **19** (1): 17-24.
- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere - Ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung der zooökologischen Arbeitsmethoden (2. Auflage). – Akademischer Verlag Berlin, Budapest.
- BILSTEIN, B. (1994): Floristisch-vegetationskundliche Untersuchungen und ökologische Bewertung des Rotbachtals / Westeifel im Hinblick auf den Arten- und Biotopschutz. – Diplomarbeit Institut für Landwirtschaftliche Botanik Universität Bonn.
- BINOT, M. (1996): Besiedlung und Nutzung urban beeinflusster Biotope durch tagaktive Schmetterlinge (Lepidoptera: Rhopalocera, Zygaenidae) im rechtsrheinischen Teil der Stadt Bonn. – Diplomarbeit, Institut für angewandte Zoologie der Universität Bonn.
- BLAB, J., ESCHE, T., HOLZBERGER R. & RUCKSTUHL, T. (1987): Aktion Schmetterling: So können wir sie retten. – Ravensburg.

BLÄSIUS, R., BLUM, E., FASEL, P., FORST, M., HASSELBACH, W., KINKLER, H., KRAUS, W., RODENKIRCHEN, J., ROESLER, R.-U., SCHMITZ, W., STEFFNY, H., SWOBODA, G., WEITZEL, M., WIPKING, W., BASTIAN, K., BECK, H., BETTAG, E., BROSZKUS, W., FÖHST, P., KLEIN, F., NIPPEL, F. & VOGT, G. (1992): Rote Liste der bestandsgefährdeten Schmetterlinge (Lepidoptera; Tagfalter, Spinnerartige, Eulen, Spanner) in Rheinland-Pfalz (3. teilweise veränderte Auflage, Stand: Februar 1992). – Ministerium für Umwelt Rheinland-Pfalz (Hrsg.), Mainz.

BRAKEFIELD, P. M. (1982): Ecological studies on the butterfly *Maniola jurtina* in Britain. I. Adult behaviour, microdistribution and dispersal. – *Journal of Animal Ecology* **51**: 713-726.

BRAUN-BLANQUET (1964):

Pflanzensoziologie. – Springer Verlag, Wien, New York.

BÜCK, M. (1996): Vegetationskundliche und strukturelle Charakterisierung der Habitate typischer Tagfalter (Rhopalocera) im Feuchtgrünland der Westeifel. – Diplomarbeit Institut für Landwirtschaftliche Botanik Universität Bonn.

DENNIS, R. (Hrsg.) (1992): The ecology of butterflies in Britain. – Oxford Univ. Press, Oxford, New York, Tokio.

DEUTSCHER WETTERDIENST (1989): Klima-Atlas von NRW. – Offenbach.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. – Ulmer Verlag, Stuttgart.

DOERPINGHAUS, A. (IN VORB.): Vegetation der Quellen, Sümpfe und Moore im Gebiet der deutsch-belgischen Hocheifel unter Einbezug von Konzepten zur Entwicklung, Renaturierung und Biotoppflege. – Dissertation Institut für Landwirtschaftliche Botanik Universität Bonn.

DREWS, M. & FECHNER, S. (1996): Beziehungen zwischen Vegetation und den Tagfalterarten Blauschillernder Feuerfalter (*Lycaena helle*, Denis & Schiffermüller 1775) und Randring-Perlmutterfalter (*Proclissiana eunomia*, Esper 1799) im Nonnenbachtal bei Blankenheim (Eifel). – Diplomarbeit Institut für Landwirtschaftliche Botanik Universität Bonn.

