

Abhandlungen des
Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg

Band 45/46

2004/05



Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V.

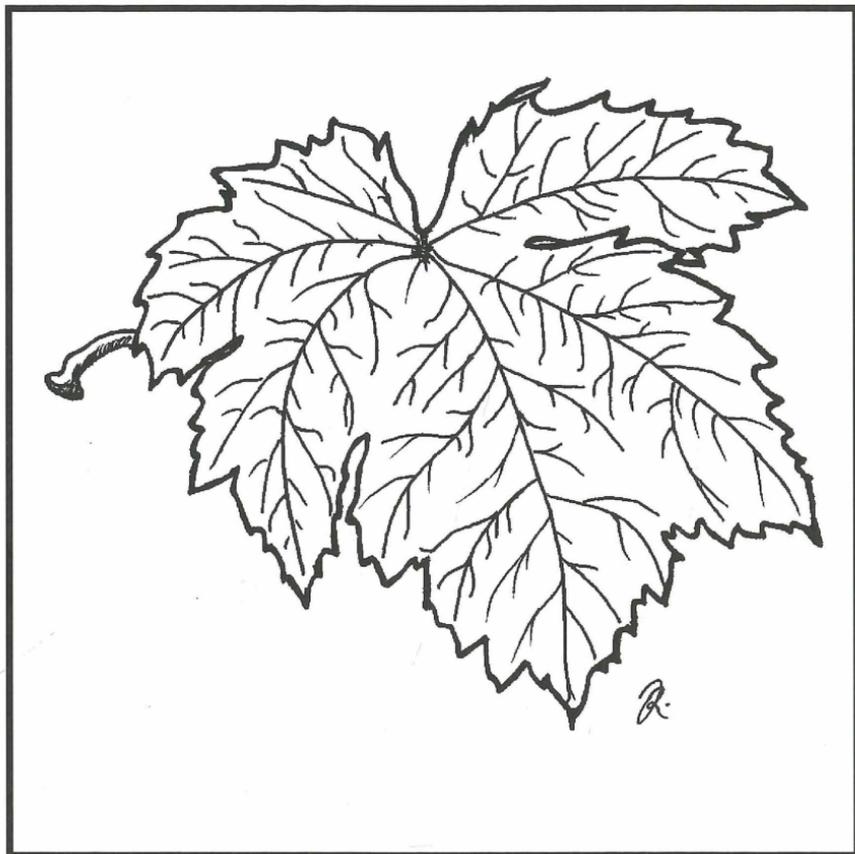
In Kooperation mit der OMA e.V.



Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg

Band 45/46

2004/05



Schriftleitung:

Joachim G. Raftopoulos
Otto-Hahn-Straße 35
D-97218 Gerbrunn

Für den sachlichen Inhalt der Einzelbeiträge
sind die Autoren allein verantwortlich.

Copyright © 2005 by Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V.
Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.
Omnia proprietatis iura reservantur et vindicantur.

Printed in Germany / Imprimé en Allemagne

Auflage: 400 St.

Umschlagillustration: J. G. Raftopoulos, Gerbrunn
(Motiv: *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* cv. Weißer Muskateller)

Redaktion: J. G. Raftopoulos

Layout, Satz und Bildbearbeitung:

A.I.D.A.[®], Konzeptagentur, W.-D. Raftopoulos, Gerbrunn

Druck und Verarbeitung: bonitasprint gmbh, Würzburg

ISSN 0547-9770

Artenreiche Ansaaten auf Ackerflächen als neues Hauptinstrument des Naturschutzes. Faunistische Ergebnisse von zwei Pilotprojekten im Landkreis Würzburg

MARTIN DEGENBECK

Zusammenfassung

Im Rahmen des Pilotprojektes „Mit Biotopverbund in die Kulturlandschaft des neuen Jahrtausends – Lebensraumgestaltung mit Pflanzen aus definierter regionaler Herkunft“ (2000 - 2005) der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) wurden verschiedene mehrjährige artenreiche Saatgutmischungen aus Wild- und Kulturpflanzen entwickelt und vor allem auf stillgelegten Ackerflächen ausgebracht. Diese bereichern nicht nur das Landschaftsbild, sondern leisten zudem einen wertvollen Beitrag zum Biotopverbund bzw. zum Artenschutz, wie faunistische Begleituntersuchungen vor allem an Laufkäfern, Spinnen und Tagfaltern sowie an Vögeln belegen. Zusätzlich werden Ergebnisse aus dem Projekt „Lebensraum Brache“ (2003-2006) zu Feldhase, Rebhuhn und anderen Vogelarten vorgestellt, an dem die LWG ebenfalls beteiligt war.

Summary

Within the framework of the pilote project „With a biotope linkage system in the cultivated landscape of the new millennium – development of wildlife-friendly habitats with regional plants“ of the Bavarian State Institute for Viticulture and Horticulture (LWG) various perennial seed assortments composed of wild species and cultivated plants have been created in set-aside farming areas. These seeds are not only an optical enrichment for the landscape, but also a precious contribution to the biotope linkage system respectively to the conservation of species, which was proved by faunistic monitoring especially of ground beetles, spiders, butterflies and birds. In addition to this, results of the project “Habitat Fallow Land“ (2003 - 2006) concerning hare, partridge and other birds are presented, where the LWG also took part.

1 Einführung

Die immer länger werdenden Roten Listen gefährdeter Tier- und Pflanzenarten sind das Ergebnis der zunehmenden Verarmung unserer Feldflur an Biotopstrukturen, die letztlich auf die Globalisierung und den damit verbundenen Konzentrationsprozess in der Landwirtschaft zurück geht. Hinzu kommt ein erheblicher Naherholungsdruck auf die Landschaft, besonders am Rande grösserer Städte.

Im Bewußtsein dieser Ausgangssituation beauftragte im Herbst 2000 das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) mit der Durchführung eines Umsetzungs- und Forschungsprojektes. Ziel war, innerhalb von fünf Jahren in zwei repräsentativen Gemeinden ein möglichst umfassendes Biotopverbundsystem zu schaffen. Dazu sollten bekannte Instrumente landwirtschaftlicher Strukturentwicklung wie Landtausch, Agrarumweltprogramme oder Flächenstilllegung genutzt und mit neu zu entwickelnden und zu erprobenden Maßnahmen (artenreiche Ansaaten auf Ackerflächen) kombiniert werden. Eine Erfolgskontrolle in Bezug auf diese Ansaaten erfolgte mit faunistischen Begleituntersuchungen in den Jahren 2001, 2003 und 2005 an Spinnen, Laufkäfern, Tagfaltern und Vögeln. Hieraus sollten für ganz Bayern und darüber hinaus Empfehlungen für ähnliche Vorhaben abgeleitet werden können.

Mittlerweile arbeitet die LWG wegen der sehr positiven Resonanz am fünften Forschungsprojekt zum Thema artenreiche Ansaaten mit Wild- und Kulturpflanzen auf Ackerflächen (siehe auch www.lwg.bayern.de). Faunistische Begleituntersuchungen waren dabei weiterhin beim Projekt „Wildtierfreundliche Maßnahmen im Agrarbereich – Lebensraum Brache“ (2003-2006) beinhaltet, nämlich an Feldhase, Rebhuhn und weiteren Vogelarten. Nähere Informationen zu diesem von der DBU geförderten Vorhaben findet man unter www.lebensraum-brache.de.

2 Projektgemeinden

Die LWG hat beim Projekt „Biotopverbund“ zwei Projektgemeinden mit rund 4.500 Einwohnern ausgewählt, nämlich Güntersleben und Kürnach, die als Stadtrandgemeinden von Würzburg zwar einen ähnlichen Naherholungsdruck auf die freie Landschaft aufweisen, aber auf Grund unterschiedlicher naturräumlicher Situation und Bodengüte hinsichtlich der Ausstattung mit Strukturelementen deutliche Unterschiede aufweisen. Güntersleben hat mit 235 - 382 m über NN ein ausgeprägtes Relief und deshalb auch eine struktureichere Feldflur und mittlere Ackerböden, während Kürnach mit 260 - 306 m über NN eine strukturärmere Feldflur mit guten Ackerböden aufweist. Beide liegen in der naturräumlichen Haupteinheit Mainfränkische Platten und damit in einem trocken-warmen Gebiet mit geringen Niederschlägen (550 - 600 mm).

Beim Projekt „Lebensraum Brache“ wurden Untersuchungen in den Gemarkungen Güntersleben, Opferbaum (Gde. Bergtheim) und Lohne (Schwalm-Eder-Kreis in Nordhessen) durchgeführt. Im Folgenden wird lediglich auf die Ergebnisse aus Güntersleben und Opferbaum eingegangen; letztere Gemarkung ist ackerbaulich geprägt und mit Kürnach vergleichbar.

3 Saatmischungen

Die einseitige Ausrichtung der typischen Wildackermischungen auf Äsungspflanzen ist zum Zwecke der Förderung einer breiten Palette an Tierarten in der Feldflur unbefriedigend. Deshalb haben ab 1998 Werner Kuhn und Kornelia Marzini von der LWG in Abstimmung mit Joachim Zeller (Saaten Zeller) mit der Entwicklung mehrjähriger wildtierfreundlicher Mischungen aus Wild- und Kulturarten begonnen. Grundlage war die These, daß man zur Förderung der Tierwelt nur einen möglichst strukturreichen Lebensraum anbieten muß. Folgende weitere Aspekte waren bei der Entwicklung bedeutsam:

- Wechselnde Blühaspekte bei mehrjähriger Standzeit
- Attraktivität für den Bürger (Blüten, Duft, Wildblumensträube, Küchenkräuter)
- Nahrung und Deckung für Wildtiere das ganze Jahr
- Einfache Bewirtschaftung mit Standard-Technik in der Landwirtschaft
- Jederzeit wieder problemlos in herkömmliche Ackerkultur rückführbar
- Kostengünstige Saatmischung, einfach anzusäen.

3.1 Mischung „Lebensraum 1“

Da diese Mischung die größte Verbreitung fand (allein 2005 wurden davon mehr als 1500 ha angesät), soll sie anschließend genauer beschrieben werden.

Bestandsbeschreibung

Die Mischung „Lebensraum 1“ ist vorwiegend für Flächen ausgearbeitet worden, die vorübergehend aus der aktiven landwirtschaftlichen Produktion genommen wurden. Sie ist eine Symbiose aus den unterschiedlichen Bedürfnissen des Naturschutzes, der Landwirtschaft und der Jagd. Durch die gezielte Auswahl von Nektar- und Brutpflanzen für Insekten, Verbiß- und Deckungspflanzen für Niederwild einschließlich Rehwild, wird den wildlebenden Tieren ein attraktiver Lebensraum zur Verfügung gestellt. Der lockere, bis zu 200 cm hohe Aufwuchs sorgt auch im Winter für Struktur und Deckung, besonders in den strukturarmen Ackerfluren.

Wichtig ist eine hohe Artenvielfalt, damit bei unterschiedlichen Standortvoraussetzungen das Anforderungsprofil erfüllt werden kann. Die Mischung

besteht aus rasch keimenden ein- bis mehrjährigen Kräutern, die bereits im ersten Jahr für einen bunten hochwüchsigen Aspekt sorgen. Im Schutz der einjährigen Arten keimen die mehrjährigen attraktiven Stauden, die durch ihren bunten, prächtigen Aspekt auch für Fremdenverkehrsgegenden interessant sind. Der Anteil der Untersaat (vor allem Kleearten) ist bewußt gering gehalten, um einen lockeren Bewuchs zu erhalten, der eine Erwärmung der Bodenkrueme zuläßt. Dies ist besonders für Insekten und Jungtiere lebenswichtig. Besonderer Wert wird, außer bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen (z.B. Sonnenblume), auf die Verwendung von Wildformen heimischer Herkunft gelegt. Vor allem Insekten bevorzugen Wildformen als Futterpflanzen gegenüber den Zuchtformen. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß ein Teil der Wildarten in der 1. Vegetationsperiode noch nicht aufläuft. Einige der Wildarten sind Frostkeimer und neigen zum Überliegen, so daß grundsätzlich mit einem verzögerten Keimverhalten zu rechnen ist. Das unterschiedliche Keimverhalten der einzelnen Arten bewirkt, daß während der mehrjährigen Kultur je nach standörtlichen Verhältnissen verschiedene Blühaspekte in Erscheinung treten. Die Mischung „Lebensraum 1“ ist für eine Standzeit von mindestens fünf Jahren ausgelegt.



Abb. 1: „Lebensraum 1“ – Blühaspekt im 1. Jahr (Foto: W. Kuhn)

Rückzugsgebiet im Sommer und Herbst

Die Ansaat ausgewählter hochwüchsiger Arten wie Futtermalve, Sonnenblume, Buchweizen und Esparsette bringt ganzjährige Deckung für Wildtiere in die Feldflur und sorgt dafür, daß bereits im ersten Jahr eine farbenfrohe Kräuterflora vorhanden ist. Diese werden im zweiten Jahr von den stattlichen Stauden *Daucus carota*, *Dipsacus sylvestris*, *Foeniculum vulgare* und *Secale cereale* abgelöst und prägen zusammen mit *Silene vulgaris*, *Centaurea jacea* und *Silene dioica* den Blühaspekt. Die Artenzusammenstellung besitzt gleichzeitig einen hohen Mitnahmeeffekt für Nützlinge, was in Untersuchungen bereits hinlänglich belegt wurde. Durch die extensive Bewirtschaftungsweise entstehen in der freien Landschaft relativ großräumige Ruhezeiten, die nur schwer eingesehen werden können.

Deckung auch im Winter

Besonderer Wert wurde auf hochwüchsige Arten wie *Daucus carota*, *Dipsacus sylvestris*, *Foeniculum vulgare*, *Cichorium intybus* usw. gelegt, deren Stengel



Abb. 2: „Lebensraum 1“ –
2. Standjahr (Foto: W. Kuhn)

eine hohe Standfestigkeit während des Winterhalbjahres besitzen. Dadurch bleiben die Bestände auch im Spätwinter stehen und bieten weiterhin großflächig Deckung und Nahrung in der inzwischen abgeernteten Feldflur. Diese besitzt somit auch im Winterhalbjahr eine hohe Attraktivität für die Wildtiere.

Flächenvorbereitung

Stillelegungsflächen, die nicht der Selbstbegrünung überlassen werden, sind grundsätzlich wie für Kulturpflanzen vorzubereiten. Ackerflächen, die unmittelbar aus der aktiven Nutzung kommen, sollten gegrubbert werden. Auch eine Winterpflugfurche ist vor der Aussaat sinnvoll, da so mehr Stickstoff mineralisiert wird. Diese Stickstoffanreicherung ist vorteilhaft für das erste Entwicklungsjahr der Ansaat. In Wasserschutzgebieten sollte darauf jedoch verzichtet werden. Ein rechtzeitiges Abeggen bei abgetrocknetem Boden fördert das Auflaufen von einjährigen Ackerunkräutern, welche dann bei einem weiteren Eggengang oder im Zuge der Aussaat mechanisch bekämpft werden können. Ackerflächen, die bereits stillgelegt sind, weisen oft einen hohen Anteil an Quecken oder Kratzdisteln auf, welche ohne eine vorhergehende Unkrautbekämpfung die nachfolgende Ansaat unterdrücken könnten. Diese Flächen sollten deshalb nach der Brut- und Aufzuchtzeit der Wildtiere (frühestens Ende



Abb. 3: „Lebensraum 1“ – Winteraspekt nach dem 2. Standjahr (Foto: W. Kuhn)



Abb. 4: Eine Prämisse war die Verwendbarkeit von Standardtechnik der Landwirtschaft (Foto: W. Kuhn)



Abb. 5: Im Gegensatz zur üblichen Säpraxis werden Wildpflanzenmischungen möglichst obenauf gesät und angewalzt (Foto: W. Kuhn)

Juli) gemulcht werden. Ab dem 1. September darf vor dem Umbruch mit dem Pflug ein Totalherbizid ausgebracht werden, bevor die Fläche im kommenden Frühjahr mit Brachemischungen bestellt wird. Im ökologischen Landbau, wo Herbizideinsatz nicht erlaubt ist, sollten diese Flächen stattdessen mehrfach gegrubbert werden.

Ansaatzeitpunkt

Als Faustregel gilt: Mit der Maissaat ist auch der optimale Zeitpunkt für die Ansaat der Blühbrachen gekommen. Denn zu dieser Jahreszeit ist nicht mehr mit Spätfrösten zu rechnen, die Buchweizen, aber auch Sonnenblumen schädigen würden. Auf Standorten mit Frühjahrstrockenheit sollte die Aussaat bereits Anfang April erfolgen. In Maisanbaugebieten stellen Hirsearten ein häufiges Problemunkraut dar, da sie in mehreren Wellen auflaufen. Hier empfiehlt es sich, den Saatzeitpunkt möglichst spät zu wählen und die Flächen bis zur Saat nach jeder Auflaufwelle abzueggen. Es ist jedoch zu beachten, daß die Einsaat nach der Stilllegungsverordnung bis zum 31. Mai abgeschlossen sein sollte.

Saattechnik

Die Saatmischungen stellen keine besonderen Ansprüche an die Technik. Als Problem wird oftmals nur die geringe Saatmenge für einzelne Flächen, aber auch die geringe Füllmenge bei mechanischen Drillmaschinen angeführt. Hier kann jedoch durch Zumischen von Soja- oder Getreideschrot (Erhöhung der Saatmenge) Abhilfe geschaffen werden. Die auszusäende Menge für die Fläche muß dann entsprechend erhöht werden. Pneumatische Drillmaschinen kommen mit kleinen Saatmengen problemlos zurecht. Durch Ausschalten der Rührwelle wird das Entmischen des Saatgutes (groß- und kleinkörnige Säme-

reien) bei den meisten Sämaschinen Typen vermieden. Dennoch sollte man dies während der Ansaat ab und zu kontrollieren.

Im Gegensatz zur gängigen landwirtschaftlichen Praxis sollten Saatgutmischungen wie „Lebensraum 1“ und die Pflückmischung „Sommerzauber“ unbedingt auf die Oberfläche gesät werden, da sehr viele, äußerst feinkörnige Wildkräuterarten in der Mischung enthalten sind (Tausendkorngewicht Weizen 48 g – Beifuß 0,11 g). Diese laufen nur zögerlich oder gar nicht auf, wenn die Samenkörner „vergraben“ werden. Das heißt für die Praxis, daß die Säschare nur flach über dem Saatbett laufen sollen oder ausgehoben werden. Der Saatriegel sollte, wenn möglich, auf wenig Griff eingestellt sein. Der Einsatz eines elektrischen Schleuderstreuers oder eine Handaussaat sind bei diesen beiden Mischungen möglich. Nach der Saat ist die Fläche in allen Fällen bei trockenen Bodenverhältnissen zu walzen, um eine Rückverfestigung zu erreichen.

Pflege

Auf Pflegemaßnahmen kann in der Regel verzichtet werden. Nur wenn einjährige Ackerunkräuter, wie z.B. Melde oder Geruchlose Kamille, den Bestand durch Überwachsen gefährden, ist Mulchen oder Mähen notwendig. Noch wichtiger ist es, die Flächen auf den Besatz von Ackerkratzdisteln zu kontrollieren. Auf diese für Schmetterlinge wertvolle Pflanze reagieren Landwirte mit Recht nicht sehr erfreut, weil sie sich mit ihren flugfähigen Samen sehr leicht verbreitet. Gemäß der Stilllegungsverordnung ist der Bewirtschafter verpflichtet, Nachbargrundstücke vor Samenflug zu schützen. Distelnester lassen sich durch Mulchen oder Mähen zu Blühbeginn sehr gut eindämmen; in wüchsigen Jahren kann ein zweiter Pflegegang notwendig werden. Meist ist es ausreichend, die einzelnen Distelnester herauszupflegen. Diese Maßnahme sollte, wenn nötig, vor allem im Ansaatjahr konsequent durchgeführt werden, da sie zu diesem Zeitpunkt am effektivsten ist. In den darauf folgenden Jahren sollte eine Störung des Bestandes durch Pflegeeingriffe vermieden werden. Langlebige Arten wie Beifuß, Flockenblume oder Rainfarn, aber auch die Überjährigen wie Wilde Karde, Nachtkerze und Wilde Möhre werden durch diese Pflegemaßnahmen in ihrer Jugendentwicklung gefördert. Hohe Deckung ist dann jedoch im ersten Winter nicht zu erwarten, da die einjährigen Arten wie Sonnenblume oder Buchweizen „weggepfligt“ sind.

Im Grenzbereich zu Ackerflächen, die in der Produktion stehen, kann die Stilllegungsfläche am Rand jährlich im August gemulcht oder gemäht werden. Beim Auftreten von einjährigen Ackergräsern wie Ackerfuchsschwanz oder der Tauben Tresse darf die Pflege erst nach Ablauf der Sperrfrist ab dem 16. Juli erfolgen. Weitere Pflegeschritte sind in den nächsten Jahren nicht mehr notwendig, wenn das Ziel „Struktur und Deckung“ sein soll. Ab dem 5. bis 6. Standjahr sollten die Flächen abschnittsweise umgebrochen und neu angesät werden.

Tab. 1: Zusammensetzung der Mischung „Lebensraum 1“, (1 = einjährig, 2 = zweijährig, 3 = mehrjährig; W = Wildarten heimischer Herkunft; K = Kulturarten)
Fortsetzung siehe Seite 12.

Kosten pro kg Saatgut: 15 €, Saatstärke 10 kg/ha.

Botanischer Name			%
<i>Borago officinalis</i>	K	3+	0.2
<i>Daucus carota ssp. sativus</i>	K	2	0.5
<i>Fagopyrum esculentum</i>	K	1	6.5
<i>Foeniculum vulgare</i>	K	3+	5
<i>Helianthus annuus</i>	K	1	5
<i>Linum usitatissimum</i>	K	1	4
<i>Lotus corniculatus</i>	K	3+	2
<i>Malva sylvestris ssp. mauretania</i>	K	1, 2	0.5
<i>Medicago lupulina</i>	K	3+	2
<i>Onobrychis viciifolia</i>	K	3+	18
<i>Petroselinum crispum</i>	K	2	1
<i>Secale multicaule</i>	K	2	3
<i>Setaria italica</i>	K	1	1
<i>Silybum marianum</i>	K	1	1
<i>Trifolium hybridum</i>	K	2, 3+	0.5
<i>Trifolium pratense</i>	K	2, 3+	5
<i>Vicia sativa</i>	K	1	2.3
<i>Vicia villosa</i>	K	2	5
<i>Achillea millefolium</i>	W	3+	1
<i>Anthemis tinctoria</i>	W	3+	1
<i>Artemisia vulgaris</i>	W	3+	0.1
<i>Barbarea vulgaris</i>	W	2, 3+	0.8
<i>Campanula persicifolia</i>	W	3+	0.1
<i>Carum carvi</i>	W	2	4
<i>Centaurea jacea</i>	W	3+	0.8
<i>Centaurea scabiosa</i>	W	3+	0.2
<i>Chrysanthemum segetum</i>	W	1	0.1
<i>Cichorium intybus</i>	W	3+	2
<i>Crepis biennis</i>	W	2	1
<i>Daucus carota ssp. carota</i>	W	2	0.5
<i>Dipsacus sylvestris</i>	W	2	0.2
<i>Echium vulgare</i>	W	2	1
<i>Galium album ssp. album</i>	W	3+	0.5

Fortsetzung Tab. 1.

<i>Galium verum</i>	W	3+	0.5
<i>Heracleum sphondylium</i>	W	2, 3+	0.4
<i>Hypericum perforatum</i>	W	3+	0.5
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	W	3+	1
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	W	3+	0.1
<i>Lychnis viscaria</i>	W	3+	0.1
<i>Malva moschata</i>	W	3+	0.2
<i>Malva sylvestris</i>	W	1, 2	1
<i>Medicago sativa</i>	W	3+	7.5
<i>Oenothera biennis</i>	W	2	0.5
<i>Origanum vulgare</i>	W	3+	0.1
<i>Plantago lanceolata</i>	W	3+	1
<i>Prunella vulgaris</i>	W	3+	0.1
<i>Reseda luteola</i>	W	2+	0.1
<i>Salvia pratensis</i>	W	3+	1
<i>Sanguisorba minor</i>	W	3+	6
<i>Senecio jacobaea</i>	W	2, 3+	0.3
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	W	2, 3+	1.5
<i>Silene dioica</i>	W	2, 3+	0.5
<i>Silene nutans</i>	W	3+	0.1
<i>Silene vulgaris</i>	W	3+	1
<i>Tanacetum vulgare</i>	W	3+	0.1
<i>Verbascum lychnitis</i>	W	2	0.6

3.2 Weitere Saatmischungen

Neben „Lebensraum 1“ wurden bislang 10 weitere Saatmischungen für spezielle Anwendungen entwickelt, mit verschiedenen Artenzusammensetzungen für Standzeiten von zwei bis fünf Jahren und darüber hinaus. Besonders interessant für Gemeinden ist die Blumenpflückmischung „Sommerzauber“ mit Arten aus dem Bauerngartensortiment gemischt mit Wildarten, die durch ihre Blütenpracht und ihren Duft den Spaziergänger anzieht, aber auch vielen Schmetterlingen und anderen Tieren Lebensraum bietet. Weitere erfolgversprechende Mischungsalternativen sind eine Bienenmischung, eine Weinbergsmischung oder die Distelmischung mit landwirtschaftlich unproblematischen Arten, die z.B. Hunde von hochwertigen Wildlebensräumen fern halten kann. All diese Mischungen sind noch in der Erprobung und werden laufend weiter optimiert. In einem aktuellen Forschungsprojekt geht es um Saatmischungen, die auf die Leitart Rebhuhn ausgerichtet sind.