- EBERT, G. & RENNWALD, E. (1991): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 2: Tagfalter II. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen (5. Auflage). – Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ENGELMANN, H.- D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. – *Pedobiologia* **18**: 378-380.
- FISCHER, K. (1996): Populationsstruktur, Mobilität und Habitatpräferenzen des Blauschillernden Feuerfalters *Lycaena helle* Denis & Schiffermüller, 1775 (Lepidoptera: Lycaenidae) in Westdeutschland. – Diplomarbeit Universität Marburg.
- HAND, R. (1994): Verzeichnis der Gefäßpflanzen des Regierungsbezirks Trier und ihrer Bestandssituation. – *Fauna und Flora in Rheinland-Pfalz* **3**: 493-576.
- HANSSON, L. (1991): Dispersal and connectivity in metapopulations. – *Biological Journal of the Linnean Society* **42**: 89-103.
- HERMANN, G (1998): Erfassung von Präimaginalstadien bei Tagfaltern. Ein notwendiger Standard für Bestandsaufnahmen zu Planungsvorhaben. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **30** (5): 133-142.
- JAHN, G. (1972): Forstliche Wuchsraumgliederung und waldbauliche Rahmenplanung in der Nordeifel. – *Dissertationes Botanicae* Bd. 16., Berlin, Stuttgart.
- KARSHOLT, O. & RAZOWSKI, J.(Ed.) (1996): The Lepidoptera of Europe. A Distributional Checklist. – Apollo Books Aps., Stenstrup, Denmark.
- KINKLER, H., SCHULZE, W. & WEIGHT, H.-J. (1988): Korrektur zur "Roten Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Großschmetterlinge (Lepidoptera)" (Stand: Oktober 1986). – *Beiträge zum Artenschutzprogramm NW*, Bd.9, S.4, Recklinghausen.
- KÖHLER, U. (1993): Feuchtgrünland und seine Tagfalterzönosen im „Ländchen“ (Gemeinde Hellenthal/Westeifel) unter Berücksichtigung der Ökologie des Randring-Perlmutterfalters (*Procllossiana eunomia*). – Diplomarbeit Institut für Landwirtschaftliche Botanik Universität Bonn.

- KORNECK, D. & SUKOPP, H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. – Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.), Schriftenreihe Vegetationskunde 19, Bonn-Bad Godesberg.
- KRATOCHWIL, A. (1987): Zoologische Untersuchungen auf pflanzensoziologischem Raster – Methoden, Probleme und Beispiele biozöologischer Forschung. – Tuexenia 7: 13-51.
- LAUKÖTTER, G. (1994): Zurück zu den Quellen, Ökologie und Naturschutz hochsensibler Kleinbiotope. – LÖBF-Mitteilungen 1:10-17.
- LÖBF (HRSG) (1997): Praxishandbuch Schmetterlingsschutz. – LÖBF (Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten / Landesamt für Agrarordnung Nordrhein-Westfalen)-Reihe Artenschutz 1. Recklinghausen.
- MEINEKE, J.-U. (1982): Einige Aspekte des Moor-Biotopschutzes für Großschmetterlinge am Beispiel moorbewohnender Großschmetterlinge in Südwestdeutschland. – Telma Hannover 12: 85-98.
- MEINECKE, J.-U. (1985): Die Situation moorgebundener Großschmetterlinge in Nordrhein-Westfalen. – Telma Hannover 15: 75-100.
- MEYER, M. & HELMINGER, T. (1994): Untersuchungen zu einer Population von *Lycaena helle arduinnae* Meyer, 1980 im nordwestlichen Ösling (Lepidoptera, Lycaenidae). – Bull. Soc. Nat. Luxemb. 95: 315-326.
- MOUSSON, L., NÈVE, G. & BAGUETTE, M. (1999): Metapopulation structure and conservation of the cranberry fritillary *Boloria aquilonaris* (Lepidoptera, nymphalidae in Belgium. – Biological Conservation 87: 285-293.
- MOORE, N. W. (1975): Butterfly Transects in a linear Habitat 1964-1973. – Entomol. Gaz. 26: 71-78.
- MÜCKENHAUSEN, E. (1953): Rezente und fossile Böden der Eifel. – Kölner Geogr. Arbeiten 36 (Zur Landschaftsentwicklung der Eifel), 7-35. Köln.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie (3. Auflage). – Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden.

- NÈVE, G., BARASCUD, B., HUGHES, R., AUBERT, J., DESCIMON, H., LEBRUN, P & BAGUETTE, M. (1996): Dispersal, colonization power and metapopulation structure in the vulnerable butterfly *Proclissiana eunomia* (Lepidoptera: Nymphalidae). – *Journal of Applied Ecology* **33**: 14-22.
- NUMMER, A. (1995): Zur Autökologie von *Boloria eunomia* (Esper, 1799) und *Lycaena helle* (Dennis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Rhopalocera) im bayrischen Alpenvorland. – Diplomarbeit Universität Tübingen.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora (7. Auflage). – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- OPITZ, H. (1993): Die Vegetation der Kalkmagerrasen zwischen Weyer und Zingsheim (Sötenicher Kalkmulde, Eifel) und ihre Schmetterlingsfauna (Rhopalocera, Hesperidae, Zygaenidae). - Diplomarbeit Institut für Landwirtschaftliche Botanik Universität Bonn.
- OPPERMANN, R., REICHHOLF, J. & PFADENHAUER, J. (1987): Beziehungen zwischen Vegetation und Fauna in Feuchtwiesen – untersucht am Beispiel von Schmetterlingen und Heuschrecken in zwei Feuchtgebieten Oberschwabens. – Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Baden Württemberg: 347-379.
- OPPERMANN, R. (1995): Auswertung und planungsrelevante Aufbereitung faunistisch-ökologischer Daten am Beispiel von Tagfaltern und Heuschrecken. – Schriftenr. Landschaftspl. Naturschutz **43**: 67-78.
- PAFFEN, K.-H. (1957 a): Westliche Hocheifel. – In: MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. et al. (Hrsg.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. – Bd. **1**, 406-408, Bonn-Bad Godesberg.
- PAFFEN, K.-H. (1957 b): RUREIFEL. – In: MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. et al. (Hrsg.): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. – Bd. **1**, 410 – 416. Bonn-Bad Godesberg.
- PAFFEN, K.-H. (1963): Landschaftsformen und Klima. – In: SCHRAMM, J. (Hrsg.): Die Eifel – Land der Maare und Vulkane, 14-29, Essen.
- POLLARD, E & YATES, T. J. (1993): Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation. – The British Butterfly Monitoring Scheme. London.

- POLLARD, E. (1977): A Method for Assessing Changes in the Abundance of Butterflies. – *Bio. Cons.* **12**: 115-134.
- PRETSCHER, P. (Bearbeiter) unter Mitarbeit von BARTSCH, D., BETTAG, E., BINK, F. A., BLÄSIUS, R., BLUM, E., BLOCHWITZ, O., BOLZ, R., BINOT, M., BRAU, M., BROCKMANN, E., BÜCKER, M., CZADEK, O., DOCZKAL, D., EBERT, G., EMBACHER, G., FELDMANN, R., FIEDLER, K., FÖHST, P., et al. (1998): Rote Liste der Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) (Bearbeitungsstand: 1995/1996). – In: BINOT, M., BLESS, , BOYE, P., GRUTTKE, H. & PRETSCHER, P. (zusammengestellt und bearbeitet) (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg.
- PRINZ, J. & NAUMANN, C. M. (1988): Optische Parameter bei der Partnerfindung von *Zygaena trifolii* (Insecta, Lepidoptera). – *Verh. dtsch. zool. Ges.* **81**: 258.
- ROTHMALER, W. (1994): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 2, Gefäßpflanzen: Grundband (15. Auflage). – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena.
- SACHS, L. (1997): Angewandte Statistik (8. Auflage). – Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- SALZ, A. (1997): Fauna und Flora des Gerätehauptdepots Königswinter als Grundlage für eine naturschutzfachliche Bewertung und für Pflegehinweise. – Examensarbeit Institut für Angewandte Zoologie Universität Bonn.
- SCHUMACHER, W. (1995): Artenschutz in den heutigen Agrarökosystemen. – Schriftenreihe Agrarspektrum **24**: 75-84.
- SCHWICKERATH, M. (1966): Hohes Venn-Nordeifel – Ganzheitliches Erfassen der Landschaft. – Schriftenreihe der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege in Nordrhein-Westfalen. ZIMMERMANN, J. (Hrsg.), 50 – 53. Recklinghausen.
- SCOBLE, M. J. (1992): The Lepidoptera. – New York: Oxford University Press.
- SETTELE, J. & ROWECK, H. (1989): Zur Schmetterlingsfauna isoliert und nicht-isoliert liegender Pfeifengraswiesen. – *Landschaft und Stadt* **21**: 33-36.
- SONNTAG, G. (1983): Untersuchungen zur Blütenaffinität der Schachbrettweibchen (*Agapetes galathea* L.). – *Z. Tierpsychol.* **56**: 169-186.