Tab. 2: Zusammensetzung der „Veitshöchheimer Bienenweide“

Botanischer Name			%
<i>Anthyllis vulneraria</i>	K	3+	3
<i>Borago officinalis</i>	K	1	5
<i>Calendula officinalis</i>	K	1	4
<i>Fagopyrum esculentum</i>	K	1	7
<i>Helianthus annuus</i>	K	1	4
<i>Lotus corniculatus</i>	K	3+	4
<i>Malva sylvestris</i> ssp. <i>mauretania</i>	K	1, 2	3
<i>Medicago lupulina</i>	K	3+	5
<i>Oenothera biennis</i>	K	3+	3
<i>Onobrychis viciifolia</i>	K	3+	15
<i>Silybum marianum</i>	K	1	3
<i>Trifolium pratense</i>	K	3+	3
<i>Achillea millefolium</i>	W	3+	2
<i>Carduus nutans</i>	W	2	1
<i>Centaurea cyanus</i>	W	1	4
<i>Centaurea jacea</i>	W	3+	1
<i>Centaurea scabiosa</i>	W	3+	0.5
<i>Daucus carota</i>	W	2	3
<i>Echium vulgare</i>	W	2	4
<i>Hypericum perforatum</i>	W	3+	2
<i>Leonurus cardiaca</i>	W	3+	1
<i>Malva moschata</i>	W	3+	2
<i>Malva sylvestris</i>	W	2	2
<i>Myosotis arvensis</i>	W	1	0.5
<i>Origanum vulgare</i>	W	3+	0.5
<i>Papaver rhoeas</i>	W	1	1
<i>Reseda luteola</i>	W	1	1
<i>Salvia pratensis</i>	W	3+	2
<i>Sanguisorba minor</i>	W	3+	5
<i>Silene vulgaris</i>	W	3+	1
<i>Solidago virgaurea</i>	W	3+	1
<i>Tanacetum corymbosum</i>	W	3+	3
<i>Thymus pulegioides</i>	W	3+	0.5
<i>Trifolium montanum</i>	W	3+	0.5
<i>Trifolium rubens</i>	W	3+	1
<i>Verbascum densiflorum</i>	W	2	0.5
<i>Verbascum lychnitis</i>	W	3+	0.5
<i>Verbascum nigrum</i>	W	2	0.5



Abb. 6: Veitshöchheimer Bienenweide (Foto: W. Kuhn)



Abb. 7: Streuobstmischung im 1. Standjahr August 2002 (Probefläche K 9) (Foto: M. Degenbeck)

Um die Akzeptanz der Landwirte zu gewinnen, wurde bei der Zusammenstellung der Mischung und deren Pflege größter Wert darauf gelegt, daß sie ackerbaulich unproblematisch sind und die Fläche jederzeit wieder in den herkömmlichen Produktionsprozeß zurückgeführt werden kann. Dies ist weitestgehend gelungen.

4 Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen

4.1 Feldhase

Im Rahmen der wildökologischen Untersuchungen beim Projekt „Lebensraum Brache“ wurde die Wirkung der begrüneten Stilllegungsflächen auf das Raum-Zeit-Verhalten und die Populationsentwicklung des Feldhasen (*Lepus europaeus*) bestimmt. Neben der „klassischen“ Erfassung der Feldhasen mittels Scheinwerfertextation wurden weiterführende Untersuchungen zum Raumnutzungsverhalten dieser Art mit Hilfe einer Wärmebildkamera durchgeführt. Verantwortlich war Andreas Kinser vom Institut für Wildtierforschung an der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (IWfO). Es folgen Auszüge aus dem Endbericht. Der komplette Endbericht mit Details zu den Methoden und Ergebnissen, auch zum Rebhuhn und anderen Vogelarten, ist unter www.lebensraum-brache.de einzusehen.

In allen vier Projektjahren lag die Feldhasendichte in den Projektgebieten im Median über der Dichte in den Kontrollgebieten ohne Ansaaten im nennenswerten Umfang. Im Mittel der Jahre 2003-2006 wurden in den Kontrollgebieten rund 24 Feldhasen/km² Offenland gezählt, in den Projektgebieten rund 32 Feldhasen/km². Im Vergleich von Kontroll- und Projektgebieten jeweils in den Projektjahren 2003 bis 2006 ergeben sich jedoch keine signifikanten Unterschiede in den Feldhasendichten im Frühjahr. Eine leichte Signifikanz auf dem Niveau von $\alpha = 0,05$ ergibt der Vergleich der Feldhasendichten in den Kontroll- und Projektgebieten über den gesamten Zeitraum. Auffallend ist weiter, daß die Feldhasendichte in den Kontrollgebieten in den vier Jahren auf einem vergleichbar hohen Niveau rangiert. In den Projektgebieten dagegen sind die Feldhasendichten in 2004, 2005 und 2006 höher als im ersten Projektjahr 2003.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen der Scheinwerfertextation bietet die Analyse des Habitatwahlverhaltens der Feldhasen deutliche Anzeichen einer Präferenz von Buntbrachen. Die mittels Wärmebildkamera durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß Buntbrachen ebenso wie Gehölze und Waldränder stark bevorzugt wurden. Stärker als diese Elemente der Landschaft wurden nur Raps und Wintergetreide als attraktive Äsung der Feldhasen bevorzugt. Gerade in der deckungslosen Jahreszeit, in der die Untersuchungen mittels WBK stattgefunden haben, scheinen Buntbrachen somit als Deckungshabitat



Abb. 8: Ein junger Feldhase in einer Ansaatbrache (Foto: W. Kuhn)

für Feldhasen eine bedeutende Rolle zu spielen. Dieses Ergebnis stützt damit die in naher Vergangenheit in verschiedenen Untersuchungen formulierte Forderung, Buntbrachen in agrarisch geprägten Landschaften als Deckungshabitat (BAUMANN, 2003; VAUGHAN et al., 2003; SMITH et al., 2004 und 2005) bzw. zur Äsungsoptimierung (REICHLIN et al., 2006) anzulegen.

4.2 Rebhuhn

Im Rahmen der wildökologischen Untersuchungen beim Projekt „Lebensraum Brache“ wurde die Wirkung der begrünten Stilllegungsflächen auf das Rebhuhn (*Perdix perdix*) bestimmt. Verantwortlich war Jörg Tillmann vom Institut für Wildtierforschung Hannover (IWFo). Jeweils im Frühjahr der Jahre 2003 bis 2006 wurden die Rebhuhnbesätze in 19 Revieren in Zusammenarbeit mit den örtlichen Jägern ermittelt. Nach der Einweisung und Anleitung der Revierinhaber im ersten Projektjahr führten diese in den Folgejahren nach Zusendung der Kartierunterlagen im Februar die Kartierungen eigenverantwortlich aus. Die Kartierungen wurden in einem Großteil der Reviere ausgesprochen zuverlässig durchgeführt.

Die statistisch nicht signifikante Tendenz zu höheren Rebhuhndichten (Frühjahr 2003 bis 2005) im Median sämtlicher Projektgebiete mit wildtierfreundlich begrünten Brachen in den ersten drei Untersuchungsjahren lassen sich im



Abb. 9: Rebhuhnkette (Foto: W. Kuhn)

Frühjahr 2006 bei genau umgekehrter Tendenz nicht mehr bestätigen. Werden die Kontrollgebiete den Projektgebieten in jedem einzelnen der drei Untersuchungsgebiete gegenübergestellt, so wird die „Unberechenbarkeit“ der Bestandsentwicklung des Rebhuhns bei Betrachtung nur kurzer Zeiträume besonders deutlich. Im Mittel der Jahre 2003-2006 wurden in den Kontrollgebieten rund 1,7 territoriale Rebhähne/km² Offenland gezählt, in den Projektgebieten rund 1,8/km².

In den insgesamt vier Projektrevieren des Untersuchungsgebietes Güntersleben stieg die Dichte der Rebhuhnpaare vom Frühjahr 2003 bis zum Frühjahr 2005 von durchschnittlich 1,6 auf 2,5 territoriale Hähne auf 100 ha Offenland an. Gleichzeitig fiel in den angrenzenden Kontrollrevieren die Dichte von 1,1 auf 0,5 territoriale Hähne pro 100 ha Offenland zurück. Im Frühjahr 2006 ist die Rebhahndichte in den Projektrevieren wieder auf 1,7 territoriale Hähne zurückgegangen, während sie in den Kontrollrevieren mit 0,6 verhörten Hähnen pro 100 ha Offenland annähernd gleich geblieben ist. Dem Vergleich liegen zwei Kontrollreviere mit einer Gesamtgröße von 969 ha und vier Projektreviere mit einer Gesamtgröße von 1.075 ha zugrunde.

Der zunächst gegenläufige Trend könnte auf Abwanderung von Rebhuhnpaaren aus den Kontrollrevieren in die direkt angrenzenden Projektreviere mit wildtierfreundlich begrünten Brachen hindeuten.

Im Rahmen der avifaunistischen Kartierungen von M. Kraft (siehe folgendes Kapitel) konnte die Attraktivität der Brachflächen als Nisthabitat bestätigt werden. Vor dem Hintergrund der relativen Standorttreue des Rebhuhns könnte ein potentieller Sogeffekt aber nur kleinräumig wirken und somit nicht per se als Erklärung für die verringerte Anzahl territorialer Rebhähne in dem Kontrollgebiet Günterslebens gedeutet werden. Die wieder gesunkenen Dichten im Frühjahr 2006 könnten auf einen Brut-Mißerfolg während der Reproduktionsperiode 2005 aufgrund ungünstiger Witterung hindeuten.

Es wird deutlich, daß viele verschiedene Faktoren auf die Populationsentwicklung des Rebhuhns einwirken. Die Faktoren können saisonal und jährlich in unterschiedlicher Qualität und Quantität wirken. Dazu sind viele dieser Faktoren kleinräumig sehr variabel. So kann der Reproduktionserfolg des Rebhuhns stark negativ von kleinräumig auftretenden Gewitterschauern bestimmt werden. Die gegen Kälte und Feuchtigkeit hochsensiblen Dunenküken werden schnell das Opfer solcher unberechenbarer Witterungsereignisse. Ebenfalls sind der Prädationsdruck und die allgemeine Störungsfrequenz als für das Populationsgeschehen relevante Faktoren kleinräumig variabel und wirksam. In dem im Rahmen des Projektes gewählten Versuchsansatz wurden Kontrollgebiete Projektgebieten gegenübergestellt, die in direkter räumlicher Nachbarschaft lagen und damit vergleichbare Landschaftsstrukturen und eine vergleichbare Flächennutzung aufwiesen, um letztlich vergleichend die Wirkung der nur in den Projektgebieten angelegten wildtierfreundlich begrüneten Brachen zu bewerten.

Die Ergebnisse zeigen, daß aufgrund der eben beispielhaft genannten kleinräumig variablen Einflussgrößen, die im Rahmen des Projektes nicht quantifizierbar waren, die Wirkung der Ansaatbrachen auf die Rebhuhnpopulation „verschleiert“ wird.

4.3 Weitere Vogelarten

Im Rahmen der wildökologischen Untersuchungen beim Projekt „Lebensraum Brache“ wurde die Wirkung der begrüneten Stilllegungsflächen auf weitere Vogelarten neben dem Rebhuhn bestimmt. Verantwortlich war Martin Kraft aus Marburg. Bei allen Untersuchungen wurde sich wesentlich an den methodischen Vorschlägen von BIBBY et al. (1995) orientiert. Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen die Zielarten Wachtel, Kiebitz, Feldlerche, Schafstelze, Sumpfrohrsänger, Gold- und Grauammer. Neben diesen Zielarten wurden in jeder Brutsaison des jeweiligen Untersuchungsjahres auch alle anderen Brut- und Gastvogelarten erfaßt.

Auf allen Ansaatbrachen zeigten sich eine leichte Zunahme der Artenzahl sowie ein markanter Anstieg der Siedlungsdichte. Folgende gefährdete Brutvö-

gel wurden kartiert: Rohrweihe, Rebhuhn, Wachtel, Wachtelkönig, Kuckuck, Feldlerche, Heidelerche, Baum- und Wiesenpieper, Schafstelze, Braunkehlchen, Feldschwirl, Teichrohrsänger, Dorngrasmücke, Neuntöter, Bluthänfling und Goldammer. Alle aufgeführten Bodenbrüter (Feldlerche, Baum- und Wiesenpieper, Braunkehlchen und Goldammer), Gebüschbrüter (Heckenbraunelle, Feldschwirl und Dorngrasmücke) sowie Röhrichtbrüter (Sumpfrohrsänger und Rohrammer) zeigten in den 4 Untersuchungsjahren mehr oder minder deutliche Zunahmen. Bei der Feldlerche nahm die Zahl der Reviere von 2003-2006 in Güntersleben von 34 auf 48 Reviere/10 ha zu, in Opferbaum von 24 auf 33. Besonders interessant ist die Zunahme der Gebüsch- und Röhrichtbrüter auf den älteren Ansaatbrachen. Auf den Referenzflächen brüteten dagegen nur wenige Arten mit geringer Siedlungsdichte, welche im Untersuchungszeitraum zudem rückläufig war.

Tab. 3: Entwicklung des Brutvogelbestandes auf den Ansaatbrachen

	Zahl der Brutvogelarten		Reviere pro 10 ha	
	Güntersleben	Opferbaum	Güntersleben	Opferbaum
2003	17	17	54,9	43,3
2004	17	18	71,0	51,1
2005	18	18	71,7	55,6
2006	18	18	77,3	66,1



Abb. 10: Junge Feldlerchen in einer Ansaatbrache (Foto: W. Kuhn)

Tab. 4: Entwicklung des Brutvogelbestandes auf den Referenzflächen

	Zahl der Brutvogelarten		Reviere pro 10 ha	
	Güntersleben	Opferbaum	Güntersleben	Opferbaum
2003	5	6	18,0	17,5
2004	6	7	15,5	13,0
2005	6	5	16,0	12,5
2006	6	5	14,0	12,5

Unter den gefährdeten Nahrungsgästen, die auf einer oder mehreren Ansaatbrachen nachgewiesen wurden, waren folgende Arten: Wespenbussard, Schwarz- und Rotmilan, Korn- und Wiesenweihe, Habicht, Hohl- und Turteltaube, Schleier- und Waldohreule, Uhu, Mauersegler, Grün- und Grauspecht, Rauch- und Mehlschwalbe, Gartenrotschwanz, Steinschmätzer, Klappergrasmücke, Raubwürger, Pirol, Dohle, Haus- und Feldsperling und Bluthänfling.

Die markanten Zunahmen der Siedlungsdichten bei den Brutvögeln auf allen Maßnahmeflächen haben ihre Ursache in den dort guten Brut- und Nahrungsbedingungen. Wenn auch keine systematischen Untersuchungen der Reproduktionsraten stattfanden, so ist nicht auszuschließen, daß diese im Vergleich zu den Kontrollflächen höher waren und es zu Ansiedlungen von vorjährigen Jungvögeln kam. Es könnten aber auch Vögel sein, die auf der Suche nach günstigen Brutstätten von den Ansaatbrachen angelockt werden, um in der Folge zu brüten.

Dies würde bedeuten, daß diese Flächen eine wichtige Bedeutung für die Ausbreitung von Vogelarten haben könnten. Die vielfältigen Habitatstrukturen garantieren das Koexistieren unterschiedlicher Bruttypen von Bodenbrütern und Röhrichbrütern bis hin zu Busch- und Baumbrütern. Selbst der Kuckuck als Brutschmarotzer kann bestimmte Wirtsvögel wie Heckenbraunelle, Sumpf- und Teichrohrsänger, Dorngrasmücke, Neuntöter, Gold- und Rohammer parasitieren. Die sukzessiven Wachstumsveränderungen auf den vorjährigen Ansaatbrachen sowie die sorgfältig ausgetüftelten Pflanzenkomponenten der mehrjährigen Mischungen schafften immer gute Brutbedingungen für Arten wie Feldlerche, Sumpfrohrsänger und Goldammer, neuerdings auch zunehmend für den Baumpieper und die Dorngrasmücke, deren Dichte in der Folge rasch anstieg, so daß vor allem diese Arten zu der allgemeinen Erhöhung der Siedlungsdichte auf den Ansaatbrachen beigetragen haben.

4.4 Wirbellose Tiere

Beim Projekt „Biotopverbund“ wurden zahlreiche Wirbellosen-Gruppen untersucht, nämlich Laufkäfer, Spinnen und Tagfalter, sozusagen als Neben-

produkt Heuschrecken, Ameisen und Wanzen. Hinzu kamen Vögel, die bei den Aufnahmen beobachtet wurden. Die Vogeluntersuchungen bestätigen im Wesentlichen die obigen Aussagen von Kraft, weshalb hier nicht näher darauf eingegangen wird. Die Durchführung oblag Helmut Stumpf von der Ökologischen Arbeitsgemeinschaft Würzburg (ÖAW), die Aufnahmen erfolgten in den Jahren 2001, 2003 und 2005. Es folgen nun Auszüge aus dessen Abschlußbericht (STUMPF, 2006).

Tab. 5: Kurzbeschreibung der Probeflächen bei der faunistischen Begleituntersuchung mit Angabe der untersuchten Jahre (STUMPF, 2002; 2004; 2006)

Bezeichnung	Beschreibung	2001	2003	2005
Güntersleben				
G 1	Altstilllegung, 2001 mit Lebensraum 1 eingesät	x	x	x
G 2	Altstilllegung seit 8 Jahren, grasbetonter Bestand	x	x	x
G 3	Acker	x		
G 4	Halbtrockenrasen	x	x	x
G 5	Ehemalige Stilllegung, mit Mulch begrünt	x	x	x
G 6	Altstilllegung, 2001 mit Lebensraum 1 eingesät	x	x	x
G 7	Ansaat 2000 mit wildtiergerechter Mischung	x	x	x
G 8	Acker	x	x	x
G 9	Altstilllegung, 2002 mit Lebensraum 1 eingesät		x	x
G 10	Acker			x
Kürnach				
K 1	Acker, 2001 mit Lebensraum 1 eingesät	x	x	x
K 2	Grünland	x		
K 3	Acker	x		x
K 4	Altstilllegung, 2001 mit Lebensraum 1 eingesät	x	x	x
K 5	Streuobstwiese	x		
K 6	Acker, 2003 mit Bienenmischung eingesät		x	x
K 7	Altstilllegung, 2002 mit Distelmischung eingesät		x	x
K 8	Altstilllegung, 2002 mit Lebensraum 1 eingesät		x	x
K 9	Acker, 2002 mit Streuobstmischung eingesät		x	x

4.4.1 Spinnen

Zur Erfassung der epigäischen Fauna (Spinnen, Laufkäfer etc.) wurden Bodenfallen („Barberfallen“) eingesetzt. Diese ökologische Standardmethode ist unempfindlich gegenüber Störungen und widrigen Witterungseinflüssen. Sie eignet sich sehr gut zur Erfassung laufaktiver Tiere der Bodenschicht und der



Abb. 11: Buntbrachen ziehen Insekten magnetisch an (Foto: W. Kuhn)



Abb. 12: Honigbiene auf Wegwarte in der Bienenmischung (Foto: W. Kuhn)

unteren Krautschicht, wobei vor allem bei der qualitativen Erfassung des Artenbestandes eines Untersuchungsgebietes gute Ergebnisse erzielt werden.

Im Rahmen der Untersuchung 2001 konnten insgesamt 107 Spinnenarten (mit 6.735 Individuen) nachgewiesen werden. Darunter befanden sich auch 17 Arten, die in der bayerischen oder der deutschen Rote Liste in eine der Gefährdungskategorien eingestuft werden (16 %). 2003 waren es 124 Arten mit 7.412 Individuen (13 Rote-Liste-Arten), 2005 waren es dann 128 Arten mit 8.082 Individuen (18 Rote-Liste-Arten).

Tab. 6: Spinnen – Arten der Rote Liste: Gefährdungsgrad und ihre ökologische Einstufung (x: xerothermophil, m: mesophil, O: Offenland)

Art	Rote Liste		Ökotyp	Probeflächen
	BY	D		
<i>Agroeca cuprea</i>	3	3	xm	G4, G7
<i>Agroeca lusatica</i>	2	3	x	G1, G7, G9
<i>Callilepis nocturna</i>	3	3	x	G5
<i>Drassyllus pumilus</i>	3	3	x	G2, G8, G9, G10, K1
<i>Haplodrassus dalmatensis</i>	3	3	x	G9
<i>Haplodrassus kulczynskii</i>	3	3	x	G1, G4
<i>Haplodrassus minor</i>	2	2	x	G2-G10
<i>Liocranoeca striata</i>	3	3	x	G5
<i>Micaria formicaria</i>	3	3	x	G4, G6, G7, G9
<i>Nematogmus sanguinolentus</i>	3	3	x	G5, G6
<i>Ozyptila nigrita</i>		3	x	G2, G4
<i>Ozyptila scabricula</i>				G1, G4
<i>Pardosa bifasciata</i>	3	3	x	G4
<i>Talavera aperta</i>	3	G	x	G1, G2, G5, G7, G9
<i>Trachyzelotes pedestris</i>	3	3	x	K1, K4, K7, K8
<i>Walckenaeria capito</i>	G		x	K1
<i>Xysticus acerbus</i>	2	3	x	G1, G2, G4, G7, K4, K7
<i>Xysticus lineatus</i>	3	3	xm	G4
Anzahl (ohne V, D)	16	16		
	18			



Abb. 13: Wespenspinne auf der Versuchsfläche G 9, August 2003 (Foto: H. Stumpf)



Abb. 14: Hohle Stängel dienen als Winterquartier für Spinnen (Foto: W. Kuhn)

Unter den individuenstärksten Arten der Bodenfallen-Fänge sind ausschließlich eurytope Offenlandarten zu finden. Dagegen haben die meisten der besonders naturschutzrelevanten Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt an trockenwarmen (Offenland-)Standorten.

In der Tabelle 7 sind die Arten zusammengestellt, die auf den Probeflächen jeweils mit den größten Individuenzahlen auftraten. Unter den individuenstärksten Arten der Bodenfallen-Fänge sind ausschließlich Offenlandarten zu finden. Häufigste Art war die Wolfspinne *Pardosa agrestis*, die fast ein Viertel aller Individuen stellte. Die Art hat ihren natürlichen Verbreitungsschwerpunkt in vegetationsarmen Offenlandhabitaten; sie gehört zu der kleinen Gruppe „agrobionter“ Arten (PLATEN, 1996), die in der Lage sind, auch unter den speziellen Lebensbedingungen intensiv genutzter Ackerflächen zu existieren. Die nächst häufigen Arten können als eurytope Offenlandarten eingestuft werden, die ihre Verbreitungsschwerpunkte in naturnahen unbeschatteten Habitaten (Grünland) haben, aber auch auf Kulturlandstandorten in größerer Anzahl auftreten (*P. prativaga*, *P. palustris*, *P. pullata*, *Trochosa ruricola*). Im Gegensatz zu den Vorjahren sind 2005 einige weitere ausgesprochen agrobionte Arten bzw. Pionierarten wie *Erigone atra*, *E. dentipalpis*, *Oedothorax apicatus* oder *Pachygnatha degeeri* nicht unter den häufigsten Arten vertreten. Dies ist wahrscheinlich ein Hinweis darauf, daß der hohe Anteil ausgesprochener Pionierarten und Erstbesiedler mit fortschreitendem Alter der Ansaatflächen zurückgeht.