- STEFFNY, H., KRATOCHWIL, A. & WOLF, A. (1984): Zur Bedeutung verschiedener Rasengesellschaften für Schmetterlinge und Hummeln im Naturschutzgebiet Taubergießen. – *Natur und Landschaft* **11**: 435-443.
- STEFFNY, H. (1982): Biotopansprüche, Biotopbindung und Populationsstudien an tagfliegenden Schmetterlingen am Schönberg bei Freiburg. Diplomarbeit Universität Marburg.
- STICKEL, R. (1927): Zur Morphologie der Hochflächen des linksrheinischen Schiefergebirges und angrenzender Gebiete. – *Beiträge zur Landeskunde des Rheinlandes*, 5. Leipzig.
- TOLMAN, T. & LEWINGTON, R. (1998): Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas. – Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- TRAUTMANN, W. (1973): Erläuterung zur Vegetationskarte der PNV der BRD 1:200 000. Blatt CC 5502 Köln. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde, Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege*, 6, Bonn-Bad Godesberg.
- WEIDEMANN H. J. (1995): Tagfalter beobachten, bestimmen (2.Auflage). – Naturbuch Verlag, Augsburg.
- WEIDNER, A. (1990): Beziehungen zwischen Vegetation und tagaktiven Schmetterlingen im Gebiet des NSG Seidenbachtal/Froschberg (Gemeinde Blankenheim/Eifel). Ein Beitrag zur Biotoppflegeplanung. – Diplomarbeit Institut für Angewandte Zoologie Universität Bonn.
- WEIDNER, A. (1992): Beziehungen zwischen Vegetation und tagaktiven Schmetterlingen im Seidenbachtal bei Blankenheim (Eifel). – *Naturschutzforum* Bd. 5/6: 131-156.
- WILMANN, O. (1987): Zur Verbindung von Pflanzensoziologie und Zoologie in der Biozönologie. – *Tuexenia* **7**: 3-12.
- WOLFF-STRAUB, R., BANK-SIGNON, I., FOERSTER, E., KUTZELNIGG, H., LIENENBECKER, H., PATZKE, E., RAABE, U., RUNGE F. & SCHUHMACHER, W. (1988): Florenliste von Nordrhein-Westfalen (2., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage). – *Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung NW*, Bd.7: 1-128, Recklinghausen.

Kartenmaterial

Freizeitkarte Nordeifel / Hohes Venn 1 : 50 000 (SK 50 F).

– Hrsg. LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN in Zusammenarbeit mit dem EIFELVEREIN, dem DEUTSCH-BELGISCHEN NATURPARK HOHES VENN-EIFEL und anderen, Bonn 1997.

Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 5504 Hellenthal.

– Hrsg. LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN, Bonn 1996.

Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 5604 Hallschlag.

– Hrsg. LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN, Bonn 1991.

Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 5605 Stadtkyll.

– Hrsg. LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN, Bonn 1991.

Danksagung

Bei allen, die mir durch ihr Interesse, ihre Tips und konkrete Hilfe bei der Durchführung und Erstellung der Arbeit geholfen haben, bedanke ich mich ganz herzlich.

Besonders gedankt sei

- Herrn Prof. Dr. G. Kneitz für die Überlassung des Themas und seine konstruktive, freundliche Unterstützung;
- Herrn Prof. Dr. W. Schumacher für die Übernahme des Korreferats;
- Annette Doerpinghaus für die freundliche Hilfe und wertvollen Tips während der Freilandarbeit und bei der Auswertung der Daten. Außerdem für die Überlassung der vegetationskundlichen Erhebungen und Manuskriptdurchsicht;
- den Mitarbeitern der Biologischen Station im Kreis Euskirchen e. V. für zahlreiche Hinweise, insbesondere Herrn Frank Wagener für Begleitung ins Freiland und viele Anregungen;
- Herrn Peter Junk und Herrn Dr. Frank Vassen vom Belgischen Natur- und Vogelschutzverein für wertvolle Tips und Hinweise;
- der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Kneitz. Die freundschaftliche Atmosphäre ermöglichte viele Diskussionen und Anregungen zum Thema, sorgte aber auch für die nötige Ablenkung;
- Jochen Mölle für zahlreiche Diskussionen und für Hilfe und Tips bei der statistischen Auswertung;
- Kerstin Birlenbach, Eva-Maria Kristeleit und Valeska Zepp für Manuskriptdurchsicht, anregende Diskussionen und moralische Unterstützung;
- Ina Göbels für ihr Interesse und die Unterstützung bei der Freilandarbeit;
- Gabriele Blümlein für die Durchsicht des Manuskripts und wertvolle Tips;
- Markus Cousin für die Digitalisierung der Dias;
- der Forstdirektion Malmedy und der Kreisverwaltung Euskirchen für die Genehmigung der Arbeit;
- meiner Familie, besonders meiner Mutter für die große Hilfsbereitschaft und Unterstützung;
- insbesondere meiner Freundin Barbara Fricke für ihr Interesse, Manuskriptdurchsicht, viele anregende Diskussionen, fortwährende Motivation und für die liebevolle Unterstützung während der Erstellung der Arbeit.