Tab. 7: Spinnen 2005 – die häufigen Arten, ihre ökologische Einstufung, Individuenzahl und Anzahl der Nachweise auf den Probeflächen

Art	Ökotyp	Individuenzahl	Anzahl Probeflächen
<i>Pardosa agrestis</i>	O	1.880 (23,3%)	14
<i>Pardosa prativaga</i>	O	1.309 (16,2%)	14
<i>Pardosa palustris</i>	O	432 (5,4%)	14
<i>Trochosa ruricola</i>	O	388 (4,8%)	14
<i>Pardosa pullata</i>	O	350 (4,3%)	15
<i>Drassyllus pusillus</i>	O	259 (3,2%)	16
<i>Micrargus subaequalis</i>	O	234 (2,9%)	13
<i>Drassyllus lutetianus</i>	O	217 (2,7%)	13
<i>Meioneta rurestris</i>	O	169 (2,1%)	15

Die größte Artenzahl wurde 2001 und 2005 auf der Halbtrockenrasen-Fläche (G4) festgestellt, gleichzeitig konnten hier auch die meisten Rote-Liste-Arten nachgewiesen werden. 2003 wurde die größte Artenzahl auf den Einsaatflä-

chen G6 (52 Arten), G1 sowie der Halbtrockenrasen-Fläche (G4, jeweils 47 Arten) festgestellt. Auch die mit Mulchmaterial behandelte Fläche G5 weist mit 46 Arten eine hohe Artenzahl auf, hier wurden auch die meisten Rote-Liste-Arten gefunden (5 Arten), jeweils 4 Rote-Liste-Arten wurden auf der Stilllegungsfläche (G2) sowie dem Halbtrockenrasen gefunden. Auf den Einsaatflächen war die Anzahl der Rote-Liste-Arten geringer (1-2 Arten). Die Ackerflächen weisen meist eine deutlich geringere Diversität auf.

Wie bei der Untersuchung im Jahr 2001 wurde auch in den Jahren 2003 und 2005 auf den Probeflächen im Bereich der Gemarkung Güntersleben mit 110 bzw. 111 Arten eine höhere Artenzahl nachgewiesen als auf den Kürnacher Flächen (68 bzw. 73 Arten). Mögliche Ursache für diese Unterschiede zwischen den Gemarkungen ist – neben klimatischen Unterschieden – wahrscheinlich die größere Habitat- und Strukturdiversität der Günterslebener Gemarkung im Vergleich zu der weitgehend „ausgeräumten“ Landschaft bei Kürnach. Auch bei der Anzahl nachgewiesener Rote-Liste-Arten ist dieser Effekt bemerkbar. Während auf den Untersuchungsflächen bei Güntersleben 2003 insgesamt 12 Rote-Liste-Arten nachgewiesen werden konnten, 2005 16 Arten, gelang auf den Flächen bei Kürnach 2003 nur der Nachweis von 2 Arten der Roten Listen, 2005 von 4 Arten.

Anhand der Erfassungsergebnisse bei den Spinnen lassen sich folgende Aussagen zu den Probeflächen treffen:

- Auf den Einsaatflächen werden auch im zweiten und dritten Jahr nach dem Umbruch die Artengemeinschaften vor allem von eurytopen Offenlandarten geprägt, wobei kommune, agrobionte Arten eudominant sind.
- Mit zunehmendem Alter der Flächen nimmt der Anteil ausgesprochener Pionierarten und Störungszeiger ab.
- Die Diversität der Artengemeinschaften auf den Einsaatflächen ist im dritten Jahr deutlich höher als im ersten Jahr und nimmt im fünften Jahr weiter zu.
- Das Umfeld spielt eine wichtige Rolle bei der Besiedlung der Einsaatflächen (siehe Vergleich Güntersleben/Kürnach).
- Die Spinnengemeinschaften auf den Einsaatflächen sind deutlich artenreicher als auf den vergleichbaren Ackerflächen. Der Anteil naturschutzrelevanter Arten ist meist höher.
- Die untersuchte Halbtrockenrasen-Fläche ist Lebensraum einer aus Sicht des Arten- und Naturschutzes sehr wertvollen Artengemeinschaft, die sich deutlich von den Einsaatflächen unterscheidet.
- Das Aufbringen von Mulchmaterial von geeigneten Standorten ist eine wertvolle Alternative zur Einsaat mit einer Saatmischung.

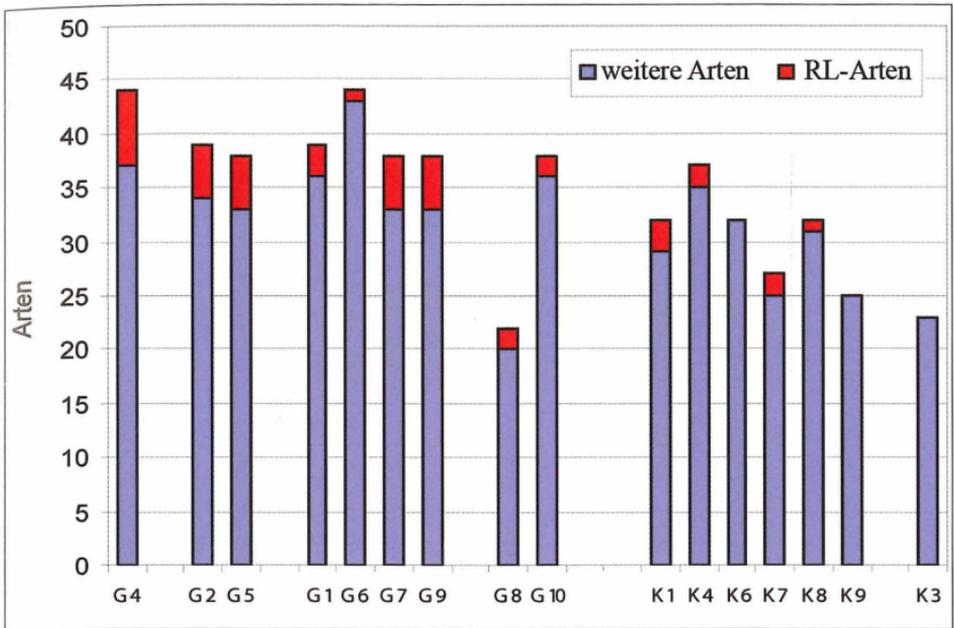


Abb. 15: Spinnen 2005 – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probestellen (G: Güntersleben, K: Kürnach, n = 6.129 Individuen) (Grafik: M. Deegenbeck)

4.4.2 Laufkäfer

Laufkäfer (*Carabidae*) sind laufaktive Bodentiere und mit Barberfallen gut zu erfassen. Da sie in fast allen Habitattypen vorkommen und schon seit vielen Jahren bei ökologischen Untersuchungen zum Standardprogramm gehören, weiß man vergleichsweise viel über die ökologischen Ansprüche dieser Käfer. Die Gruppe kann daher in vielen terrestrischen Lebensräumen als Indikatorgruppe verwendet werden (RIECKEN, 1992).

2001 konnten insgesamt 74 Carabiden-Arten mit 6.210 Individuen nachgewiesen werden. Darunter waren 11 Arten, die in der bayerischen oder der deutschen Roten Liste in eine der Gefährdungskategorien eingestuft sind (15 %), weitere 8 Arten werden in der deutschen Roten Liste in der Vorwarnliste geführt. 2003 und 2005 waren es jeweils 71 Arten mit 18.330 bzw. 10.253 Individuen (10 Rote-Liste-Arten).

Die meisten der besonders naturschutzrelevanten Arten können als Bewohner ausgesprochen xerothermer Standorte (7 Arten) bzw. trockener Offenland-Standorte eingestuft werden (2 Arten). Die geringen Fangzahlen auf den nur

2001 beprobten Grünlandstandorten in Kürnach sind – ähnlich wie bei den Spinnen – wahrscheinlich auf den erhöhten Raumwiderstand aufgrund der dichten Bodendeckung zurückzuführen.

Tab. 8: Laufkäfer 2005 – Arten der Roten Liste: Gefährdungsgrad und ihre ökologische Einstufung (x: Art xerothermophiler Standorte, O: Offenlandarten, e: eurytop, t: trocken, V: Arten der Vorwarnliste)

Art	Rote Liste		Ökotyp	Probeflächen
	BY	D		
<i>Amara nitida</i>	3	3	eO	G1
<i>Amara sabulosa</i>	G		x	G1, 2, 4, G7, K4, K7, K8, K9
<i>Carabus convexus</i>	V	3	x	G2, G7
<i>Carabus ullrichii</i>	V	3	O	G6, K1, K4
<i>Harpalus dimidiatus</i>	3	V	x	G1, G2, G4, G5, G6, G7, G9, G10
<i>Harpalus serripes</i>	3	V	x	G1, G9
<i>Ophonus parallelus</i>	2	R	x	G7
<i>Ophonus rupicola</i>	V	3	x	G6, G7, K1, K4, K9
<i>Pedius longicollis</i>	2	3	x	K1
<i>Polistichus connexus</i>	2	R	O	G1
<i>Pterostichus macer</i>	3		O	K1, K3, K4, K6
<i>Zabrus tenebrioides</i>	2		O	K1, K9
Vorwarnliste				
<i>Brachinus crepitans</i>	V	V	tO	alle Flächen außer G6, K9
<i>Brachinus explodens</i>	V		x	G1, G2, G4, G6-9, K1, K4, K7
<i>Carabus cancellatus</i>		V	eO	alle Flächen Güntersleben außer G8
<i>Carabus violaceus</i>	V		e	G7
<i>Harpalus luteicornis</i>	V	V	tO	G1, G5, G6, K8
<i>Notiophilus aestuans</i>		V	x	G8-10, K9
<i>Ophonus laticollis</i>	V		x	K4
Anzahl (ohne V)	7	5		
	10			

Im Vergleich zum Untersuchungsjahr 2003 fallen die deutlich geringeren Fangzahlen im Jahr 2005 auf (2003: 18.330 Individuen auf 14 Probeflächen, 2005: 10.253 Individuen auf 16 Probeflächen). Ursache für die hohen Fangzahlen im Jahr 2003 waren wahrscheinlich die außergewöhnlichen klimatischen Bedingungen in diesem Jahr. Eine aufgrund der hohen Umgebungstemperaturen erhöhte Laufaktivität führte möglicherweise insbesondere bei dieser Tiergruppe zu hohen Fangzahlen (Bodenfallen = Aktivitätsfallen). Dies ist bei

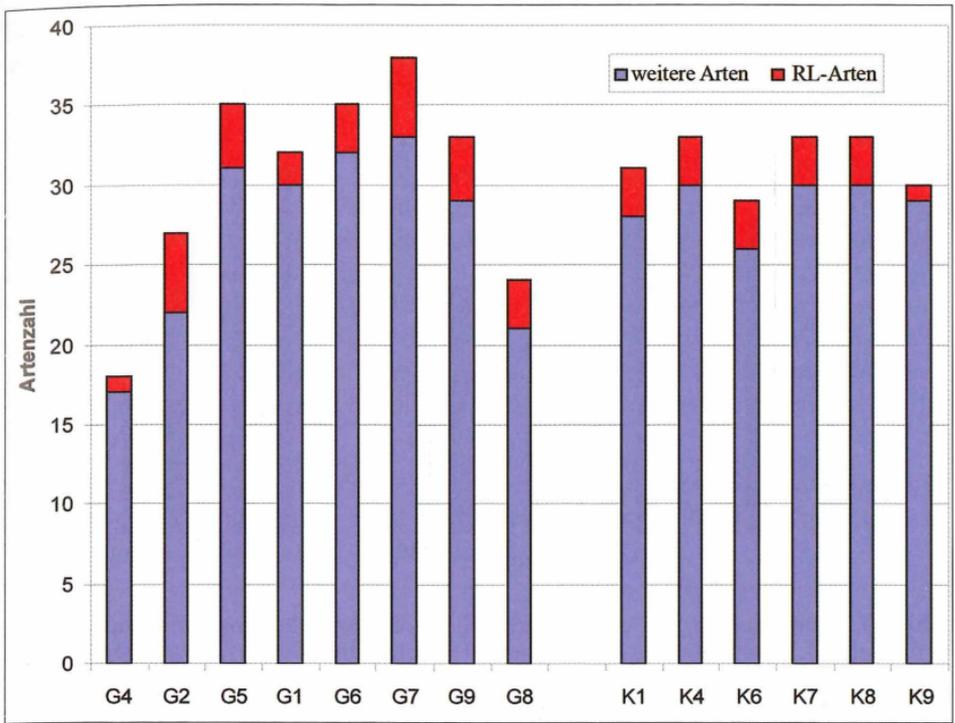


Abb. 16: Laufkäfer 2003 – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probestellen (G: Güntersleben, K: Kürnach) (Grafik: M. Degenbeck)

der Interpretation der Artenzahlen im Vergleich der Untersuchungsjahre zu berücksichtigen.

Die größten Artenzahlen wurden 2003 auf Einsaatflächen in Güntersleben (G6, G7) sowie der Mulchfläche G5 beobachtet (35-38 Arten), diese Flächen weisen auch einen hohen Anteil naturschutzrelevanter Arten auf. 2005 war G 7 mit 36 Arten wiederum am artenreichsten, gefolgt von den Saatflächen G 1 (33) und K 4 (32) sowie der Ackerfläche G 10 (31). Auffallend ist die, wie auch 2001, sehr geringe Arten- und Individuenzahl auf der Halbtrockenrasenfläche G4 (18 Arten 2003, 23 Arten 2005).

Auf den Ackerflächen wurden artenärmere Carabidengemeinschaften festgestellt; der Anteil an gefährdeten Arten ist jedoch relativ hoch. Bemerkenswert ist z.B. *Zabrus tenebrioides* (Getreide-Laufkäfer, RLB 1), der sowohl in Kürnach als auch in Güntersleben auf Getreideäckern bzw. Einsaatflächen gefangen wurde. Die Art besiedelt bevorzugt Getreidefelder, wo sie sich von Getreidekörnern und jungen Pflanzen der Wintersaat ernährt. In früherer Zeit war sie

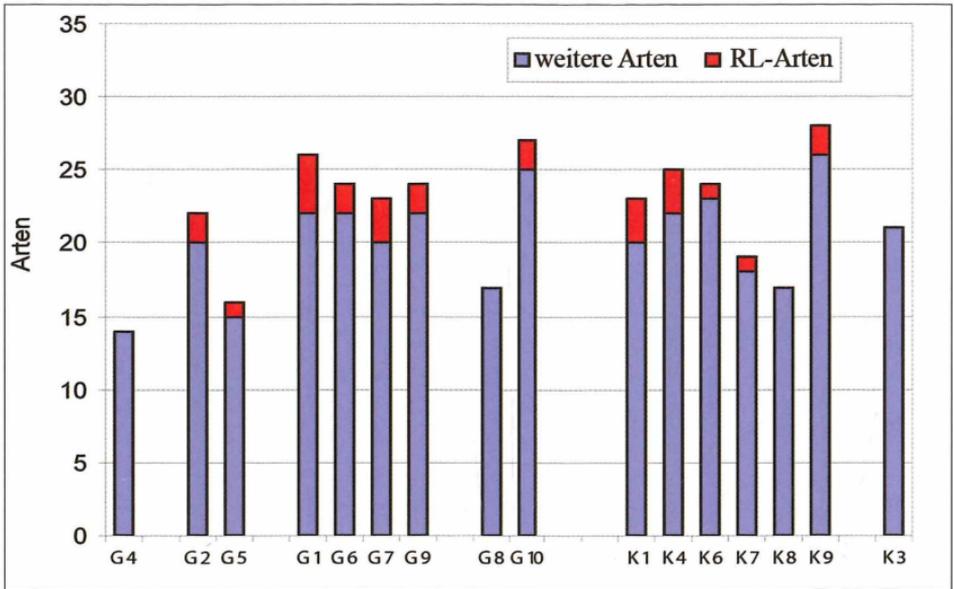


Abb. 17: Laufkäfer 2005 – Artenzahlen und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probestellen (G: Güntersleben, K: Kürnach, n = 6.137 Individuen) (Grafik: M. Degenbeck)

Tab. 9: Laufkäfer 2005 – die häufigen Arten, ihre ökologische Einstufung, Individuenzahl und Anzahl der Nachweise auf den Probestellen (Arten $\geq 2,0\%$ der Individuen, Gesamtanzahl: 10.253 Individuen)

Art	Ökotyp	Individuenzahl	Anzahl Probestellen
<i>Brachinus crepitans</i>	x	4.350 (42,4%)	14
<i>Anchomenus dorsalis</i>	eO	755 (7,4%)	14
<i>Poecilus cupreus</i>	eO	520 (5,1%)	16
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	tO	431 (4,2%)	15
<i>Trechus quadristriatus</i>	eO	429 (4,2%)	13
<i>Pterostichus melanarius</i>	eO	425 (4,2%)	12
<i>Amara aulica</i>	eO	370 (3,6%)	12
<i>Ophonus ardosiacus</i>	tO	357 (3,5%)	15
<i>Carabus auratus</i>	tO	289 (2,8%)	5
<i>Harpalus affinis</i>	tO	280 (2,7%)	14
<i>Ophonus azureus</i>	tO	238 (2,3%)	15
<i>Amara convexior</i>	eO	234 (2,3%)	15
<i>Amara ovata</i>	eO	214 (2,1%)	15
<i>Bembidion lampros</i>	eO	214 (2,0%)	14

für große Schäden in Getreidekulturen verantwortlich. Sie ist wahrscheinlich aufgrund des intensivierten Pflanzenschutzes in ihrem Bestand gefährdet.

Im Gegensatz zu den Spinnen zeigten sich bei den Laufkäfern nur relativ geringe Unterschiede zwischen den Standorten in Güntersleben und Kürnach, was die Artenzahlen betrifft. So wurden auf den Flächen in Güntersleben insgesamt 62 Arten nachgewiesen, auf den Kürnacher Flächen wurden 51 Arten gefunden, wobei die geringere Flächenzahl in Kürnach zu berücksichtigen ist. Insgesamt sind die Kürnacher Flächen stärker durch eurytope oder agrobionte Arten gekennzeichnet als die Flächen auf Günterslebener Gemarkung (Kürnach: 75% der Arten, 70% der Individuen, Güntersleben: 60% der Arten, 37% der Individuen). Die Günterslebener Flächen weisen allerdings einen höheren Arten- und Individuenanteil besonders naturschutzrelevanter Arten auf als die Kürnacher Flächen.

Die Bewertung der Fangergebnisse fällt im Grunde bei den Laufkäfern ebenso aus wie bei den Spinnen, es zeigt sich eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung der Einsaatflächen und der Mulchbegrünung.

4.4.3 Tagfalter

Zur Erfassung der Tagfalter wurde eine modifizierte Transektmethode angewandt. Dabei wurden die Flächen an jeweils 4 Begehungsterminen abgelaufen und alle Tagfalter registriert, die in einem Zeitraum von 20 min auf den Flächen beobachtet wurden. Individuen, bei denen eine Artbestimmung nicht per Sichtbeobachtung möglich war, wurden gefangen, bestimmt und anschließend wieder freigelassen. Dabei wurden die Bestimmungszeiten bei der Dauer der Begehungen nicht berücksichtigt, so daß die Begehungsdauer auf allen Flächen an allen Terminen vergleichbar war. Die Artenpaare *Colias hyale/C. alfacariensis* und *Polyommatus agestis/artaxerxes*, die im Freiland nicht sicher unterschieden werden können, wurden nicht getrennt betrachtet.

Bei den Begehungen wurden 2005 insgesamt 30 Tagfalter-Arten beobachtet (2003: 31 Arten, 2001: 29 Arten). Unter den Arten sind 8 Arten, die in der deutschen oder der bayerischen Roten Liste in eine der Gefährdungskategorien eingestuft sind (2003: 11 Arten, 2001: 7 Arten).

Die nachgewiesenen Rote-Liste-Arten bevorzugen trockene Offenlandstandorte oder Hecken und Gebüschsäume als Lebensraum. Auf den Probeflächen bei Güntersleben konnten insgesamt 27 Tagfalter-Arten nachgewiesen werden (2003: 30 Arten), darunter 8 Arten der Roten Liste (2003: 11 Arten). Die Probeflächen auf Kürnacher Gemarkung waren mit 12 Arten (2003: 9 Arten) deutlich artenärmer, hier konnte keine Art der Roten Liste nachgewiesen werden, 2003 immerhin noch 2 Arten.

Häufigste Art war der eurytope Kleine Kohlweißling (*Pieris rapae*), der (mit Ausnahmen einer Ackerfläche) auf allen Probeflächen beobachtet wurde. Im Teilgebiet Güntersleben waren das Große Ochsenauge (*Maniola jurtina*) und das Kleine Wiesenvögelein (*Coenonympha pamphilus*) die nächst häufigen Arten (8 bzw. 6 Probeflächen). Im Teilgebiet Kürnach waren der Kleine Fuchs (*Nymphalis urticae*) und ebenfalls *C. pamphilus* noch relativ häufig (6 bzw. 4 Probeflächen). Alle drei häufigen Arten können als ubiquitär oder als eurytope Offenlandarten eingestuft werden. Das Vorkommen „anspruchsvoller“ Tagfalterarten mit speziellen Ansprüchen an Fraßpflanzen oder mikroklimatische Bedingungen war weitgehend auf die Günterslebener Flächen G4 (Halbtrockenrasen) sowie G5 und G6 (Mulch- und Ansaatfläche am Gräfenroth) beschränkt.

Die Günterslebener Ansaatflächen unterscheiden sich durch höhere Artenzahlen (6-11 Arten) von den Kürnacher Flächen (4-7 Arten). Die Anzahl naturschutzrelevanter Arten auf Ansaatflächen war 2005 in beiden Teilgebieten sehr niedrig, so konnten nur auf der Probefläche G6 überhaupt Rote-Liste-Arten beobachtet werden (4 Arten), wobei die Anwesenheit dieser Arten auf der Probefläche z. T. auch auf das Umfeld (Waldrand, Hecken) zurückzuführen ist, denn auch auf der direkt angrenzenden Mulchfläche (G5) waren diese Arten vorhanden.

Die Ackerflächen (jeweils 2 Arten) sowie die Stilllegungsfläche G2 waren sehr artenarm (4 Arten), Arten der Roten Liste fehlten.

Wie in den Vorjahren waren der Halbtrockenrasen G4 (12 Arten) und vor allem die Mulchfläche G5 (17 Arten) besonders artenreich, auf diesen Flächen finden sich auch viele Rote-Liste-Arten (3 bzw. 5 Arten).

Außer durch die hohe Diversität und die Anzahl an besonders naturschutzrelevanten Arten unterscheiden sich der Halbtrockenrasen sowie die beiden Flächen am Gräfenroth durch die große Anzahl exklusiver, d. h. nur hier gefundener Arten, von den anderen Standorten. Ausschließlich auf dem Halbtrockenrasen (G4) wurden 6 Arten gefunden, davon 2 Arten der Roten-Liste. Die Mulchfläche (G5) weist 5 exklusive Arten (2 RL), die Ansaatfläche G6 2 exklusive Arten auf (1 RL).

Wertvollste Fläche aus naturschutzfachlicher Perspektive war in allen drei Jahren der Halbtrockenrasen G4, was Diversität, Rote-Liste-Anteil und standorttypische Ausprägung der Artengemeinschaft betrifft. Ebenfalls besonders wertvoll erwies sich die mit Mulchgut behandelte Fläche G5 und im Jahr 2005 auch die angrenzende Ansaatfläche G6.

Auf den Ansaatflächen waren in allen drei Jahren in beiden Teilgebieten deutlich artenreichere Tagfaltergemeinschaften zu beobachten als auf vergleich-

Tab. 10: Tagfalter 2005 – Arten der Roten Liste, ihr Gefährdungsgrad und Vorkommen auf den Probeflächen

Artname	Rote Liste		Probeflächen
	BY	D	
<i>Boloria dia</i>	3	3	G4, G5, G6
<i>Iphiclides podalirius</i>	2	2	G4
<i>Limenitis camilla</i>	V	3	G5, G6
<i>Plebeius argus</i>	V	3	G5
<i>Plebeius argyrognomon</i>	2	3	G5, G6
<i>Plebeius idas</i>	2	2	G5
<i>Polyommatus agestis/artaxerxes</i>	3/3	V/V	G6
<i>Thymelicus aceton</i>	3	3	G4
<u>Vorwarnliste</u>			
<i>Callophrys rubi</i>	V	V	G5
<i>Carterocephalus palaemon</i>		V	G5
<i>Coenonympha arcania</i>		V	G4
<i>Colias hyale/alfacariensis</i>	-/V	-/V	G4, G5, G6, K4
<i>Papilio machaon</i>		V	G5-7, G9, K4, K8

baren Ackerstandorten, auf der herkömmlich behandelten Stilllegungsfläche (G2) oder auf bewirtschaftetem Grünland (K2). Viele Ansaatflächen wurden von besonders naturschutzrelevanten Arten zumindest zur Nahrungssuche genutzt, von einer Art (Schwalbenschwanz) liegen aus allen drei Untersuchungsjahren auch Raupenfunde vor.

Beim Vergleich mit den Vorjahren fällt auf, daß die Artenzahlen auf den meisten Untersuchungsflächen z. T. erheblich niedriger waren. Möglicherweise ist dies auf klimatische Ursachen zurückzuführen. Eine weitere Ursache könnte ein, im Vergleich zu den Vorjahren, geringeres Blütenangebot auf vielen Probeflächen gewesen sein, das die Attraktivität der Ansaatflächen mit zunehmendem Alter für Tagfalter geringer werden läßt.

Die Ergebnisse zeigen, daß auch bei der Gruppe der Tagfalter die Wertigkeit der Ansaatflächen entscheidend von der Ausprägung des Umfeldes beeinflusst wird. So weisen z.B. die Flächen im strukturell diverseren Teilgebiet Güntersleben auch diversere Artengemeinschaften auf als die Flächen im intensiv genutzten, weitgehend ausgeräumten Teilgebiet Kürnach. Flächen in enger Nachbarschaft natürlicher oder naturnaher Habitats (G6, G1) weisen diversere Artengemeinschaften auf als weitgehend isolierte Flächen in der Kulturlandschaft (G7).



Abb. 18: Schwalbenschwanz auf der Versuchsfläche G 7, August 2001 (Foto: H. Stumpf)

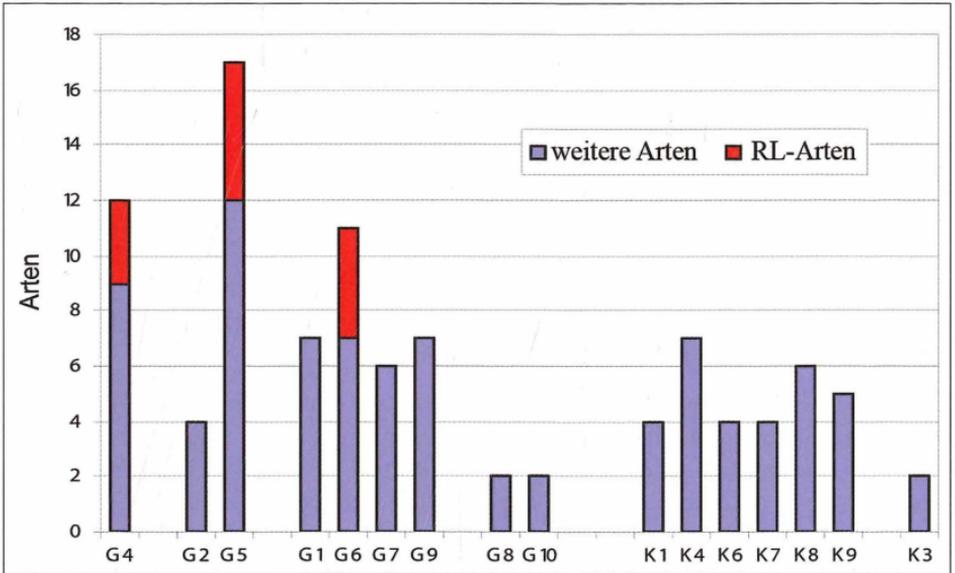


Abb. 19: Tagfalter – Artenzahl und Anzahl der Rote-Liste-Arten auf den Probeflächen 2005 (Grafik: M. Degenbeck)

4.4.4 Ameisen

Zusätzlich zu den intensiver bearbeiteten Tiergruppen (s. o.) wurden auch Arten aus weiteren Tiergruppen berücksichtigt, die bei den Untersuchungen als Beifänge in den Bodenfallen erfaßt wurden.

2005 konnten insgesamt 23 Ameisenarten nachgewiesen werden (2003: 24 Arten), 8 der Arten werden in der deutschen Roten Liste als gefährdet eingestuft (2003: 5 Arten), 6 weitere Arten sind in der Vorwarnliste geführt. Häufigste Art war *Lasius niger*, die auf allen Flächen gefunden wurde.

Wie bei den anderen Tiergruppen, so sind auch bei den Ameisen die Artengemeinschaften auf den Günterslebener Flächen meist deutlich artenreicher als die der Kürnacher Flächen.

Aus Sicht des Naturschutzes ist besonders die Halbtrockenrasenfläche (G4) wertvoll. Aber auch auf den Einsaatflächen G5, G6 oder G1 fanden sich artenreiche Ameisenbestände.

Da die meisten der nachgewiesenen Arten in Bodennestern leben, sind sie sehr anfällig gegenüber Störungen, wie sie mit einer intensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftung einhergehen. Daher wurden auf den untersuchten Ackerflächen nur sehr artenarme Ameisenbestände vorgefunden, wobei nur eine Art, die eurytope *Lasius niger*, gelegentlich in größerer Individuenzahl vorkam.

Beim Vergleich der Ergebnisse aus den drei Untersuchungsjahren zeigen sich auf den Probeflächen, die mehrmals untersucht wurden, meist nur geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren, was Artenzahl oder Anzahl naturschutzrelevanter Arten betrifft. Auch auf den frisch angesäten Flächen im ersten Jahr finden sich bereits die „vollständigen“ Artengemeinschaften der Ansaatflächen, die sich im fünfjährigen Zeitrahmen der Untersuchung wenig veränderten.

4.4.5 Wanzen

Insgesamt wurden 57 Wanzenarten im Jahr 2005 nachgewiesen, 2003 waren es 69 Arten. Darunter waren 15 Arten der Roten Liste (2003: 13 Arten). Obwohl Bodenfallen zum Fang von Wanzen nur bedingt geeignet sind, zeigen die Ergebnisse, daß auf den Einsaatflächen eine diverse Wanzenfauna vorhanden ist, die einen hohen Anteil besonders naturschutzrelevanter Arten aufweist.

Die Kürnacher Flächen weisen deutlich weniger naturschutzrelevante Arten auf (1-2 Arten), mit Ausnahme der Ansaatfläche K8, wo 5 Arten der Roten Liste gefunden wurden. Auf den 3 untersuchten Ackerflächen wurden keine Rote-Liste-Arten nachgewiesen.

Die Günterslebener Flächen waren, wie bei den meisten untersuchten Tiergruppen, auch bei den Wanzen artenreicher (im Mittel 12 Arten [6-16 Arten]) als die Kürnacher Probeflächen (8 Arten, [5-11 Arten]). Neben dem Halbtrockenrasen G4 sind als artenreiche Standorte die Ansaatflächen G1, G6, G7 sowie K8 hervorzuheben.

4.4.6 Heuschrecken

Im Untersuchungsjahr 2005 wurden insgesamt 9 Heuschreckenarten beobachtet (2003: 12 Arten). Von diesen Arten sind 2 Arten in der bayerischen Roten Liste als „gefährdet“ eingestuft (Zweifarbige Beißschrecke *Metrioptera bicolor*, Heidegrashüpfer, *Stenobothrus lineatus*, 2003 zusätzlich Verkannter Grashüpfer, *Chorthippus mollis*), 3 weitere Arten werden in der Vorwarnliste geführt.

Häufigste Art war der eurytope Nachtigall-Grashüpfer, *Chorthippus biguttulus*, der auf allen Probeflächen anwesend war, auf den Ackerflächen jedoch nur in sehr geringer Anzahl in den Randbereichen (Ausnahmen G10). Auf den Ansaatflächen waren darüber hinaus der Gemeine Grashüpfer, *Chorthippus parallelus*, der Wiesengrashüpfer, *C. dorsatus*, und die Gemeine Sichelschrecke, *Phaneroptera falcata*, regelmäßig und in größerer Individuenzahl anzutreffen.

Die artenreichsten Heuschreckenzönosen wurden auf den beiden Flächen am Gräfenroth (Mulchfläche G5, Ansaatfläche G6) mit 9 bzw. 8 Arten festgestellt. Aber auch auf anderen Ansaatflächen wurden relativ diverse Zönosen beobachtet, nur die Fläche am Roten Rain (G7) war mit 4 Arten artenarm. Mit Ausnahme der Ackerflächen und der Ansaatfläche G7 wurden auf allen Günterslebener Flächen als besonders naturschutzrelevante Art die Zweifarbige Beißschrecke (*Metrioptera bicolor*) gefunden. Auf dem Halbtrockenrasen G4 wurde mit dem Heidegrashüpfer noch eine weitere Rote-Liste-Art gefunden.

Die Kürnacher Ansaatflächen waren mit 4-6 Arten kaum artenärmer als die Günterslebener Flächen mit 4-8 Arten, nur auf einer Kürnacher Fläche wurde eine besonders naturschutzrelevante Art (*Metrioptera bicolor*) nachgewiesen (K7). Auf der alten Stilllegungsfläche G2 wurde nur ein relativ artenarmer Heuschrecken-Bestand (5 Arten) beobachtet.

Auf den untersuchten Ackerflächen wurden nur vereinzelt Heuschrecken festgestellt (1-3 Arten), naturschutzrelevante Arten fehlen.

Im ersten Untersuchungsjahr wurden keine Begehungen zur Heuschrecken-erfassung durchgeführt. Zwischen den Jahren bestehen nur geringe, nicht eindeutige Unterschiede, was die Artenzahlen und die Anzahl der Rote-Liste-Arten betrifft.

5 Zusammenfassende Bewertung der faunistischen Untersuchungen

- Auf den Ansaatflächen wurden in allen drei Untersuchungsjahren bei den berücksichtigten Tiergruppen relativ diverse Artengemeinschaften festgestellt, die meist von Arten der Agrarlandschaft dominiert werden.
- Die Ansaatflächen bieten besonders naturschutzrelevanten Arten aus allen untersuchten Tiergruppen Lebensraum, insbesondere xerothermophile Arten wurden nachgewiesen.
- Die Einsaatflächen mit der Saatmischung „Lebensraum 1“ sind bereits im ersten Jahr aus Sicht des Arten- und Naturschutzes im intensiv landwirtschaftlich genutzten Umfeld einen Bereicherung. Hier finden sich sowohl bei Spinnen als auch bei Laufkäfern diversere Artengemeinschaften, die einen höheren Anteil besonders naturschutzrelevanter Arten aufweisen als vergleichbare Ackerflächen. Die Flächen werden auch von deutlich mehr Tagfalter-Arten genutzt als die Vergleichsflächen.
- Die Artengemeinschaften der Einsaatflächen weisen insgesamt noch große Ähnlichkeiten zu den Ackerflächen auf, vor allem in den ersten 3 Jahren. Sowohl bei Laufkäfern als auch bei Spinnen können die meisten auf den Einsaatflächen nachgewiesenen Arten und Individuen als eurytope Offenlandarten eingestuft werden. Wenige typische „Pionierarten“ treten in hohen Individuenzahlen auf. Mit fortschreitendem Alter der Einsaatflächen wird der Anteil dieser Pionierarten geringer.
- Die Ausprägung des Umfeldes (Vergleich Güntersleben/Kürnach) bzw. die Nähe zu vorhandenen Biotopflächen (Vergleich Sandgraben/Roter Rain) hat einen großen Einfluß auf den Verlauf der Besiedlung der Einsaatflächen. Dies sollte bei der Anlage von Einsaatflächen bzw. bei der Planung eines Biotopverbundes berücksichtigt werden.
- Die mit Mulchmaterial behandelte Fläche G5 ist sowohl im ersten als auch im dritten und fünften Jahr bei fast allen untersuchten Tiergruppen deutlich artenreicher als die direkt benachbarte mit der Saatmischung behandelte Einsaatfläche G6. Auch der Anteil naturschutzrelevanter Arten war bei den drei intensiver bearbeiteten Tiergruppen größer. Die Verwendung von geeignetem Mulchmaterial ist wahrscheinlich eine sinnvolle Alternative bzw. Ergänzung zur Einsaat mit wildartenreichen Saatmischungen bei der Gestaltung von Stillungsflächen.
- Die Untersuchungen haben gezeigt, daß bereits im ersten Jahr nach Anlage der Flächen deutliche Veränderungen der Artengemeinschaften und aus Sicht des Naturschutzes positive Effekte aufgetreten sind, die auch nach drei und fünf Jahren noch Bestand haben. Dabei können wertvolle Hinweise zur Planung und Gestaltung von naturschutzgerechten Wildackerflächen gewonnen werden.

- Aufgrund der Strukturvielfalt ziehen die Ansaatflächen auch Wirbeltiere aus der Umgebung an, die dort Nahrung und Deckung finden und vermutlich die Biotopkapazität der Feldflur deutlich erhöhen.
- Im Laufe der Entwicklung mehrjähriger Ansaaten kommen zu den Pionier- und Offenlandarten zunehmend Arten hinzu, die Hecken und Gebüsch als Lebensraum bevorzugen, was bei den Vögeln besonders augenfällig ist.

6 Fazit

Als Ergebnis des Projektes „Biotopverbund“ ist festzustellen, daß die Anlage von Dauerstrukturen derzeit kein erfolversprechendes Instrument des Biotopverbundes in intensiv genutzten Agrarlandschaften sein kann. Um das im §3 Bundes-Naturschutz-Gesetz (BNatSchG) verankerte Ziel eines Biotopverbundsystems von mindestens 10 % der Landesfläche zu erreichen, müssen neue Wege beschritten werden.

Daß diese Ansaaten die Tiere regelrecht anlocken und zu einer höheren Artenvielfalt führen, kann auch der Laie beobachten. Die Bedeutung für den Artenschutz konnte aber auch durch wissenschaftliche Begleituntersuchungen an Feldhase, Vögeln und wirbellosen Tieren wie Laufkäfern, Spinnen, Tagfaltern etc. eindeutig belegt werden. Schon nach wenigen Jahren konnten sogar Heckenbewohner (z.B. Neuntöter, aber auch Spinnen) nachgewiesen werden, die in den Ansaatflächen geeignete Ersatzhabitate vorfinden. Die Trittsteine des Biotopverbundsystems müssen folglich nicht unbedingt immer an derselben Stelle verbleiben.

Diese Vorzüge und die hohe Attraktivität der blütenreichen Bestände treffen nicht nur bei Landwirten und Jägern auf große Akzeptanz, sondern auch bei der erholungsuchenden Bevölkerung. In Güntersleben konnten dank intensiver Beratung durch die Landwirtschaftsverwaltung und die gute Zuarbeit von Landwirten und Grundeigentümern fast 8 % der landwirtschaftlichen Produktionsfläche mit wildartenreichen Ansaaten begrünt werden, in Kürnach etwa die Hälfte davon (Stand 2005). Gerade in der intensiv genutzten Agrarlandschaft ist dies die mit Abstand beste Möglichkeit, attraktive Biotopstrukturen in die Fläche zu bringen und damit dem im §3 BNatSchG verankerten Ziel eines Biotopverbundsystems von mindestens 10 % der Landesfläche näher zu kommen. Durch Artenvielfalt und Blühreichtum wird die Vision „blühender Landschaften“ fast schon Wirklichkeit.

Mit artenreichen Ansaaten erbringen die Landwirte eine gemeinnützige Leistung, deren Finanzierung gesichert sein muß. Die Landschaftspflege muß folglich eine Aufwertung erfahren, auch in finanzieller Hinsicht. Dies kann erfolgen über die Agrarumweltprogramme und über sonstige Profiteure der Ansaaten wie Jäger, Jagdgenossenschaften und Gemeinden. Der Förderbe-

darf, der relativ gering ist, wurde im Rahmen des Projektes „Biotopverbund“ errechnet. So kostet die Etablierung und Bestandsführung der Saatmischung „Lebensraum 1“ bei 5 Jahren Standzeit nur rund 70 €/ha x Jahr, die Bienenmischung wegen der höheren Saatgutkosten (250 €/ha) rund 120 €/ha x Jahr. Preisgünstigere Saatmischungen aus Kulturpflanzen mit 2 Jahren Standzeit sind durch den höheren Arbeitsaufwand zum einen oft bei einer Vollkostenrechnung teurer (z.B. die in Hessen oft verwendete Mischung „OLAP“ mit rund 110 €/ha x Jahr, siehe www.lebensraum-brache.de), zum anderen durch die höhere Störungshäufigkeit gerade für Heckenbewohner weniger geeignet.

Bei steigenden Preisen für landwirtschaftliche Produkte, mit ausgelöst durch den Bioenergie-Boom in jüngster Zeit, und gleichzeitig unzureichenden Fördersätzen beim Bayerischen Kulturlandschaftsprogramm (KuLaP), ging das Interesse der Landwirte an den artenreichen Ansaaten – trotz dem nachweislich damit verbundenen Imagegewinn bei der Bevölkerung – massiv zurück. Immerhin wurden mittlerweile die Fördersätze verdoppelt. Die Beratung ist nach wie vor essentiell, um derartige hochwertige Lebensräume in der Agrarlandschaft umsetzen zu können.

Abschließend ist festzuhalten, daß die Schaffung von temporären oder dauerhaften Biotopstrukturen dann besonders gut gelingt, wenn alle beteiligten Behörden, Verbände und die Gemeinde an einem Strang ziehen, da sich so erhebliche Synergieeffekte erzielen lassen. In Zeiten knapper werdender personeller und finanzieller Ressourcen ist dies von besonderer Bedeutung. Die Erhaltung unserer Kulturlandschaft ist eine Gemeinschaftsaufgabe und muß, wenn sie erfolgreich sein soll, als solche auch verstanden werden.

7 Literatur

BAUER, H.; et al. (2002):

Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. (3. überarb. Fassung). – Berichte zum Vogelschutz Heft 39: 13 - 59.

BAUMANN, M. (2003):

„Pflugfurchenprojekt“ zur Förderung des Feldhasen in der Solothurner Witi. Bericht 2001-2003. Jagd & Fischerei, Kt. Solothurn.

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. (1995):

Methoden der Feldornithologie. – Radebeul.

BÖRNER, M.; et al. (2007):

Wer Vielfalt sät, schafft Lebensräume! Endbericht Projekt „Lebensraum Brache“ – Wildtierfreundliche Maßnahmen im Agrarbereich.

- FÜNFSTÜCK, H.; v. LOSSOW, G.; SCHÖPF, H. (2003):
Rote Liste gefährdeter Vögel (Aves) Bayerns. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Heft **166**: 39 - 44.
- KUHN, W. (2002):
Wildeckung, bunt und lebendig. – Wild und Hund **5**: 28 - 31.
- KUHN, W. (2003):
Zwischenfrüchte auf die Felder! – Wild und Hund **14**: 22 - 25.
- MARZINI, K.; KUHN, W. (2002):
Stilllegungsflächen intensiv extensivieren. – Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt **31**: 44 - 45.
- PLATEN, R. (1996):
Spinnengemeinschaften mitteleuropäischer Kulturbiotope. – Arachnologische Mitt. **12**: 1 - 45.
- REICHLIN, T.; KLANSEK, E.; HACKLANDER, K. (2006):
Diet selection by hares (*Lepus europaeus*) in arable land and its implications for habitat management. – European Journal of Wildlife Research **52**: 109 - 118.
- RIEKEN, U. (1992):
Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen - Grundlagen und Anwendung. – Schriftenr. f. Landschaftspflege u. Naturschutz **36**.
- RÖSER, B. (1995):
Saum- und Kleinbiotope: ökologische Funktion, wirtschaftliche Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. (3. Aufl.). – Landsberg/Lech.
- SMITH, R. K.; JENNINGS, N. V.; HARRIS, S. (2005):
A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares *Lepus europaeus* in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. – Mammal Review **35**: 1 - 24.
- SMITH, J. N. M. (1991):
The effects of additional feeding on an island Song Sparrow population. – (Unveröff. Vortragsskript).
- SOTHERTON, N. W. ; ROBERTSON, P. A. (1995):
Flächenstilllegung eine Chance für Wild und Wildtier. Empfehlungen für eine wildtiergerechte Bewirtschaftung stillgelegter Flächen in der Landwirtschaft.
- STRAUSS, E.; POHLMAYER, K. (2001):
Zur Populationsökologie des Feldhasen. – NUA-Seminarbericht **7**: 5 - 20.

STUMPF, H. (2002):

Faunistische Begleituntersuchungen im Rahmen eines Biotopverbundprojektes in den Gemeinden Güntersleben und Kürnach. – (Unveröff. Gutachten).

STUMPF, H. (2004):

Faunistische Begleituntersuchungen im Rahmen eines Biotopverbundprojektes in den Gemeinden Güntersleben und Kürnach. 1. Folgeuntersuchung. – (Unveröff. Gutachten).

STUMPF H. (2006):

Faunistische Begleituntersuchungen im Rahmen eines Biotopverbundprojektes in den Gemeinden Güntersleben und Kürnach. 2. Folgeuntersuchung, Endbericht. – (Unveröff. Gutachten).

TILLMANN, J. E. (2007):

Artenvielfalt in der Agrarlandschaft – Teil 1: Brachen müssen bleiben. – Niedersächsischer Jäger **23**: 12 - 15.

TILLMANN, J. E. (2007):

Artenvielfalt in der Agrarlandschaft – Teil 2: Wie geht es weiter? – Niedersächsischer Jäger **24**: 22 - 23.

TILLMANN, J. E.; et al. (2005):

Wildlife conservation by means of green cover set-aside – First results from a German study, Proceedings of the XXVIIth Congress of the International Union of Game Biologists, Institute for Wildlife Research at the University of Veterinary Medicine Hannover.

UHLICH, D. (1991):

Die Vogelwelt im Landkreis und in der Stadt Würzburg. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **32**: 3 - 64.

VAUGHAN, N.; et al. (2003):

Habitat associations of European hares *Lepus europaeus* in England and Wales: implications for farmland management. – J. Appl. Ecol. **40**: 163 - 175.

VOIGT, U.; et al. (2000):

Wildtiererfassung in Niedersachsen. Ergebnisse einer begleitenden Studie zur Verifizierung von Populationsdichten beim Rebhuhn (*Perdix perdix* L.).

Anschrift des Verfassers:

Martin Degenbeck

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

An der Steige 15

D-97209 Veitshöchheim

Der Unkenreflex beim Grasfrosch
(*Rana temporaria* L.)
(Amphibia: Anura: Ranidae)
während des Amplexus

RUDOLF MALKMUS

Zusammenfassung

Im Zentralspessart konnte erstmals das unkenreflexartige Verhalten eines weiblichen Grasfrosches (*Rana temporaria* L.) während des Amplexus beobachtet werden.

Summary

In the Central Spessart Mountains (northwestern Bavaria, Germany) for the first time the partial unken-reflex of a female common frog (*Rana temporaria* L.) was observed during the sexual embrace (amplexus).

1 Der Unkenreflex

Eine der bekanntesten Schreckreaktionen unter Amphibien ist der sogenannte Unkenreflex. Es handelt sich dabei um eine bei unseren Unken (*Bombina* spp.) zu beobachtende Schreckstarre, die durch Bedrohung ausgelöst und durch taktile Reizung des Rückens (Druck, Streichbewegungen) verstärkt werden kann: Die Unke bildet ein Hohlkreuz, zieht die Beine weit nach oben über den Rücken und die Arme und Hände mit nach oben gekehrter Unterseite, die schwarz-gelbe Warnfarbe zeigend, über die Augen. Diese Position bezeichnet man auch als Kahnstellung. Sie wird durch Schließen der Augen, verminderte Atemtätigkeit und Absonderung giftiger Hautsekrete begleitet.

In abgewandelter Form ist diese Art der Abwehrhaltung unter Amphibien weit verbreitet, so bei nordamerikanischen Schwanzlurchen (Urodela), wie *Taricha*

granulosa oder *Plethodon jordani* (JOHNSON et BRODIE, 1975; HENSEL et BRODIE, 1976), besonders aber bei zahlreichen Familien der Froschlurche (Anura), etwa bei den Scheibenzünglern (Discoglossidae, z.B. bei unseren Geburtshelferkröten der Gattung *Alytes*), den Kröten (Bufonidae), Laubfröschen (Hyllidae), Pfeiffroschen (Leptodactylidae) und den Echten Fröschen (Ranidae).

2 Der Unkenreflex bei der Gattung *Rana*

Abwehrverhalten mit Merkmalen des Unkenreflexes wurden bei zahlreichen nordamerikanischen Arten der Gattung *Rana* (z.B. *R. catesbeiana*, *R. pipiens*, *R. holtzi*, *R. chiricahuensis*) beobachtet (HABERL et WILKINSON, 1997); unter den europäischen Raniden nur bei Seefrosch (*Rana ridibunda*) und Grasfrosch (*Rana temporaria*) (z.B. GÜNTHER, 1990; SCHLÜPMANN, 2000).

Erstmals beschreibt HINSCHKE (1926) dieses Verhalten bei unter Wasser abtauchenden Fröschen: Sie wühlten sich in den Bodenschlamm, drückten sich platt auf den Grund, bogen leicht das Kreuz, hoben die Vorderbeine und verharrten in Akinese. Ein entsprechendes Verhalten an Land wurde bisher nur von wenigen Autoren beschrieben bzw. fotografisch dokumentiert (LÖFFLER, 1982; BURNY et PARENT, 1984; GARCIA-PARIS et ESTEBAN, 1989; KABISCH, 1990; HABERL et WILKINSON, 1997; SCHLÜPMANN, 2000; MALKMUS, 2006).

3 Der Unkenreflex beim Grasfrosch

Während meiner über vierzig Jahre währenden Beschäftigung mit Amphibien konnte ich zwar häufig beobachten, daß sich bedroht führende Grasfrösche flach auf den Boden drückten, die Vorderbeine seitlich anlegten, sie aber nicht hoben. Nur dreimal konnte ich Zeuge des hier thematisierten unkenreflexartigen Verhaltens werden.

Datum 20.07.2006: Ein adulter Grasfrosch (Körperlänge 80 mm) „drückt sich bei Berührung flach auf den Boden, hebt die Vorderbeine und dreht die Handflächen für zwei Sekunden nach außen oben“ (MALKMUS, 2006).

Fundort: Südwesthang des Schneiders, oberhalb der Preintaler Hütte in den Schladminger Tauern (1900 m ü. NN); Bergpfad, der sich durch dichte Zwergstrauchheiden (Heidelbeere, Alpenrose) zieht; 7.00 Uhr, +9 °C, wolkenlos.

Datum 16.07.2007: Ein 62 mm langes Tier drückt sich stark abflachend auf den Boden, hebt die Vorderbeine und dreht für sechs Sekunden die Handflächen in Augenhöhe nach außen.

Fundort: moorige Seggenwiese am Latschinger Brünndl im Rofangebirge (1850 m ü. NN); 13.00 Uhr, +16 °C, wolkenlos.

Erstmals konnte ich beobachten, daß diese Form des Abwehrverhaltens auch während des Amplexus (Umklammerung des Weibchens durch das paarungsbereite Männchen) auftritt.

Am 25.02.2008 entnahm ich zum Zwecke morphometrischer Untersuchungen ein Grasfroschpärchen aus einer ablaichenden Kolonie (oberer Kaltengrund, Zentralspessart, 320 m ü. NN; 14.00 Uhr, +11 °C, bewölkt).

Zunächst versuchte das Weibchen mit dem rücklings klammernden Partner in flachen Sprüngen zu fliehen. Als ich einen der Sprünge mit einer Handbewegung frontal abbremste, drückte sich das Weibchen flach auf den Boden, hob die Vorderbeine, wobei die Unterseite der Handflächen leicht nach außen gedreht und die Finger gabelförmig nach vorne gestreckt wurden (siehe Abb. 1 und Abb. 2) und verblieb in dieser Stellung für circa zwanzig Sekunden. Während dieser Zeit gab es eine beträchtliche Menge weißlichen Hautdrüsensekretes ab. Das aufsitzende Männchen verharrte während dieser Starre regungslos klammernd. Der Reflex war noch viermal in Folge auszulösen, verlor jedoch zunehmend an Dauer. Am darauffolgenden Tag reagierte das Weibchen in der gleichen Bedrohungssituation nur noch mit Abdreh- und Fluchtbewegungen.



Abb. 1: Weiblicher Grasfrosch (*Rana temporaria*) während des Axillar-Amplexus in Unkenreflex-Abwehrstellung, Lateralansicht (Foto: R. Malkmus)

HABERL et WILKINSON (1997) beobachteten beim Grasfrosch den Unkenreflex bei Temperaturen zwischen Null und +5 °C und schlossen daraus, daß „it may be that in the absence of sufficient body warmth, the more usual means of predation avoidance (escape) was unavailable to the frog at that time.“ Unterstützt wurden sie dabei durch die Vermutung von BURNY et PARENT (1984), der Grasfrosch würde vorzugsweise kurz vor bzw. nach der Hibernation, d. h. bei relativ niederen Temperaturen, diese Form des Abwehrverhaltens einsetzen. Beide Autoren räumen zwar ein, daß dem eine Beobachtung von GARCIA-PARIS et ESTEBAN (1989) entgegenstünde; doch auch die oben von mir geschilderten Fälle sind gleichermaßen ungeeignet, ihre These zu stützen.

Einig dürften sich hingegen alle Beobachter darin sein, daß diese Form des Abwehrverhaltens des Grasfrosches zwar unkenartig, nicht aber identisch mit dem nur den Unken eigenen spezifischen Reflex ist. Weder Kopf noch Hinterbeine werden wie bei der Unke zur Kahnform hochgehoben, noch werden Warnfarben sichtbar.

HABERL et WILKINSON (1997) bezeichnen daher den Reflex zutreffend als „partial unkenreflex“, als Verhalten, das Anteile des Unkenreflexes enthält.



Abb. 2: Weiblicher Grasfrosch (*Rana temporaria*) während des Axillar-Amplexus in Unkenreflex-Abwehrstellung, Dorsalansicht (Foto: R. Malkmus)

4 Literatur

- BURNY, J.; PARENT, G. J. (1984):
Notulae batrachologicae. Cri du chat et position cataleptique associés chez la grenouille rousse, *Rana temporaria temporaria* LINNE. – *Alytes* **3**: 70 - 82.
- GARCIA-PARIS, M.; ESTEBAN, M. (1989):
Nouvelles données sur la réaction de défense réflexe („unken reflex“) chez *Rana temporaria* LINNAEUS, 1758 (Anura, Ranidae). – *Bull. Soc. Herp. Fr.* **51**: 33 - 36.
- GÜNTHER, R. (1990):
Die Wasserfrösche Europas. – Wittenberg Lutherstadt.
- HABERL, W.; WILKINSON, J. W. (1997):
A note on the unkenreflex and similar defensive postures in *Rana temporaria* (Anura, Amphibia). – *Brit. Herpetological Society Bull.* **61**: 16 - 20.
- HENSEL, J. L.; BRODIE, E. D. (1976):
An experimental study of aposematic coloration in the salamander *Plethodon jordani*. – *Copeia* **1976**: 59 - 65.
- HINSCH, G. (1926):
Vergleichende Untersuchungen zum sogenannten Unkenreflex. – *Biolog. Zentralblatt Leipzig* **46**: 296 - 305.
- JOHNSON, J. A.; BRODIE, E. D. (1975):
The selective advantage of the defensive posture of the newt, *Taricha granulosa*. – *Amer. Midl. Naturalist* **93**: 139 - 148.
- KABISCH, K. (1990):
Wörterbuch der Herpetologie. – Jena.
- LÖFFLER, D. (1982):
Ungleicher Kampf. – *Alytes* **1**: 18 - 19.
- MALKMUS, R. (2006):
Zur Verbreitung der Amphibien, Reptilien und Libellen in den Ostalpen (4. Nachtrag). – *Nachrichten des naturwiss. Ver. Aschaffenburg* **108**: 55 - 67.
- SCHLÜPMANN, M. (2000):
Schreckruf und Unkenreflex beim Grasfrosch (*Rana temporaria*) sowie Anmerkungen zu Schreckreaktionen bei Amphibien. – *Zeitschr. Feldherp.* **7**: 29 - 35.

Anschrift des Verfassers:

Rudolf Malkmus
Schulstraße 4
D-97859 Wiesthal

Untersuchungen zum Schadnematoden
***Xiphinema index* THORNE et ALLEN**
(Nematoda: Dorylaimida: Longidoridae)
und dem Grapevine Fanleaf Virus (Comoviridae)

KAROLIN NICKEL

Zusammenfassung

Das Grapevine Fanleaf Virus (GFLV) zählt im Weinbau weltweit zu den bedeutendsten Viruserkrankungen (RASKI et al., 1983). Dieses Virus aus der Gattung der Nepoviren (nematode-transmitted viruses with polyhedral particles) wird durch den ectoparasitären Nematoden *Xiphinema index* übertragen, der das Virus beim Saugvorgang an den Rebwurzeln mit seinem Speichel von Pflanze zu Pflanze verbreiten kann.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Einblicke in die Wechselwirkungen des Nematoden *X. index* mit seiner Wirtspflanze, der Weinrebe, zu gewinnen. Hier zeigte sich eine Besaugung aller Testpflanzen, wobei die Pflanzen entweder mit der Bildung von Gallen (v. a. Standardunterlagen), oder Nekrosen (Testpflanze 141) reagierten.

Besonderes Interesse in dieser Arbeit galt der Wirtserkennung und Auffindung der Nahrungsquelle. Anhand der durchgeführten Wanderungsversuche zeigte sich, daß *X. index* die Wurzeln von Rebsämlingen gezielt aufsucht. Hierbei spielen vermutlich sehr instabile, volatile Stoffe, die von der Rebwurzel abgegeben werden, eine bedeutende Rolle. Bei deren Charakterisierung fielen besonders die Stoffklassen der Sesquiterpene und der Phenolcarbonsäuren durch eine positive Chemotaxis auf.

Zur Detektion des GFLV in verschiedenen Pflanzenteilen erwiesen sich sowohl der DAS-ELISA als auch die RT-PCR als effektiv. Das Virus konnte durch beide Methoden in Wurzel, Stängel, Blättern und Beeren nachgewiesen werden. Um Kleinstmengen an Pflanzenmaterial analysieren zu können, erwies sich die RT-PCR als geeigneter. Zur Detektion des Virus in Stängeln ist der ELISA-Test vorzuziehen.

Der Vergleich visueller Bonituren mit den Ergebnissen des DAS-ELISA ergab, daß eine visuelle Bonitur allein nicht ausreicht, um präzise Prognosen über die Erkrankung von Rebstöcken zu machen. Es bestätigte sich, daß nur das an den Blättern ausgeprägte Symptom der Panaschüre als ein eindeutiges Anzeichen für das GFLV angesehen werden kann.

Das Abtöten infektiöser Wurzeln mit Herbiziden im Gewächshaus war nicht erfolgreich. Bei allen eingesetzten Mitteln war weiteres Wurzelwachstum zu beobachten. Nur nach dem Einsatz von Garlon 4 konnte keine Besaugung durch *X. index* beobachtet werden. Dieses Ergebnis sollte aber in weiteren Versuchen überprüft und verfestigt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt muß daher von der Herbizidapplikation zum Abtöten infektiöser Rebstöcke abgeraten werden, da die Risiken für Umwelt und Anwender deutlich größer sind als der effektive Nutzen dieser Behandlung.

Summary

The Grapevine Fanleaf Virus (GFLV) is one of the most important virus diseases of grapevines worldwide (RASKI et al., 1983). GFLV belongs to the genus *Nepovirus* (nematode-transmitted viruses with polyhedral particles) because it is transmitted by the ectoparasitic nematode *Xiphinema index*. This nematode transmits the GFLV from plant to plant while feeding on the roots of grapevines.

The aim of this study was to get insights on interactions between the nematode *X. index* and its host plant. Another point of our research was host recognition and food source discovering by the nematodes. Our testing showed that the nematodes fed on all cultivars. The reactions of the plants differ only by the building of galls on the standard plants and the appearance of necroses on cultivar 141.

The conducted migration experiments showed a targeted finding of the seedling roots. The attraction was probably induced by highly instabile and volatile substances released by the seedlings. By characterising these substances particularly the compounds of sesquiterpenes and phenolcarbon acids showed a positive chemotaxis.

To detect the GFLV in different parts of plants both DAS-ELISA as well as RT-PCR proved to be effective. The virus could be detected by both methods in roots, stipes, leaves and berries. For analysing minute amounts of plant material RT-PCR was more suitable. However DAS-Elisa proved to be more effective for the detection of viral particles in stipes.

Comparing visual evaluation of infected plants within the vineyard to the corresponding results of the DAS-ELISA showed that the visual examination is not a reliable method for the detection of infected plants. Only the symptom of yellow mosaic on the leaves was a save indication for an infection with GFLV.

The eradication of infected roots by the use of herbicides in the greenhouse was not effective. After treatment with all tested herbicides the roots continued to grow. Only with Garlon 4 no feeding of the nematodes has been observed. This result has to be verified by further testings. So the use of herbicides can not be recommended at this point of our research because the positive effect is dubious and the side effects on environment and user are too high.

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1	Einleitung 53
1.1	Die Weinrebe <i>Vitis vinifera</i> L.53
1.2	Der phytoparasitäre Nematode <i>Xiphinema index</i> 54
1.3	Das Grapevine Fanleaf Virus – Verbreitung, Symptomatik, Bekämpfungsmöglichkeiten 56
1.4	Aufgabenstellung der Diplomarbeit 59
2	Material und Methoden..... 60
2.1	Medien, Lösungen, Puffer, Reagenzien 60
2.1.1	Kultivierung von sterilen <i>in-vitro</i> -Pflanzen und Nematoden..... 60
2.1.2	Molekularbiologie RT-PCR (Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction) 61
2.1.3	Immunologisches Nachweisverfahren (DAS-ELISA, double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay)..... 62
2.1.4	Färbereagenzien 63
2.1.5	Gewächshausversuch-Wachststoffe..... 63
2.2	Chemikalien, molekularbiologische Reagenzien..... 63
2.3	Pflanzenmaterial 65
2.3.1	Versuchspflanzen <i>Vitis spec.</i> und <i>Ficus carica</i>65
2.3.2	Anzucht von Holzstecklingen und Topfreben von <i>Vitis spec.</i>66
2.3.3	Inkulturnahme von <i>in-vitro</i> -Grünstecklingen von <i>Vitis spec.</i>66
2.3.4	Anzucht von sterilen Sämlingen von <i>Ficus carica</i> und <i>Vitis spec.</i> ... 67
2.4	Das Versuchstier <i>Xiphinema index</i> 68
2.4.1	Zucht von <i>Xiphinema index</i> an <i>Ficus carica</i> 68
2.4.2	Extraktion von <i>Xiphinema index</i> aus Erdmaterial 68
2.4.3	Sterilwaschen von <i>Xiphinema index</i> 69
2.5	Das Nepovirus – Grapevine Fanleaf Virus (GFLV) 69
2.5.1	Nachweis des GFLV in <i>Vitis</i> mit RT-PCR (Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction)..... 71
2.5.1.1	Isolierung von Gesamt-RNA 71
2.5.1.2	Bestimmung der RNA-Konzentration und Qualitätskontrolle der Extraktion 72
2.5.1.3	RT-PCR 72
2.5.1.4	Elektrophoretische Auftrennung der amplifizierten DNA 74
2.5.2	Nachweis des GFLV mit DAS-ELISA (double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay)..... 74

2.6.	Färbemethoden	75
2.6.1	Färbung mit Nitroblau-Tetrazolium (NBT)	75
2.6.2	Anilinblau-Färbung.....	76
2.7	Biotests	76
2.7.1	Beobachtung der Rebwurzeln von <i>in-vitro</i> -Sämlingen und <i>in-vitro</i> -Stecklingen nach Inokulation mit <i>Xiphinema index</i>	76
2.7.2	Untersuchung der Ausbreitung von <i>Xiphinema index</i> auf einer Agarplatte.....	76
2.7.3	Wanderungstest	77
2.7.4	Test verschiedener Substanzen	79
2.8	Praxisorientierte Freiland- und Gewächshausversuche	80
2.8.1	Bonitur und Untersuchung der Virusinfektion mittels DAS-ELISA in einer ausgewählten Rebanlage	80
2.8.2	Inaktivierung der Rebwurzeln durch den Einsatz von Herbiziden ..	81
2.9	Statistische Auswertung	82
3	Ergebnisse	82
3.1	Charakterisierung der Reaktionen von Rebwurzeln auf den Anstich von <i>Xiphinema index</i> und Auswertung der Färbungen	82
3.2	Ausbreitung von <i>Xiphinema index</i> auf einer Agarplatte	86
3.3	Wanderungstest	88
3.3.1	Wirkung eines gekeimten Rebsamens gegenüber eines ungekeimten Rebsamens	88
3.3.2	Wirkung eines gekeimten Rebsamens gegenüber eines Steines	90
3.3.3	Wirkung des leeren Keimungsbereiches eines Rebsämlings gegenüber einer Vertiefung im Agar	92
3.3.4	Wirkung eines gekeimten Rebsamens gegenüber des leeren Keimungsbereiches eines Rebsämlings	94
3.4	Wirkung von ausgewählten Substanzen auf <i>Xiphinema index</i>	96
3.5	Nachweis des GFLV mittels DAS-ELISA und RT-PCR in verschiedenen Pflanzenteilen.....	98
3.6	Auswertung der visuellen Bonitur und Nachweis des GFLV mittels DAS-ELISA in der ausgewählten Rebanlage	99
3.7	Wirkung von Herbiziden auf die Rebwurzeln und die Saugaktivität von <i>Xiphinema index</i>	101

4	Diskussion.....	106
4.1	Charakterisierung und Bedeutung der Reaktionen von Rebwurzeln auf den Anstich von <i>Xiphinema index</i>	106
4.2	Wanderungsversuche - Wanderung der Nematoden auf einer Agarplatte bei Angebot einer potentiellen Nahrungsquelle	108
4.3	Wirkung ausgewählter Substanzen auf <i>Xiphinema index</i>	109
4.4	Vorkommen des GFLV in verschiedenen Pflanzenteilen	111
4.5	Symptomausprägung und Verbreitung des GFLV in einer infizierten Rebanlage	112
4.6	Möglichkeiten der Bekämpfung viröser Rebstöcke mit der Anwendung von Herbiziden	113
5	Literatur	114

1 Einleitung

1.1 Die Weinrebe *Vitis vinifera* L.

Die Weinrebe *Vitis vinifera* L. ist der Gattung *Vitis* aus der Familie der Vitaceae zuzuordnen. Diese Gattung gliedert sich in zwei Untergattungen, *Euvitis* und *Muscadinia* (HILLEBRAND et al.; 1998). Für den wirtschaftlichen Ertragsweinbau ist allein die Untergattung *Euvitis* von Interesse, da diese sowohl die Ertragsrebsorten als auch die Unterlagsrebsorten hervorbrachte.

Die *Euvitis*-Arten stammen ursprünglich aus den drei großen Gebieten Nordamerika, Europa und Vorderasien sowie Asien. In diesen Gebieten sind auch heute noch einige Wildarten zu finden. In Asien sind bislang 26 Wildarten identifiziert worden. In Nordamerika wurden 33 Wildarten dokumentiert. Die bedeutendsten *Vitis*-Arten sind hier *V. berlandieri*, *V. riparia* und *V. cinerea*. Aus Kreuzungen dieser Arten stammen die wichtigsten Unterlagen 5BB, 125AA und Börner. Kreuzungen aus diesen so genannten Amerikanerreben waren notwendig geworden, da im 19. Jahrhundert der Weinbau in Europa durch die aus Amerika eingeschleppte Reblaus (*Phylloxera vitifolii*) fast zum Erliegen gekommen war. Diese mit einem sehr guten Resistenzpotential ausgestatteten Amerikanerreben dienen seit dieser Zeit als Unterlagssorten, auf die eine Edelreissorte der europäischen Kulturrebe aufgefropft wird.

Europa und Vorderasien haben nur eine einzige Art, *Vitis vinifera*, zu verzeichnen. Diese Art beinhaltet die heutige Kulturrebe *Vitis vinifera sativa*, die durch jahrtausendelange Zuchtwahl des Menschen entstanden ist (VOGT et SCHRUFT, 2000). Aus Kultivaren dieser Unterart stammen die heute verwendeten europäischen Kulturrebsorten für die Weinerzeugung.

1.2 Der phytoparasitäre Nematode *Xiphinema index*

Mit der zunehmenden Kultivierung der Weinrebe als Monokultur und der Intensivierung des Weinbaus hatte sich das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen gleichermaßen intensiviert. Einer dieser Schädlinge ist der phytoparasitäre Nematode *Xiphinema index* THORNE et ALLEN (Ordnung: Dorylaimida). Diese ektoparasitäre Nematodenart aus der Familie der Longidoridae (Klassifizierung nach COOMANS, 1996), hat ein begrenztes Wirtsspektrum. Er vermehrt sich erfolgreich an seiner Hauptwirtspflanze, der Feige, und an verschiedenen *Vitis*-Arten (COIRO et al., 1990).

Der Nematode ist zwischen 2,7 und 3,6 mm lang und besitzt einen hohlen kontraktilen Mundstachel aus Chitin, das Odontostilet. Die basale Verlängerung des Odontostilets bezeichnet man als Odontophor (Abb. 1).

Xiphinema index vermehrt sich parthenogenetisch. Die Eier werden in der Nähe der Feinwurzeln der Wirtspflanze abgelegt. Die Entwicklung verläuft in vier Larvenstadien (L1 bis L4), wobei zwischen den einzelnen Entwicklungsstadien Häutungen stattfinden. Neben der äußeren Kutikula werden sowohl das Odontostilet als auch die Oesophagus-Auskleidung abgestoßen (TAYLOR et RASKI, 1964).

Mit dem Odontostilet werden Pflanzenzellen in der Nähe des vaskulären Zylinders der Wurzel angestochen (BACK et al., 2002). *X. index* saugt vor allem an den Wurzelspitzen in der Nähe der meristematischen Wachstumszone der Wurzel (WYSS, 1999). Nach der Perforation der Pflanzenzellwand mit dem

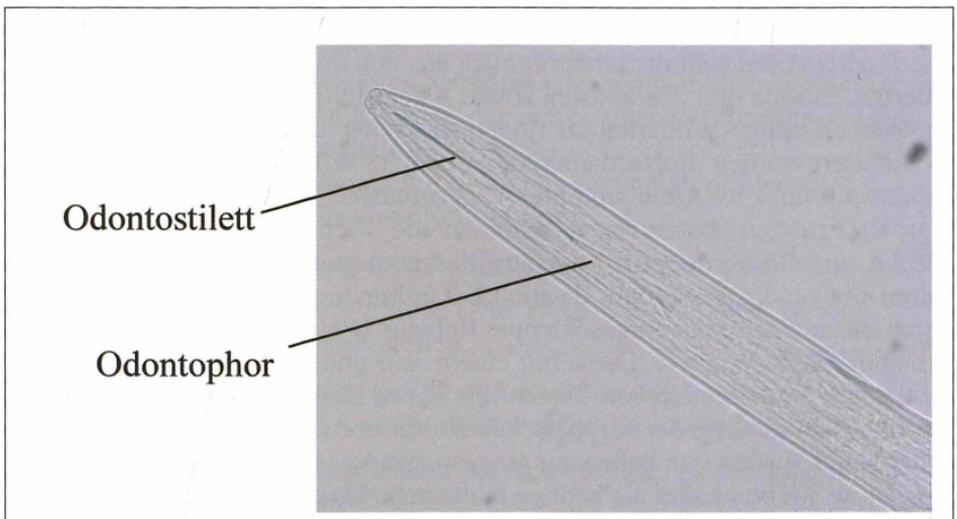


Abb. 1: *Xiphinema index*: Vorderende mit Odontostilet (Foto: K. Nickel)

Stilet injiziert der Nematode Verdauungsflüssigkeiten. Durch die Injektion dieser Speichelsekrete aus einer dorsalen sekretorischen Drüsenzelle werden die Strukturen der Zellen aufgelöst und der Nematode kann sich von den aufgelösten Bestandteilen ernähren (WYSS et al., 1988). Für die Aufnahme dieses Zellsaftes durch das Odontostilet und die Injektion von Verdauungssekreten in die Zelle ist der oesophageale Bulbus verantwortlich. Aufgrund der hyalinen Cuticula des Nematoden kann man die Kontraktion dieses Bulbus während des Saugens im Tier verfolgen.

Die besaugten Bereiche der Wurzel beginnen anzuschwellen und nach einigen Tagen werden Gallen an diesen Stellen sichtbar. Diese Gallen werden weiterhin besaugt (Abb. 2). Im Inneren der Galle befinden sich große, multinukleäre Zellen, in deren Umgebung braun verfärbte, nekrotische epidermale Zellen zu beobachten sind. Diese kollabierten Zellen wurden direkt durch das Stilet des Nematoden angestochen (WYSS, 1978). Die genaue Entstehung der metabolisch sehr aktiven multinukleären Zellen ist noch unbekannt. Diese Riesenzellen in den Wurzelgallen dienen als Nahrungsquelle und sind essentiell für die Reproduktion der Nematoden. In ihrer Nähe findet die Eiablage statt (WYSS, 1999).

Aufgrund kleiner Populationszahlen im Weinbau spielt *X. index* in Deutschland als Direktschädiger eher eine untergeordnete Rolle. Seine Bedeutung erlangt er als Überträger eines Virus, des Grapevine Fanleaf Virus, auf Reben. Das Virus, das im oesophagealen Lumen und am Odontophor lokalisiert ist (RASKI et al., 1973), wird während des Saugens an den Pflanzenwurzeln mit dem Verdauungssekret aus der Oesophagusdrüse, übertragen (TAYLOR et BROWN, 1997). Die Virulenz der Nematoden geht jedoch bei den Häutungen zwischen den einzelnen Entwicklungsstadien verloren, da sie die Oesophagus-Auskleidung ebenfalls ausstoßen.

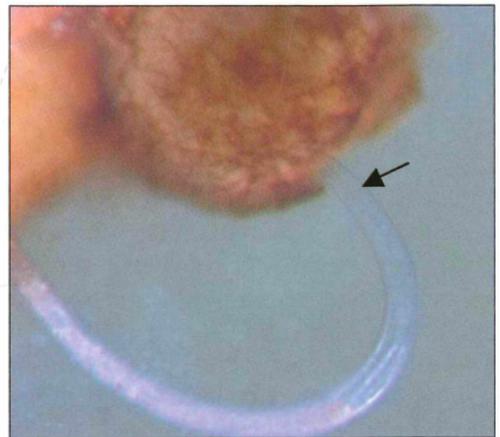


Abb. 2: Saugender *Xiphinema index* an einer Wurzelgalle (Pfeil: Odontostilet)
(Foto: K. Nickel)

1.3 Das Grapevine Fanleaf Virus – Verbreitung, Symptomatik, Bekämpfungsmöglichkeiten

Das Grapevine Fanleaf Virus (GFLV) aus der Familie der Comoviridae ist der Gattung der Nepoviren (**nematode-transmitted viruses with polyhedral particles**) zuzuordnen. Es wird durch den phytoparasitären Nematoden *X. index* auf *Vitis spec.* übertragen.

Das Virusgenom besteht aus einem zweiteiligen RNA-Genom (RNA1 und RNA2) positiver Polarität und einem kleinen Protein, VPg, das kovalent gebunden an das 5'-Ende der viralen genomischen RNAs ist (RITZENTHALER et al., 2002). Während die RNA1 Proteine kodiert, die für die Replikation des Virus verantwortlich sind, kodiert die RNA2 unter anderem ein Protein, das 2B^{MP}, welches Tubuli bildet, durch die sich das Virus von Zelle zu Zelle durch die Plasmodesmata bewegen kann (RITZENTHALER et al., 1995).

Das GFLV kommt heute weltweit in allen Gebieten vor, in denen Weinbau betrieben wird (RASKI et al., 1983). Seine ursprüngliche Heimat läuft konform mit den Ursprungszentren der Weinrebe in Kleinasien, dem Kaukasus und die Gebiete rund um das Kaspische und das Schwarze Meer (VOGT und SCHRUFF, 2000). Von dort stammt wahrscheinlich auch sein Vektor, der phytoparasitäre Nematode *Xiphinema index*. Dieser wurde vermutlich über kontaminierte Erdreste an bewurzelten Reben verbreitet (RASKI et al., 1983). Mit der zunehmenden Kultivierung der Weinrebe konnten sich das Virus und sein Vektor in den mediterranen Regionen ausbreiten. Über Frankreich, Italien, Spanien und Portugal gelangten Weinreben im 17. Jahrhundert in die Neue Welt (TAYLOR et BROWN, 1997). Mit dem Auftreten des Virus in Asien, Afrika, Europa, Neuseeland, Süd-Australien, Nordamerika und Südamerika wurde das GFLV zu einem weltweiten Problem (ANDRET-LINK et al., 2004).

Das GFLV verursacht die Symptome der Reisigkrankheit (Fächerblättrigkeit, engl. Fanleaf), die oftmals von einer Mischinfektion verschiedener Viren hervorgerufen wird. Im deutschen Weinbau sind die Viren des Grapevine Fanleaf Virus (GFLV), des Arabis Mosaic Virus (ArMV) und des Raspberry ringspot Virus (RpRSV-ch) am weitesten verbreitet (RÜDEL, 1985). Sie werden durch verschiedene phytoparasitäre Nematoden der Gattungen *Xiphinema*, *Longidorus* und *Paralongidorus* übertragen. Die weitaus größte Rolle spielt jedoch das Grapevine Fanleaf Virus. Der Krankheitsverlauf der Reisigkrankheit ist in der Regel schleichend. Meist treten in den ersten Jahren nach der Infektion die Symptome kaum oder nur sehr schwach auf. Eine genaue Bestimmung der Krankheit ist oft sehr schwierig, da die Symptomausprägung je nach Rebsorte, dem Krankheitsstadium und dem jeweiligen Virus bzw. Isolat sehr unterschiedlich sein kann (MOHR, 2005).

Das GFLV tritt aufgrund der Transmission durch den freilebenden Nematoden *Xiphinema index* oft herdförmig in einem Weinberg auf. Da die Viren durch die Saugtätigkeit der Nematoden von Stock zu Stock übertragen werden, kann

die Krankheit also allein von einem einzigen infizierten Rebstock im Weinberg aus verbreitet werden. Eine weitere Verbreitung ist durch infiziertes Reb- pflanzgut bei der Herstellung von Pfropfreben möglich (RÜDEL, 1987). Das Auftreten im Weinberg wäre dann nicht mehr herdförmig, sondern zufällig verteilt.

Typische Symptome eines infizierten Stockes sind Schwachwüchsigkeit, gestauchter Wuchs, bis hin zu Besenwuchs. Die Triebe selbst zeichnen sich vor allem durch verkürzte Internodien, anomale Gabelungen der Triebe und eine Häufung von Doppeltrieben aus (Abb. 3).

Die Blätter zeigen oftmals eine untypische asymmetrische Blattform (Abb. 4) und einen sehr spitz gezahnten Blattrand, die sogenannte „Petersilienblättrigkeit“ (HÖBAUS et NIEDER, 1992). Sie weisen meist eine stark geöffnete Stiel- bucht und chromgelbe Verfärbungen (Panaschüre) der Blätter auf (Abb. 5).

Durch starkes Durchrieseln der Gescheine nach der Blüte bilden sich klein- beerige Trauben aus, was mit einem Ertragsverlust von bis zu 50 % einher- geht (IPACH, 2004; RÜDEL, 1987). Infizierte Rebstöcke sind im allgemeinen verstärkt frostempfindlich, da die Holzreife oftmals ausbleibt. Für den Winzer bedeutet das, neben den Ertragseinbußen, einen Mehraufwand an Zeit und Ar- beitsstunden, da der Stockaufbau im nächsten Frühjahr äußerst beeinträchtigt ist. Bei einer stark verbreiteten Infektion des Virus in einer Rebanlage sind Nutzungsdauer und Rentabilität der Anlage deutlich minimiert (IPACH, 2004). Zudem darf aus virusverseuchten Flächen kein Material für die Vermehrung von Reb- pflanzgut gewonnen werden.



Abb. 3: Kranke Triebspitze mit vermehrten Doppeltrieben einer GFLV-infizierten Rebe (Foto: K. Nickel)

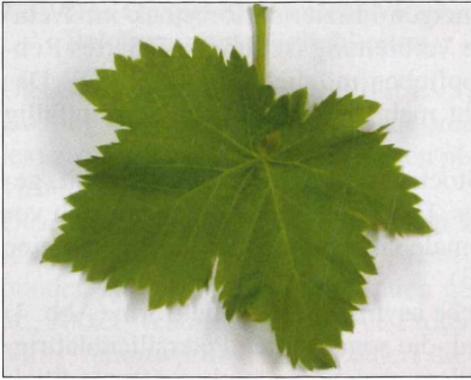


Abb. 4: Deformiertes Blatt einer GFLV-infizierten *Vitis* spec. (Foto: K. Nickel)

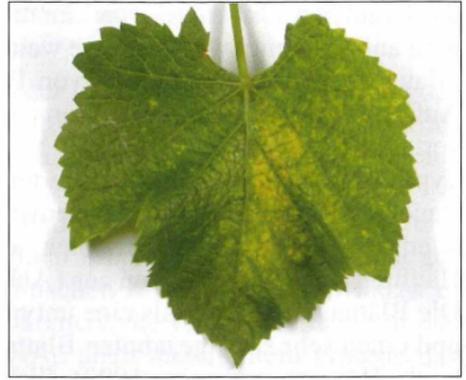


Abb. 5: Blatt mit Panaszüre einer GFLV-infizierten *Vitis* spec. (Foto: K. Nickel)

Die Viruserkrankung der Pflanze ist persistent und für die direkte Bekämpfung der Viren im Freiland ist im Moment noch nicht möglich. Eine entscheidende Bedeutung haben also vorbeugende oder indirekte Maßnahmen. Hierbei spielen eine gewissenhafte Gesundheitsselektion bei der Rebpflanzguterzeugung (MOHR, 2005) sowie die Bekämpfung der Virusvektoren eine entscheidende Rolle. Die über viele Jahre praktizierte Bodenentseuchung mit Nematiziden ist seit 1988 in Deutschland generell verboten, da die verwendeten gasförmigen Stoffe (etwa Dichlorpropan, Methylbromid) sowohl für den Anwender als auch für die Umwelt hoch giftig waren. Es gibt zur Zeit neben den empfohlenen ackerbaulichen Maßnahmen keine Möglichkeit, die Nematoden zu bekämpfen. Eine dieser Maßnahmen ist die restlose Entfernung der Wurzeln infizierter Stöcke, um eine Infektion von bislang nicht virösen Nematoden an infizierten Rebwurzeln zu vermeiden. Dies ist jedoch in der Praxis nur bedingt durchführbar. Den Winzern wird zudem eine Langzeitbrache und tief wendende Bodenbearbeitung (Rigolen) einer virusverseuchten Fläche empfohlen. Allerdings konnte gezeigt werden, daß unterschiedliche Rigoltiefen kaum Einfluß auf die Minderung der Nematodenpopulation haben (BLEYER et Fox, 1995). Die empfohlene Langzeitbrache (5 Jahre) von verseuchten Flächen ist nicht nur betriebswirtschaftlich sehr unrentabel. DEMANGEAT et al. (2005) konnten zeigen, daß *X. index* in gerodeten Flächen auch nach 4 Jahren aufzufinden ist und zudem noch virös ist. Diese Maßnahmen stellen somit keine zufriedenstellenden Alternativen dar. Im Moment liegt also die einzige Möglichkeit, den Nematoden *X. index* zu bekämpfen darin, Rebunterlagen zu erzeugen, die im Hinblick auf den Anstich durch den Nematoden und die Vermehrung des Virus in der Pflanze resistent bzw. tolerant sind.

1.4 Aufgabenstellung der Diplomarbeit

Aufgrund der Tatsache, daß es noch keine resistenten Rebuterlagen gegen *X. index* gibt, ist es von Bedeutung, tiefere Einblicke in die Interaktionen des Nematoden *X. index* mit seiner Wirtspflanze, *Vitis spec.*, zu gewinnen. Die möglichen Interaktionen zwischen Rebe und *X. index* wurden in der vorliegenden Arbeit anhand verschiedener Biotests untersucht. An ausgewählten Rebsorten sollte beobachtet werden, inwieweit die verschiedenen Sorten unterschiedlich auf den Anstich durch *X. index* reagieren.

In weiteren Biotests wurde der Auffindungsprozeß der Nahrungsquelle von *X. index* untersucht. Schon 1925 vertrat STEINER die Hypothese, daß phytoparasitäre Nematoden die Fähigkeit besitzen, ihre Wirtswurzeln über beträchtliche Distanzen zu lokalisieren. Er postulierte, daß die Wurzeln Stoffe produzieren, die als selektive Stimuli dienen. Die Erkennung des Wirtes durch die Nematoden erfordert also Lockstoffe, die eine Taxis in Richtung Wurzel auslösen (PROT, 1980; ZHAO et al., 2000). In der vorliegenden Diplomarbeit sollte untersucht werden, ob auch *X. index* eine gezielte Anlockung durch die Wurzeln erfährt. In einem weiteren Versuch sollte die Wirkung möglicher Lockstoffe der Wurzel, wie beispielsweise verschiedene Pflanzeninhaltsstoffe und Duftstoffe, auf den Nematoden *X. index* überprüft werden.

Durch die verschiedenartige Symptomatik des GFLV in einer Rebfläche ist es problematisch, erkrankte Stöcke in einer Fläche zu identifizieren und eine mögliche Ausbreitung der Infektion abzuschätzen. Für die Praxis wäre es von Vorteil, allein anhand einer visuellen Bonitur viruskranke Rebstöcke eindeutig erkennen zu können, um so eine mögliche Rodung in Betracht zu ziehen. In dieser Arbeit wurde in einem Freilandversuch das Vorkommen des GFLV in einer ausgewählten Rebanlage bonitiert und kartiert, um Kenntnis über die Symptomatik und die Verbreitung des Virus zu erwerben. Mittels eines DAS-ELISA-Tests (double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay) wurde untersucht, inwieweit sich die potentielle Erkrankung der Rebstöcke aus einer visuellen Bonitur tatsächlich bestätigen läßt.

Außerdem wurde anhand zweier Nachweismethoden geprüft, inwieweit das Virus in verschiedenen Pflanzenteilen vorhanden ist.

Im letzten Teil der Arbeit sollte eine mögliche Eindämmung der Reinfektion einer neu angepflanzten Fläche durch restlose Entfernung bzw. Zerstörung infizierter Wurzeln des Altbestandes studiert werden. Hierzu wurden in einem Gewächshausversuch Rebstöcke mit verschiedenen Herbiziden behandelt, und überprüft, ob die so behandelten Wurzeln überleben und ihre Attraktivität für *X. index* behalten.

2 Material und Methoden

2.1 Medien, Lösungen, Puffer, Reagenzien

2.1.1 Kultivierung von sterilen *in-vitro*-Pflanzen und Nematoden

Kulturmedium für *in-vitro*-Stecklinge (FEIL, noch nicht veröffentlicht)

3,17 g	Linsmaier & Skoog-Medium
10 g	Bacto™ Agar
20 g	D-(+)-Glucose
ad 1 l	Aqua dest.

pH 6,2 – 6,4

Hoagland Spurenelementlösung No.2 (HOAGLAND et ARNON, 1938) nach WYSS (1999)

Von den verschiedenen Elementen wurden zuerst Stammlösungen hergestellt, die anschließend in der angegebenen Menge zur Endlösung zusammengestellt wurden. Die Elemente wurden leicht modifiziert (Tab. 1).

Tab. 1: Zusammensetzung der Spurenelementlösung No.2 (HOAGLAND et ARNON, 1938, modifiziert)

Stammlösung	Verbindung	Konzentration (g/l)	ml für 1 l Lösung
I	KH_2PO_4	136.09	0.1
II	KNO_3	101.11	0.5
III	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	236.15	0.5
IV	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.48	0.2
	H_3BO_3	2.86	
	$\text{Mn}(\text{II})\text{Cl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81	
V	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22	0.1
	$\text{Cu}(\text{II})\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08	
	Na_2MoO_4	0.09	
VI	Fe(III)citrat	6.605	0.1

Knop-Medium (KNOP, 1860)

250 mg	KH_2PO_4
250 mg	$\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$
250 mg	KCl
1 g	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 4 \text{H}_2\text{O}$
12,5 mg	$\text{FeSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$
ad 1 l	Aqua dest.

pH 5,8

Wasseragar (0,8 %)

8 g	Bacto™ Agar
ad 1 l	Aqua dest.

2.1.2 Molekularbiologie RT-PCR (Reverse Transcriptase-Polymerase Chain Reaction)

DEPC-Wasser:

0,1 % (v/v) DEPC (Diethylpyrocarbonat)
ad 1 l Aqua dest

RNA-Isolierung

Nets-Puffer:

200 mM	NaCl
2 mM	EDTA
20 mM	Tris-Cl
1 %	SDS

pH 7,5

Elektrophoretische Auftrennung der RNA

10 × MOPS

42 g	MOPS (Morpholino propane sulfonic acid)
6,8 g	Natriumacetat
20 ml	0,5 M EDTA
ad 1 l	DEPC-Wasser

pH 7,0

1 % Agarosegel:

0,8 g	Agarose
59 ml	Aqua dest.
8 ml	10 × MOPS
13 ml	Formaldehyd (Zugabe nach Aufkochen)

Elektrophoretische Auftrennung der DNA

50 × TAE-Puffer:

242 g	Tris
57,1 ml	Eisessig (Essigsäure)
100 ml	EDTA
ad 1 l	Aqua dest.

pH-Wert: 8,0

1,2 % Agarosegel:

1 g	Agarose
80 ml	1 × TAE
4 μ l	Ethidiumbromid-Lösung (Zugabe nach Aufkochen)

2.1.3 Immunologisches Nachweisverfahren DAS-ELISA (double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay)

Beschichtungspuffer:

1,59 g	Na_2CO_3
2,93 g	NaHCO_3
ad 1 l	Aqua dest.

pH 9,6 (einstellen mit HCl)

Konjugatpuffer:

8,0 g	NaCl
0,2 g	KH_2PO_4
1,15 g	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times 12 \text{H}_2\text{O}$
0,2 g	KCl
20,0 g	PVP
0,2 g	MgCl_2
2,0 g	BSA
0,5 ml	Tween 20
ad 1 l	Aqua dest.

pH 7,4 (einstellen mit HCl)

Extraktionspuffer:

60,5 g	Tris
8,0 g	NaCl
20,0 g	PVP
10,0 g	PEG 6000
0,5 ml	Tween 20
ad 1 l	Aqua dest.

pH 8,2 (einstellen mit HCl)

Waschpuffer (50 fach):

400 g	NaCl
10 g	KH_2PO_4
145 g	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times 12 \text{H}_2\text{O}$
10 g	KCl
25 ml	Tween 20
ad 1 l	Aqua dest.

pH 7,4 (einstellen mit HCl)

Substratpuffer:
97 ml Diethanolamin
ad 1 l Aqua dest.
pH 9,6 (einstellen mit HCl)

2.1.4 Färbereagenzien

NBT-Färbung (ADAM et al., 1989)

Färbelösung:

0,1 % NBT (w/v) in 10 mM NaN_3 und 10 mM KH_2PO_4
pH 7,8

Entfärbelösung:

0,15 % Trichloressigsäure (w/v) in Ethanol:Chloroform (4:1; v/v)

Anillinblau-Färbung (nach UNGER, 2001)

0,05 % Anillinblau (w/v) in 67 mM K_2HPO_4
pH 9,8

2.1.5 Gewächshausversuch – verwendete Herbizide

Basta	Bayer CropScience Deutschland GmbH
Glyphos	Chemnova A/S
Garlon 4	Dow AgroSciences GmbH

2.2 Chemikalien, molekularbiologische Reagenzien

Name	Hersteller
Anilinblau	Merck, Darmstadt
Bacto™ Agar	Becton Dickinson GmbH, Heidelberg
Borsäure p.a.	Merck, Darmstadt
Bovines Serum-Albumin (BSA)	Sigma-Aldrich, Steinheim
β -Caryophyllen 80+%	Sigma-Aldrich, Steinheim
Calciumhypochlorid 33-35% Chlorkalk	Grüssing GmbH, Filsum
Calciumnitrat p.a.	Merck, Darmstadt
Chloroform p.a.	Merck, Darmstadt
D-(+)-Glucose	Merck, Darmstadt
DEPC (Diethylpyrocarbonat)	Sigma-Aldrich
EDTA (Ethyldiamintetraacetat)	Roth, Karlsruhe
Eisen (II)-sulfat-Heptahydrat p.a.	Merck, Darmstadt
Eisen (III)-citrat-Monohydrat p.a.	Sigma-Aldrich, Steinheim

Ethanol p.a. 98,8%, unvergällt	Roth, Karlsruhe
Farnesen	Sigma-Aldrich, Steinheim
Formaldehyd-Lösung	Sigma-Aldrich, Steinheim
Isovanillinsäure	Sigma-Aldrich, Steinheim
1-Indanol 98%	Sigma-Aldrich, Steinheim
Kaliumchlorid p.a.	Merck, Darmstadt
Kaliumdihydrogenphosphat p.a.	Merck, Darmstadt
Dikaliumhydrogenphosphat p.a.	Merck, Darmstadt
Kupfersulfat p.a.	Merck, Darmstadt
Kaliumnitrat p.a.	Merck, Darmstadt
Linolool 97+%	Sigma-Aldrich, Steinheim
Linsmaier & Skoog-Medium	Duchefa Biochemie B.V., Niederlande
Lithiumchlorid	Biometra, Göttingen
Magnesiumchlorid	Serva Electrophoresis GmbH, Heidelberg
Mangandichlorid p.a.	Serva Electrophoresis GmbH, Heidelberg
Methanol	Merck, Darmstadt
Methyljasmonat	Duchefa Biochemie B.V., Haarlem, Niederlande
Magnesiumsulfat-Heptahydrat p.a.	Merck, Darmstadt
Morpholinopropansulfonsäure	Roth, Karlsruhe
Natriumacetat, wasserfrei p.a.	Merck, Darmstadt
Natriumazid reinst	Merck, Darmstadt
Natriumcarbonat, wasserfrei	Merck, Darmstadt
Natriumchlorid p.a.	Merck, Darmstadt
Natriumdihydrogenphosphat	Serva Electrophoresis GmbH, Heidelberg
Natriumhydrogencarbonat	Merck, Darmstadt
Natriumhypochloritlösung (15%)	VWR International GmbH, Darmstadt
Natriummolybdat p.a.	Merck, Darmstadt
Pentan	Sigma-Aldrich, Steinheim
Polyethylenglykol 6000 purum	Roth, Karlsruhe
Polyvinylpyrrolidon MW 2400	Sigma-Aldrich, Steinheim
SDS 2×krist. 99% p.a.	Loewe Biochemica GmbH, Sauerlach
Tannin purum	Roth, Karlsruhe
TopVision™ LE GQ Agarose	Fermentas GmbH, St. Leon-Rot
Trichloressigsäure p.a.	Merck, Darmstadt
Tris	Roth, Karlsruhe

Tween 20
Zinksulfat

Roth, Karlsruhe
Merck, Darmstadt

Molekularbiologische Reagenzien
Oligo(dT)₁₈-Primer, 0,5 µg/µl, Fermentas
10 mM dNTPMix, Fermentas
5 × Reaction buffer for M-MuLV RT, Fermentas
RevertAid™ M-MuLV Reverse Transcriptase, Fermentas
10×PCR buffer, Fermentas
Taq-DNA-Polymerase, Fermentas
Primer, hergestellt von MWG Biotech
6 × loading dye Solution, Fermentas
Gene Ruler™ 100 bp DNA-Ladder, Fermentas

2.3 Pflanzenanzucht

2.3.1 Versuchspflanzen *Vitis* spp. und *Ficus carica*

Es wurden ausschließlich Pflanzen von *Vitis* spp. (Weinrebe) und *Ficus carica* (Feige) verwendet, weil das Versuchstier, der Nematode *Xiphinema index*, nur ein sehr begrenztes Wirtsspektrum aufweist (WYSS, 1980). Da er an seiner Hauptwirtspflanze, der Feige, die größte Vermehrungsrate hat (BROWN et COIRO 1985), wurde diese für die Zucht der Nematoden verwendet. Für die Durchführung der Versuche wurden vor allem Pflanzen der Gattung *Vitis* aus der Familie der Vitaceen verwendet (Tab. 2 - 4).

Die in der Diplomarbeit verwendeten Versuchspflanzen stammen aus einem am Staatlichen Weinbauinstitut vorhandenen Sortiment an Unterlagsrebsorten und *Vitis spec.*, aus dem einige Sorten ausgewählt wurden. Es wurden sowohl Samen von wildbestäubten Testpflanzen als auch Stecklinge verwendet.

Tab. 2: Verwendete Kultivare von *Vitis vinifera*

<i>Vitis vinifera</i>	Kreuzung
Müller-Thurgau	Riesling × Madeleine Royale
Blauer Spätburgunder	Schwarzriesling × Traminer

Tab. 3: Verwendete Unterlagsrebsorten, die im Weinbau als Standardunterlagen eingesetzt werden

Unterlagsrebsorten	Kreuzung
5 BB	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>
125 AA	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>
Binova	<i>V. berlandieri</i> × <i>V. riparia</i>

Tab. 4: Verwendete Pflanzen aus dem Sortiment der Rebenzüchtung

Testpflanze ^a	Kreuzung
16	<i>V. vinifera</i> × <i>V. rotundifolia</i>
141	<i>V. rufotomentosa</i> × <i>V. vinifera</i>

^a die Nummerierung entspricht der internen Standortnummer des Weinbauinstitutes

Die Testpflanzen aus dem Sortiment der Rebenzüchtung wurden ausgewählt, um sie auf ihre Eigenschaften als potentielle Unterlage für den Weinbau zu testen (Tab. 4).

2.3.2 Anzucht von Holzstecklingen und Topfreben von *Vitis spec.*

Für die Anzucht und den Aufbau eines Gewächshausreservoirs wurden von den in 2.3.1 genannten *Vitis*-Pflanzen im Winter Ruten geschnitten. Diese wurden im Frühjahr als Zwei-Augen-Holzstecklinge in Tontöpfchen mit 1/3 Sand und 2/3 Pflanzerde zum Austreiben gebracht. Für einige Versuche wurden ältere Topfreben benötigt. Hierzu wurden fünf Jahre alte Topfreben vom Blauen Spätburgunder im zeitigen Frühjahr zurückgeschnitten und zum Austreiben auf Torf kultiviert. Sowohl die Holzstecklinge als auch die Topfreben wurden in einem beheizbaren Gewächshaus in Tontöpfen gezogen. Im Winter wurden die Pflanzen zusätzlich mit Natrium-dampflampen (Osram, Valox, NAV T 400 W) bestrahlt, um eine Tageslänge von 16 h zu erreichen.

2.3.3 Inkulturnahme von *in-vitro*-Grünstecklingen von *Vitis spec.*

Die Inkulturnahme wurde unter keimfreien Bedingungen in einer Sterilbank durchgeführt.

Zu Beginn des Frühjahrs und im Laufe des Sommers wurden von jungen Trieben der in 2.3.2 erwähnten Holzstecklinge und von Freilandreben aus dem Sortiment des Weinbauinstitutes Grünstecklinge gewonnen. Hierzu wurden ausschließlich junge, noch nicht verholzte Triebe verwendet. Die Herstellung der *in-vitro*-Grünstecklinge erfolgte nach BRENDL (1988) in modifizierter Weise. Von den jungen Trieben wurden ca. 2 cm große Ein-Augen-Stecklinge geschnitten, von denen Blätter und Ranken entfernt wurden. Die Stecklinge wurden zuerst 20 min mit einer Lösung des Fungizids Switch (0,6 g/l) behandelt. Anschließend wurden sie kurz in 70 %iges Ethanol getaucht und 30 min in einer 1,5 %igen Natriumhypochlorid-Lösung oberflächendesinfiziert. Im Anschluss daran wurden die Stecklinge dreimal mit 100 ml Aqua dest. gewaschen. Mit einer Pinzette wurden je drei bis vier Stecklinge in einen lichtdurchlässigen 500 ml großen Lebensmittelbecher überführt, der 100 ml des erkalteten Kulturmediums für *in-vitro*-Stecklinge enthielt. Die Becher wurden luftdicht mit einem lichtdurchlässigen Deckel verschlossen (Abb. 6). Die



Abb. 6: Bewurzelte *in-vitro*-Grünstecklinge der Unterlage 125AA (Foto: K. Nickel)

Stecklinge wurden in einer Klimakammer bei 25 °C und einer Photoperiode von 16 h kultiviert.

2.3.4 Anzucht von sterilen Sämlingen von *Ficus carica* und *Vitis spec.*

Die Feigensamen wurden aus frischen Früchten gewonnen. Das Fruchtfleisch wurde mit Wasser entfernt und die Samen auf einem Sieb aufgefangen. Die so gewonnenen Samen wurden mit 70 %igem Ethanol oberflächendesinfiziert und anschließend getrocknet. Bei den verwendeten Rebsamen handelt es sich um wildbestäubte Exemplare der Testpflanzen aus dem Sortiment der Rebenzüchtung des Weinbauinstitutes.

Um sterile Sämlinge anzuziehen, wurden die Samen über Nacht zum Quellen in destilliertem Wasser eingeweicht und am nächsten Tag 20 min in einer gefilterten 4 %igen Calciumhypochlorid-Lösung unter Rühren oberflächensterilisiert. Anschließend wurden sie eine Stunde in sterilem destilliertem Wasser gewaschen und in Petrischalen auf 0,8 %igem Wasseragar aufgesetzt. Danach wurden die Petrischalen luftdicht verschlossen und in eine Klimakammer bei 25 °C und 16 h Photoperiode zum Auskeimen gestellt (WYSS, 1978). Die Rebsamen wurden vor der Keimung 14 Tage bei 5 °C kälteinduziert (Vernalisation), um die Samenruhe zu brechen. Die Sämlinge wurden alle zwei Wochen mit 600 µl Spurenelementlösung No.2 (HOAGLAND et ARNON, 1938) gegossen.

2.4 Das Versuchstier *Xiphinema index*

2.4.1 Zucht von *Xiphinema index* an *Ficus carica*

Die verwendete Nematodenzucht wurde bereits in früheren Versuchen am Weinbauinstitut verwendet. Es handelt sich hierbei um eine Mischpopulation aus Nematodenpopulationen des Instituts für Nematologie und Wirbeltierkunde in Münster und der INRA in Colmar, Frankreich (STAUDT et WEISCHER, 1992). Die virusfreien Nematoden wurden an Feigenpflanzen angezogen, da diese keinen Wirt für das Grapevine Fanleaf Virus darstellen. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, daß die Nematoden virusfrei blieben (STAUDT et WEISCHER, 1992). Die Feigenpflanzen wurden in 5 l- und 10 l- Töpfen mit einem Gemisch aus 1/3 Sand und 2/3 Pflanzerde bei ausreichender Feuchtigkeit im Gewächshaus bei 20-25 °C und einem 16 h Lichttag kultiviert (Abb. 7) (DEMANGEAT et al., 2005).

2.4.2 Extraktion von *Xiphinema index* aus Erdmaterial

Die Gewinnung von *X. index* aus Erde erfolgte mittels einer modifizierten Siebmethode nach FLEGG (1967).

Es wurden ca. 200 ml Erde entnommen und diese in einem 1-l -Becher mit



Abb. 7: Zucht von *Xiphinema index* an *Ficus carica*
(Foto: K. Nickel)

Leitungswasser aufgefüllt. Die Erde wurde je nach Bodenart zwei Stunden eingeweicht (Abb. 8). Danach wurde die aufgeweichte Erde über ein Sieb mit 2 mm Porengröße gegossen, wobei der Sieddurchlauf in einem 5 l Eimer aufgefangen wurde. Der Siebrückstand wurde solange mit Leitungswasser ausgewaschen, bis der Eimer komplett gefüllt war. Nach 25 Sekunden Sedimentationszeit wurde der wässrige Überstand des Eimers über drei übereinander liegende Siebe mit einer jeweiligen Porengröße von 150 μm dekantiert. Nun wurde der feste Bodensatz des Eimers noch einmal mit Leitungswasser aufgewirbelt bis der Eimer erneut komplett gefüllt war. Danach erfolgte ein zweites Dekantieren über die 150 μm Siebe. Die Erdrückstände mit den enthaltenen Nematoden aus diesen drei Sieben wurden in einen 100 ml Becher überführt und auf ein Nylonsieb (Maschenweite 150 μm) in einem Baermann Trichter gegossen. Nun wurde der Baermann-Trichter mit Wasser aufgefüllt. Die sich in den Erdrückständen befindlichen Nematoden wanderten durch das Sieb und setzten sich im unteren Teil des Trichters ab. Nach 20 h wurden ca. 50 ml aus dem Trichter abgelassen und anschließend die Nematoden unter dem Binokular ausgezählt. Wurden die Nematoden in Wanderungsversuchen oder zum Aufsetzen auf Sämlingsplatten verwendet, betrug die Sedimentationszeit 72 h, um eine optimale Vitalität der Nematoden zu gewährleisten.

2.4.3 Sterilwaschen von *Xiphinema index*

Zur Verwendung von *X. index* in Sterilkulturen mit *in-vitro*-Testpflanzen erfolgte zuvor eine Oberflächensterilisation (modifiziert nach AUMANN, 1997). Nach der Gewinnung von *X. index* aus Erdmaterial wurden die Nematoden unter dem Binokular ausgezählt und mit einem Nematodenhaken in Gläschen mit Leitungswasser überführt.

Die Nematoden wurden in der Sterilbank über einem Sieb mit einer Porenweite von 30 μm mit 20 ml 0,1 %iger Natriumhypochloridlösung oberflächensterilisiert. Anschließend wurden sie mit ca. 200 ml destilliertem Wasser gewaschen und in ein Falconröhrchen mit 2,5 ml Knopflösung gegeben. Diese Nematodensuspension wurde mit einer gekappten Pipettenspitze auf eine Petrischale mit 0,8 %igem Wasseragar aufpipettiert. Um eine Darmentleerung der Nematoden zu gewährleisten, wurden die luftdicht verschlossenen Platten über Nacht in einem Klimaschrank bei 27-29 °C und 16 h Lichttag inkubiert. Zur weiteren Verwendung in den verschiedenen Tests wurden die Nematoden aus diesen Agarplatten mit dem Nematodenhaken herausgesammelt.

2.5 Das Nepovirus - Grapevine Fanleaf Virus (GFLV)

Das Vorkommen des GFLV in der Rebe wurde mit zwei verschiedenen Methoden untersucht, der RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerase Chain Reaction) und dem DAS-ELISA (double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay).

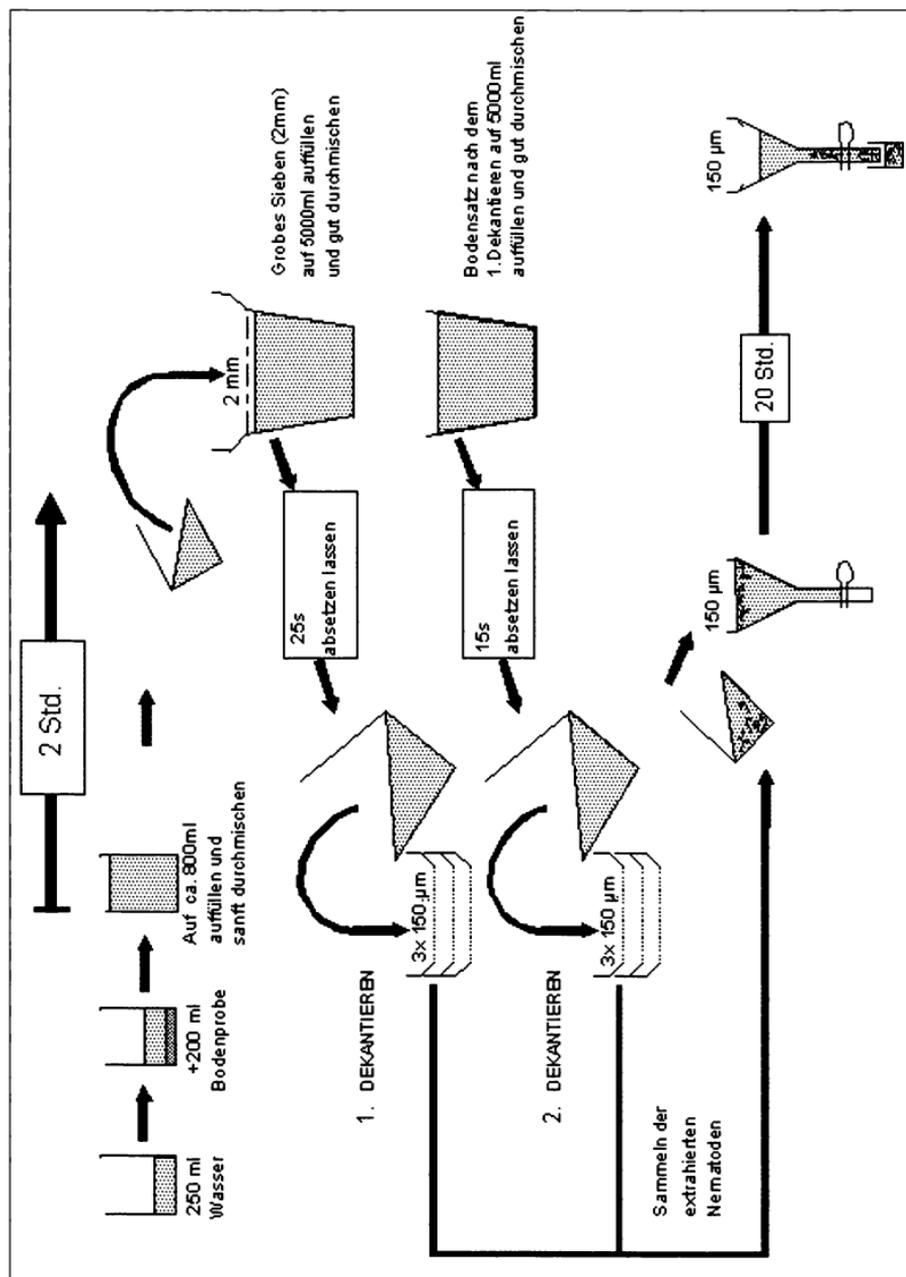


Abb. 8: Extraktion der Nematoden aus Bodenmaterial (Grafik G. Bleyer, Staatliches Weinbauinstitut Freiburg)

Hierbei wurde sowohl Pflanzenmaterial von nicht mit dem Virus infizierten Kontrollpflanzen verwendet, als auch Material von Pflanzen, die bekanntermaßen virös waren. Der Virusnachweis wurde mit Material von Rebwurzeln, Stängeln, Blättern und Beeren durchgeführt.

2.5.1 Nachweis des GFLV in *Vitis* mit RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerase Chain Reaction)

2.5.1.1 Isolierung von Gesamt-RNA

Die RNA-Isolierung wurde mit der Hot-Phenol-Methode nach THOMAS et SCHIEFELBEIN (2002) durchgeführt.

Hierzu wurden von jeder Probe 0,2 g Pflanzenmaterial in flüchtigem Stickstoff in einem gekühlten Mörser zerkleinert und in ein 2-ml-Reaktionsgefäß überführt. Zu den Proben wurde je 1 ml einer auf 80 °C erhitzten Phenol/Nets-Puffer-Lösung (1:1) gegeben. Die Proben wurden sofort gut suspendiert, zehn Minuten auf Eis inkubiert und danach fünf Minuten bei 6000 rpm zentrifugiert. Nun wurde der wässrige Überstand in ein neues Reaktionsgefäß transferiert. Zur Fällung der Proteine wurde 500 µl Phenol-Chloroform-Isoamyl (25:24:1) zugegeben. Dieser Ansatz wurde zweimal je 30 Sekunden intensiv geschüttelt und anschließend fünf Minuten bei 6000 rpm zentrifugiert. Nach dem Zentrifugieren wurde die wässrige Oberphase, in der sich die Nucleinsäuren befinden, in ein frisches Reaktionsgefäß transferiert und mit 1/10 Volumen 3 M Natriumacetat (pH 5,2; versetzt mit DEPC-behandeltem Aqua dest.) und dem doppelten Volumen Ethanol (99 %) versetzt. Die Volumenangaben beziehen sich jeweils auf die Menge der transferierten Oberphase. Dieser Ansatz wurde zwei Stunden im Gefrierschrank bei -20 °C inkubiert.

Anschließend wurde der Ansatz bei 11.000 rpm 15 Minuten lang bei 4 °C zentrifugiert und der Überstand verworfen. Das Pellet wurde in 200 µl DEPC-Wasser aufgenommen und zum Fällern der RNA 200 µl 5 M Lithiumchlorid (versetzt mit DEPC-behandeltem Aqua dest.) zugegeben. Hierbei war darauf zu achten, daß sich das Pellet vor Zugabe des Lithiumchlorids gelöst hatte. Die Fällung erfolgte über Nacht bei 4 °C.

Am nächsten Tag wurde die RNA durch Zentrifugation für 20 Minuten bei 4 °C und 11000 rpm pelletiert und der Überstand erneut verworfen. Das Pellet wurde in 50 µl DEPC-Wasser aufgenommen und 5 µl 3 M Natriumacetat (pH 5,2) und 100 µl absolutes Ethanol zugegeben. Dieser Ansatz wurde mindestens eine Stunde bei -20 °C gefällt. Anschließend wurde nochmals zehn Minuten bei 13.000 rpm zentrifugiert und der Überstand verworfen. Das Pellet wurde mit 200 µl 70 %igem Ethanol gewaschen und erneut zehn Minuten bei 13.000 rpm zentrifugiert. Der Überstand wurde verworfen, das Pellet kurz bei Raumtemperatur getrocknet und in 50 µl DEPC-Wasser gelöst. Bis zur weiteren Verwendung wurden die Proben bei -20 °C aufbewahrt.

2.5.1.2 Bestimmung der RNA-Konzentration und Qualitätskontrolle der Extraktion

Zur Bestimmung der RNA-Konzentration der einzelnen Proben wurde die Absorption der RNA-Lösung bei 260 und 280 nm mit Hilfe eines Spektralphotometers (UV VIS Spektralphotometer, SPECORD® 50, Analytik Jena AG, Jena; Software: WinASPECT) ermittelt. Hierzu wurde eine 1:100 Verdünnung der RNA-Lösung mit DEPC-Wasser gemessen. Mit folgender Formel wurde die RNA-Konzentration in $\mu\text{g RNA/ml}$ berechnet.

$$c(\text{RNA}) [\mu\text{g/ml}] = \text{OD}_{260} * 40 * f_{\text{Verdünnung}}$$

Zur Qualitätskontrolle der RNA-Extraktion wurde 1 $\mu\text{g RNA}$ mit 9 $\mu\text{l DEPC-Wasser}$ und 1,1 $\mu\text{l Ladepuffer}$ versetzt. Die Proben wurden für zehn Minuten bei 65 °C inkubiert und anschließend zum Abkühlen auf Eis gestellt. Das im Ladepuffer enthaltene Ethidiumbromid interkaliert in die RNA, so daß diese bei Anregung mit UV-Licht im Gel detektiert werden kann. Da RNA eine ausgeprägte Sekundärstruktur aufweist, muß sie unter denaturierenden Bedingungen in einem Formaldehyd-Agarosegel elektrophoretisch aufgetrennt werden. Die Gelelektrophorese wurde bei 80 V ca. eine Stunde in 1xMOPS durchgeführt. Anschließend konnten die RNA-Banden im Gel mit Hilfe eines Dokumentationsgerätes (ImageMaster® VDS, PharmaciaBiotech, San Francisco, USA) sichtbar gemacht werden.

2.5.1.3 RT-PCR

Bei einer RT-PCR dient die RNA als Matrize für die Polymerasekettenreaktion (PCR). Die RNA-Moleküle werden im ersten Schritt der RT-PCR mit dem Enzym Reverse Transkriptase in einzelsträngige cDNA umgeschrieben und anschließend amplifiziert.

Nach der Isolierung der RNA wurde zunächst eine cDNA-Synthese nach folgender Weise durchgeführt:

cDNA-Synthese

1 μg	RNA
2 μl	Oligo(dT) ₁₈ -Primer (2 mM)
ad 10 μl	DEPC-Wasser

Der Ansatz wurde zur Denaturierung für 5 Minuten bei 70 °C inkubiert und anschließend auf Eis gestellt.

Im Anschluß daran wurde folgendes hinzugegeben:

5 μl	Reaktionspuffer
2 μl	dNTPMix
3 μl	DEPC-Wasser
1 μl	Reverse Transkriptase

Dieser Ansatz wurde eine Stunde bei 42 °C inkubiert und anschließend zum Abstoppen der Reaktion 10 Minuten auf 70 °C erhitzt.

Amplifizierung der cDNA

Die synthetisierte cDNA konnte nun mit der PCR (Polymerase Chain Reaction) amplifiziert werden. Die cDNA-Proben wurden jeweils mit Kontrollprimern und mit Primern für das GFLV versetzt. Zur Überprüfung der erfolgten Amplifizierung der cDNA wurden Primer für die 18S-rRNA verwendet, da diese ribosomale RNA in großen Mengen in den Pflanzenzellen vorkommt. Für den Nachweis des Virus wurden spezifische Primer für das coat-Protein des Grapevine Fanleaf Virus verwendet. Die spezifischen Sequenzen der einzelnen Primer sind im Folgenden aufgelistet.

Primer für GFLV:

FVforward 5'-TAG TGA GTG GAA CGG GAC-3'
FVreverse 3'-GCA ATC ATT GCA GCA AAC G-3'
Fragmentgröße: 416 bp

Primer für 18S-rRNA:

5'Vitis18S 5'-CCC CGA CTT CTG GAA GGG A-3'
3'Vitis18S 5'-CGG AGG CAC GAC CCG GC-3'
Fragmentgröße: 546 bp

Die Primer wurden in einer Konzentration von 20 pmol/ μ l eingesetzt.

Folgendes Pipettierschema wurde für die PCR-Ansätze verwendet:

2 μ l	cDNA
5 μ l	<i>Taq</i> -Puffer
1 μ l	Forward-Primer
1 μ l	Reverse-Primer
1 μ l	dNTP-Mix
39 μ l	DEPC-Wasser

Dieser Ansatz wurde im Thermocycler (Biometra, Tpersonal) auf 99 °C erhitzt und schließlich 1 μ l *Taq*-Polymerase zugegeben.

PCR-Programm:

Start	99°C	50 s
Denaturierung	95°C	45 s
Annealing	56°C	45 s
DNA-Synthese	73°C	1,30 min
Schluss-Synthese	70°C	10 s
Lagertemperatur	4°C	∞

Die PCR wurde mit 40 Zyklen durchgeführt.

2.5.1.4 Elektrophoretische Auftrennung der amplifizierten DNA

Nach der PCR wurde in einem 1,2 % Agarosegel überprüft, ob die gewünschten DNA-Fragmente (18S-Fragment: 546 bp; GFLV: 416 bp;) amplifiziert worden waren.

Hierzu wurden je 10 μl Probe mit 3 μl loading dye versetzt und auf das Gel aufgetragen. Die Gelelektrophorese wurde bei einer Spannung von 80 V in 1 \times TAE-Puffer durchgeführt. Anhand einer DNA-Leiter konnte die Größe des Fragmentes unter UV-Licht bestimmt werden. Auf diese Weise konnte man nachweisen, ob in der Probe Fragmente des GFLV enthalten waren.

2.5.2 Nachweis des GFLV mit DAS-ELISA (double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay)

Das Grapevine Fanleaf Virus lässt sich ebenso mit Hilfe des ELISA-Tests serologisch nachweisen (CLARK et ADAMS, 1977). Hier wurde die DAS-ELISA Technik (double antibody sandwich enzyme linked immunosorbent assay) angewandt, in der zwei Antikörper verwendet werden. Diese binden spezifisch an unterschiedliche Stellen des zu detektierenden Antigens, so daß ein Antikörper-Antigen-Antikörper Komplex entsteht. Der zweite Antikörper ist mit einer alkalischen Phosphatase konjugiert, wodurch bei Zugabe des entsprechenden Substrats eine Farbreaktion hervorgerufen wird.

Durchführung des DAS-ELISA

1) Aufarbeitung der Proben

Es wurde jeweils 1 g Pflanzenmaterial eingewogen und in spezielle Extraktionsbeutel (12 \times 14 mit Innenwand, Bioreba AG, CH-Reinach) gegeben. Den Proben wurde Extraktionspuffer zugegeben, so daß sie 1:10 verdünnt waren. Danach wurden sie mit einem Probenaufbereitungsgerät (Homex 6, 110W, 230V, Bioreba AG, CH-Reinach) homogenisiert.

2) Beschichtung der Microtiterplatten

Der Beschichtungsantikörper (Polyklonaler Antikörper, IgG anti-rabbit, Bioreba AG, Reinach) wurde im Beschichtungspuffer 1:1000 verdünnt. Von dieser Lösung wurden 200 μl pro Probe in die Microtiterplatten pipettiert und die Platten vier Stunden bei 37 °C in einem Wärmeschrank inkubiert. Nach dreimaligem Waschen mit Waschpuffer waren die Platten gebrauchsfertig. Hier stellte der ELISA Plate Washer (Easy Wash 2000, Bioreba AG, CH-Reinach) automatisch eine 1:2 Verdünnung des 50 \times Waschpuffers mit der entsprechenden Menge Wasser her.

3) Probenzugabe

Von der mit Extraktionspuffer behandelten Probensuspension wurden jeweils 200 μl Probe in die wells pipettiert und die Platten über Nacht im Kühlschrank inkubiert. Für jede Probe wurde ein Doppelansatz pipettiert.

4) Konjugatzugabe

Nach dreimaligem Waschen der Microtiterplatten wurden 200 μ l des konjugierten IgG (monoklonales IgG, konjugiert mit alkalischer Phosphatase, Bioreba-AG, Reinach) in einer Verdünnung von 1:1000 zu den Proben gegeben und vier Stunden bei 37 °C im Wärmeschrank bei hoher Luftfeuchtigkeit inkubiert.

5) Substratzugabe

Nach dreimaligem Waschen mit Waschpuffer erfolgte die Zugabe des Substrats 4-Nitrophenylphosphat, gelöst in Substratpuffer (1:1000). Die Platten wurden im Dunkeln eine Stunde bei Raumtemperatur inkubiert.

Während der Inkubation spaltet die alkalische Phosphatase des sekundären Antikörpers den Phosphatrest vom farblosen Substrat ab, so daß eine gelbe Farbreaktion (Nitrophenol) sichtbar wird. Nach einer Stunde Inkubationszeit wurden die Platten an einem Photometer (GENios Plus, TECAN Deutschland GmbH, Crailsheim; Software: Magellan Standard V.5) bei 450 nm vermessen, wobei die Farbtintensität proportional ist zur Konzentration des zu bestimmenden Antigens in der Probe.

2.6 Färbemethoden

Um die Reaktion der Wurzel auf die Besaugung durch *Xiphinema index* zu untersuchen, wurden zwei Färbemethoden verwendet. Mit der NBT-Färbung (Nitroblau-Tetrazolium) sollte die Bildung von Superoxidradikalen, die bei einer aktiven Abwehrreaktion der Pflanze entstehen, untersucht werden. Die Anillinblau-Färbung wird verwendet, um Calloseeinlagerungen in die Zellwände der Pflanzenzelle nachzuweisen.

2.6.1 Färbung mit Nitroblau-Tetrazolium (NBT)

Um die Bildung von Superoxidanion-Radikalen in der Wurzel zu untersuchen, wurden diese, wie bei HÜCKELHOVEN et KOGEL (1998) und bei TRUJILLO et al. (2004) beschrieben, mit NBT angefärbt. Das Nitroblau-Tetrazolium reagiert im Wurzelgewebe mit Sauerstoffradikalen. An dieser Stelle wird eine Blaufärbung sichtbar.

Es wurden sowohl frisch besaugte als auch unbesaugte Wurzeln in einer 0,1 %igen NBT-Lösung inkubiert. Nach 30 Minuten wurden die Wurzeln in eine Lösung aus 0,15 % Trichloressigsäure in 4:1 Ethanol/Chloroform eingelegt, um die Färbereaktion zu stoppen. Anschließend wurden die Wurzeln unter dem Mikroskop betrachtet.

2.6.2 Anilinblau-Färbung

Die Färbung wurde, wie bei UNGER (2001) beschrieben, durchgeführt. Hierzu wurden die Wurzeln mit einer Anilinblau-Färbelösung 5-10 Minuten inkubiert. Anschließend wurden die Präparate mit Aqua dest. von der überflüssigen Färbelösung befreit und unter dem Mikroskop untersucht.

2.7 Biotests

In verschiedenen Biotests wurden die Reaktionen von Wurzeln verschiedener Rebpflanzen auf die Besagung von *X. index* untersucht. Zusätzlich wurden Versuche zum Wanderungsverhalten von *X. index* durchgeführt. Dafür wurden sowohl frisch gekeimte Rebsämlinge als auch verschiedene pflanzliche Duftstoffe und Substanzen eingesetzt.

2.7.1 Beobachtung der Rebwurzeln von *in-vitro*-Sämlingen und *in-vitro*-Stecklingen nach Inokulation mit *Xiphinema index*

Um die Reaktion der unterschiedlichen *Vitis*-Unterarten zu untersuchen, wurden *in-vitro*-Sämlinge und *in-vitro*-Stecklinge von verschiedenen Testpflanzen (Tabelle 3 und 4), die bereits Wurzeln gebildet hatten, mit *X. index* inokuliert. Die Versuchsansätze wurden bei 28 °C aufbewahrt. In bestimmten Zeitabständen wurden die sichtbaren Reaktionen der Wurzeln und das Verhalten der Nematoden beobachtet. Diese Versuche wurden mindestens zehnmal durchgeführt.

2.7.2 Untersuchung der Ausbreitung von *Xiphinema index* auf einer Agarplatte

Um festzustellen, wie sich *X. index* auf einer Agarplatte ausbreitet, wenn ihm kein Stimulus angeboten wird, wurde folgender Test durchgeführt.

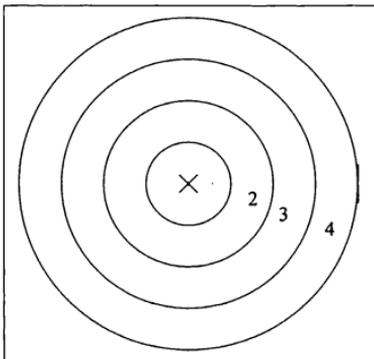


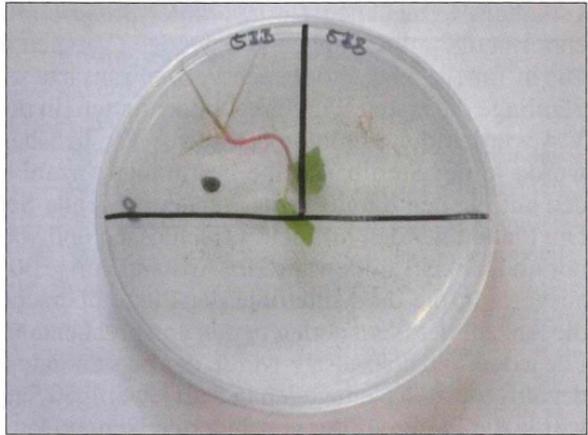
Abb. 9: Versuchsaufbau: Agarplatte mit konzentrischen Ringen (1-4); X = Im Zentrum wurden die Nematoden aufgesetzt. (Grafik: K. Nickel)

Auf den Boden einer Petrischale wurden von der Mitte ausgehend konzentrische Kreise im Abstand von je 1 cm voneinander aufgezeichnet. Anschließend erfolgte die Aufsetzung von 25 Nematoden in die Mitte des innersten Kreises (Abb. 9). Nach jeweils 2, 4, 8 min usw. bis 256 min wurde die Anzahl der einzelnen Nematoden in den jeweiligen Ringen (1 - 4) protokolliert. In der Versuchsauswertung wurde die Anzahl der Nematoden pro cm^2 ermittelt. Dieser Versuch wurde fünfmal wiederholt.

2.7.3 Wanderungstest

In diesem Test sollte untersucht werden, ob es sich bei der Auffindung der Nahrungsquelle um eine gerichtete Bewegung des Nematoden handelt. Dazu wurden Rebsamen von *Vitis spec.*, wie in 2.3.4 beschrieben, auf 0,8 %igem Wasseragar kultiviert. Die Petrischale wurde durch eine Linie halbiert, wovon eine Hälfte wiederum in zwei Sektoren aufgeteilt wurde. Die Samen wurden auf dem Agar so plaziert, daß sie sich in den Vierteln der oberen Hälfte der Petrischale befanden (Abb. 10).

Abb. 10: Versuchsansatz zur Wanderung der Nematoden; links: gekeimter Sämling, rechts: gekeimter Sämling, der vor Versuchsbeginn entfernt wurde (Versuch 1) (Foto: K. Nickel)



Folgende Versuchsansätze wurden angesetzt:

Tab. 5: Versuchsansätze des Wanderungsversuches

Versuch 1 (V 1)	Rebsame gekeimt	Rebsame ungekeimt
Versuch 2 (V 2)	Rebsame gekeimt	Stein
Versuch 3 (V 3)	Rebsame gekeimt, entfernt	Vertiefung im Agar
Versuch 4 (V 4)	Rebsame gekeimt	Rebsame gekeimt, entfernt

Um auszuschließen, daß *X. index* von eventuell abgegebenen Stoffen des ungekeimten Samens (Versuch 1) angelockt wird, wurde dieser in einem zweiten Versuchsansatz durch einen Stein ersetzt (Versuch 2).

Außerdem wurde untersucht, ob *X. index* auch noch gezielt die Stelle des gekeimten Samens aufsucht, wenn dieser nach der Keimung entfernt wurde (Versuch 3 und 4). Da an der Stelle des entfernten Samens ein Loch entstanden war, wurde den Nematoden im zweiten Sektor auf der Agarplatte ebenfalls eine Vertiefung angeboten. Damit sollte ausgeschlossen werden, daß die Nematoden allein auf eine strukturelle Veränderung im Agar reagieren (Versuch 3). In einem weiteren Versuch wurde untersucht, wie sich die Nematoden verhalten, wenn ihnen ein gekeimter Same und der Keimungsbereich eines entfernten Sämlings angeboten werden (Versuch 4).

Die in Tabelle 5 beschriebenen Versuchsansätze wurden verwendet, sobald die Sämlinge die ersten Wurzeln gebildet hatten. In den Versuchsansätzen V 3 und V 4 wurden die Sämlinge direkt vor Versuchsbeginn entfernt. Anschließend wurde in der Sterilbank eine bestimmte Anzahl oberflächensteriler Nematoden auf die den Sämlingen gegenüberliegende Seite auf den Agar aufgesetzt. Die Platten wurden luftdicht verschlossen und während des Versuches im Labor im Dunkeln aufbewahrt. Im Abstand von je 30 min wurden die Nematoden ausgezählt, die die Mittellinie der Platte überschritten hatten. Hierbei wurde die Anzahl der Nematoden in den entsprechenden Sektoren notiert.

Für jeden Versuchsansatz wurde der prozentuale Anteil an der Gesamtmenge der aufgesetzten Nematoden in dem jeweiligen Sektor bestimmt. Anschließend wurde die Präferenz der gewanderten Nematoden mit Hilfe des Präferenzwertes *P* ermittelt (Gl. 1). Hier wurde überprüft, um wieviel größer die Anzahl an gewanderten Nematoden am gekeimten Samen ist, und deren prozentualer Anteil an allen gewanderten Nematoden bestimmt.

$$P [\%] = \frac{\text{Anzahl Nematoden (Samen gekeimt)} - \text{Anzahl Nematoden (v)}}{\Sigma \text{ gewanderte Nematoden gesamt}} \times 100 \quad (\text{Gl. 1})$$

Die Anzahl Nematoden (*v*) entspricht der Anzahl der gewanderten Nematoden in die jeweilige Alternativvariante zum gekeimten Samen auf der gleichen Agarplatte.

2.7.4 Test verschiedener Substanzen

Pflanzen geben über ihre Wurzeln Stoffe in das sie umgebende Medium ab (PROT, 1980; ZHAO et al., 2000). Es ist denkbar, daß solche Verbindungen auch für die Orientierung der Nematoden eine Rolle spielen. Daher wurden verschiedene in Frage kommende Substanzen sowie Extrakte getestet. Die Auswahl der Substanzen erfolgte anhand verschiedener Literaturhinweise (RASMANN et al., 2005, TASIN et al., 2005).

Der Vorbereitung der Versuchsplatten erfolgte, indem der Boden der verwendeten Agarplatten durch eine Mittellinie halbiert wurde. Von den verwendeten Substanzen wurde je 1 mg in 1 ml Lösungsmittel suspendiert. Der getestete Feigenwurzelextrakt wurde hergestellt, indem Feigenwurzeln in flüssigem Stickstoff in einem Mörser zerkleinert und das Pulver in 1 ml Aqua dest. aufgenommen wurde. Dieser Extrakt wurde ebenso wie die in Aqua dest gelösten und die unverdünnten Substanzen direkt in den Agar appliziert. Die in einem flüchtigen Lösungsmittel gelösten Substanzen wurden auf ein Filterrondell (Durchmesser: 5 mm) appliziert, kurz abdampfen gelassen und in den Agar eingesteckt.

Tab. 6: Übersicht über Substanzen, die in den Wanderungsversuchen verwendet wurden

Substanz	Lösungsmittel	Applikation
cis-3-Hexen-1-ol	unverdünnt	10 µl in Agar
Tannin	Aqua dest	10 µl in Agar
1-Indanol	Methanol	10 µl auf Filterrondell
β-Caryophyllen	Pentan	10 µl auf Filterrondell
Linalool	Methanol	10 µl auf Filterrondell
Farnesen	Pentan	10 µl auf Filterrondell
Isovanillinsäure	Aqua dest.	10 µl in Agar
Methylsalicylat	Pentan	10 µl auf Filterrondell
Feigenwurzelextrakt (wässrig)	unverdünnt	10 µl in Agar
Kontrolle (MeOH)	unverdünnt	10 µl auf Filterrondell

Nachdem die Platten mit den Substanzen präpariert worden waren, wurden auf die gegenüberliegende Seite des applizierten Duftstoffes die Nematoden aufgesetzt. Die Platten wurden luftdicht verschlossen und während des Versuches im Dunkeln aufbewahrt. Im Abstand von je 30 Minuten wurden die Nematoden ausgezählt, die die Mittellinie der Platte überschritten hatten und deren Anzahl notiert.

Anhand der ermittelten Daten wurde der chemotaktische Index I_c der Substanzen nach BARGMANN et HORVITZ (1991) bestimmt (Gl. 2). Dieser berechnet sich wie folgt:

$$I_c = \frac{\sum \text{gewanderte Nematoden (Substanz)} - \sum \text{gewanderte Nematoden (Kontrolle)}}{\sum \text{gewanderte Nematoden gesamt}} \quad (\text{Gl. 2})$$

Der chemotaktische Index variiert von -1,0 (perfektes Repellents) bis 1,0 (perfektes Attraktans). Allgemein gelten Substanzen mit $I_c \leq -0,2$ als repellent, Substanzen mit I_c zwischen -0,2 und 0 als schwach repellent. Dementsprechend sind Stoffe mit einem I_c zwischen 0 und 0,2 als schwach attraktiv und Substanzen mit $I_c \geq 0,2$ als stärker attraktiv anzusehen (O'HALLORAN et BURNELL, 2003). Um einen ersten Einblick über die Wirkung der verschiedenen Stoffe zu gewinnen, wurde der Versuch dreimal durchgeführt.

2.8 Praxisorientierte Freiland- und Gewächshausversuche

2.8.1 Bonitur und Untersuchung der Virusinfektion mittels DAS-ELISA in einer ausgewählten Rebanlage

Um das Vorkommen des GFLV im Freiland zu dokumentieren, wurde eine Rebfläche ausgewählt, von der bekannt war, daß sie Rebstöcke mit Virus-symptomen enthält. Die Fläche befindet sich in Sasbach, im Weinanbaugebiet Kaiserstuhl. In dieser Fläche wurde Ende Juni 2006 eine visuelle Bonitur auf Symptomausprägung durchgeführt. Vor der Bonitur wurden sowohl die Zeilen als auch die einzelnen Rebstöcke der Fläche nummeriert. In der visuellen Bonitur wurden die einzelnen Stöcke begutachtet und auffällige Reben auf einem Pflanzplan markiert. Dabei wurden die Pflanzen in folgende Kategorien eingeteilt:

verdächtig	auffällige Blattform, verkürzte Internodien, Durchrieseln der Gescheine und/oder auffälliger Wuchs
eindeutig virös	Panaschüren auf den Blättern, kümmerlicher Wuchs
potenziell virös	Petersilienblättrigkeit

Anschließend wurden an den Stellen, die vermehrt auffällige oder kranke Reben zeigten, von mehreren Stöcken Blattproben entnommen. Diese wurden anhand eines ELISA-Tests auf GFLV hin untersucht. Bei der Entnahme der Blattproben wurde an einem Stock von verschiedenen Stellen der Laubwand ca. 1 g Blattmasse gesammelt und in Extraktionsbeuteln für den ELISA-Test (Extraktionsbeutel 12×14 mit Innenwand, Bioreba AG, CH-Reinach) aufbewahrt. Die Blattproben wurden noch am selben Tag, wie in 2.5.2 beschrieben, aufbereitet.

Aus dem Weinberg wurden zudem Bodenproben entnommen. Mit Hilfe eines Bohrstocks wurden an neun Stellen, gleichmäßig über die gesamte Fläche verteilt, jeweils zwischen den Rebstöcken in 30 cm Tiefe Proben entnommen und einzeln in Plastiktüten verpackt. Die Bodenproben wurden gekühlt aufbe-

wahrt, mit der in 2.4.3 beschriebenen Methode ausgewaschen und auf Individuen von *X. index* untersucht.

2.8.2 Inaktivierung der Rebwurzeln durch den Einsatz von Herbiziden

Hierzu wurden 5 Jahre alte Spätburgunderreben, die in Töpfen angezogen worden waren, auf zweierlei Weise mit vier verschiedenen Herbiziden behandelt (Tab. 7).

Tab. 7: Übersicht über den Herbizidversuch

Variante	Mittel	Wirkstoff	Applikation		Anzahl Reben
			Bohrung	Pinself	
A 1	Kontrolle	--	+		5
A 2	Basta	Glyfosinat	+		5
A 3	Glyfos	Glyphosat	+		5
A 4	Garlon 4	Triclopyr	+		5
B 1	Kontrolle	--		+	5
B 2	Basta	Glyfosinat		+	5
B 3	Glyfos	Glyphosat		+	5
B 4	Garlon 4	Triclopyr		+	5

In einem Versuchsansatz (Variante A) wurden die Spätburgunder mit einer handelsüblichen Baum- und Astschere kurz unterhalb der Veredlungsstelle abgeschnitten und der Stumpf mit dem jeweiligen Herbizid bepinselt (Abb. 11). In einem weiteren Versuchsansatz (Variante B) wurde mit einem Akkubohrer in den Stamm des Rebstockes ein Sackloch mit einem Durchmesser von 0,5 cm gebohrt. Hierbei war darauf zu achten, daß schräg nach unten bis in das Mark gebohrt wurde. In dieses Loch wurde mit einer Pipette 0,3 ml des jeweiligen Herbizids appliziert und das Loch anschließend gut mit Parafilm verschlossen (Abb. 12).

In bestimmten Abständen wurde jeweils eine Spätburgunderrebe der jeweiligen Varianten A 1 - 4 und B 1 - 4 zur Untersuchung ins Labor gebracht. Dort wurden einige Wurzeln von der Erde befreit und eine repräsentative Wurzel ausgewählt. Diese wurde mit sterilem Wasser gewaschen und in eine Petrischale mit 0,8 %igem Wasseragar eingegossen (modifiziert nach WEISCHER et WYSS, 1976). Nach Erkalten des Agars wurden Nematoden aufgesetzt und die Wurzeln alle zwei Tage unter dem Binokular beobachtet. Hierbei wurde die Anzahl der Nematoden notiert, die sich direkt an der Wurzel befanden.



Abb. 11: Variante A: Applikation des Herbizides auf den abgesägten Stamm
(Foto: K. Nickel)



Abb. 12: Variante B: Applikation des Herbizides in ein Bohrloch
(Foto: K. Nickel)

2.9 Statistische Auswertung

Die Berechnungen wurden zum größten Teil mit Microsoft Office Excel 2003 durchgeführt. Die Darstellung der Mittelwerte erfolgte in den Tabellen, Abbildungen und im Text in der Regel unter Angabe der Standardabweichung (SD). In einigen Abbildungen wurde aus Übersichtlichkeitsgründen auf die Angabe der Standardabweichungen verzichtet.

Bei der Auswertung der Wanderungsversuche wurde eine Regressionsgerade durch die Mittelwerte der gewanderten Nematoden gelegt und der Regressionskoeffizient gegen Null geprüft. In der Auswertung eines Wanderungsversuchs (Versuch 2) wurde die Zeitreihe auf Trendänderung überprüft. Hierzu wurde der Vorzeichen-Trendtest von Cox und Stuart verwendet (SACHS, 1984). In den Wanderungsversuchen V1 – V3 wurden die Regressionskoeffizienten b_{xy} der jeweiligen Regressionsgeraden anhand des entsprechenden t-Tests gegen Null geprüft (SACHS, 1984).

3 Ergebnisse

3.1 Charakterisierung der Reaktionen von Rebwurzeln auf den Anstich von *Xiphinema index* und Auswertung der Färbungen

In diesem Versuch wurden die Reaktionen verschiedener Testpflanzen aus dem Sortiment des Weinbauinstitutes nach dem Anstechen des Nematoden *X. index* studiert. Es wurden sowohl wildbestäubte Sämlinge als auch *in-vitro*-Stecklinge der verschiedenen Testpflanzen ausgewertet. Die Versuche wurden mindestens zehnmal wiederholt.

Sowohl die Sämlinge als auch die *in-vitro*-Stecklinge zeigten identische Wurzelreaktionen. Nach der Besaugung der Wurzeln durch die Nematoden zeigten sich entweder Gallen oder Nekrosen (Tab. 8).

Tab. 8: Beobachtete Reaktion der Wurzeln der verschiedenen Rebpflanzen

Testrebsorten	Reaktion der Wurzeln
5BB	Gallen
125AA	Gallen
Binova	Gallen
16	Nekrosen und Gallen
141	Nekrosen

Bei den Rebunterlagen 5BB, 125AA und Binova konnte man bereits einen Tag nach der Inokulation ein Anstechen der Nematoden in den Regionen der Wurzelspitzen erkennen (Abb. 13). Unter dem Binokular sah man das Eindringen des ausgefahrenen Odontostiletts der Nematoden in tiefer liegende Zellschichten der Wurzel. Zu diesem Zeitpunkt konnte bereits eine Saugaktivität registriert werden, die sich in einem rhythmischen Pumpen des oesophagischen Bulbus äußerte. Das Saugen an einer Stelle der Wurzel war nicht von Dauer. Die Nematoden wanderten ungerichtet an der Wurzel entlang, wobei ein Abtasten der Wurzeloberfläche mit der Lippenregion verfolgt werden konnte. Bei diesem Abtasten wurde vereinzelt beobachtet, daß das Stilet nur wenige Millimeter in die Zellen eingestochen wurde. In den darauf folgenden drei

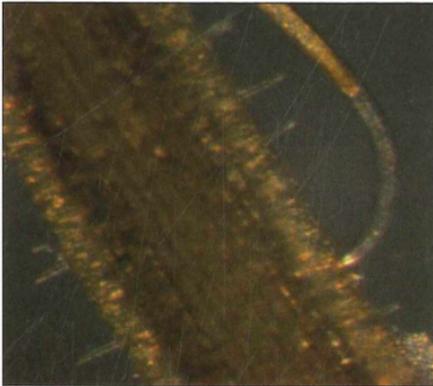


Abb. 13: Saugender *Xiphinema index* an einer Wurzel der Unterlage 5BB (Foto: K. Nickel)



Abb. 14: Wurzelgalle, Nematoden und deren Eier an der Unterlage 125AA (Foto: K. Nickel)

Tagen wurde dieses Abtasten nahezu eingestellt und die Nematoden begannen lokal an der Wurzel zu saugen. Besonders auffällig war, daß die Nematoden an den einmal besaugten Gallen akkumulierten (Abb. 14). Während des Saugvorgangs kam das Längenwachstum der besaugten Wurzeln zum Erliegen und bereits nach wenigen Tagen waren große Gallen an den vorherigen Saugstellen sichtbar (Abb. 14). Die Gallen wurden stets noch nach einigen Tagen besaugt. Zudem konnte eine vermehrte Eiablage in der Nähe der Gallen verzeichnet werden.



Abb. 15: Nekrosen an den Wurzelspitzen der Testpflanze 141 (Pfeile)
(Foto: K. Nickel)



Abb. 16: Nekrose an der Testpflanze 16
(Foto: K. Nickel)



Abb. 17: Wurzelgalle an der Testpflanze 16 und an dieser saugende Nematoden
(Foto: K. Nickel)

Die Wurzeln der Testpflanze 141 wurden von *X. index* ebenfalls besaugt. Hier wurde keine Gallbildung beobachtet. Drei bis vier Tage nach der Besaugung der Wurzeln waren braun verfärbte Stellen, sogenannte Nekrosen, an diesen Stellen zu erkennen (Abb. 15).

An den *in-vitro*-Stecklingen der Testpflanze 16 konnte erst nach mehreren Wochen ein Anstechen der Wurzeln durch *X. index* beobachtet werden. Bis zu diesem Zeitpunkt hielten sich die Nematoden nicht in der Nähe der Wurzeln auf, sondern waren willkürlich im Medium verteilt. Die Sämlinge der Testpflanze 16 zeigten unterschiedliche Reaktionen. Einige wurden bereits nach ca. drei Tagen besaugt. Andere Individuen dieser Pflanzen wurden erst nach einigen Wochen besaugt oder sie wurden überhaupt nicht angestochen. Nach einer erfolgten Besaugung entwickelten sich an diesen Bereichen sowohl Nekrosen als auch Gallen (Abb. 16, 17).

Zur näheren Untersuchung der Wurzelreaktionen wurden die besaugten Wurzeln mit verschiedenen Färbemethoden behandelt. Die Anilinfärbung dient im Allgemeinen dazu, eingelagerte Callose sichtbar zu machen. Mit der NBT-Färbung können Superoxidradikale in den Pflanzenzellen nachgewiesen werden. Bei Anfärbung der Gallen mit Anilinblau konnte keine eingelagerte Callose nachgewiesen werden (ohne Abbildung). Auch in den Nekrosen, die ebenfalls mit Anilinblau angefärbt worden waren, wurden keine Calloseeinlagerungen beobachtet (Abb. 18).

Anhand der durchgeführten NBT-Färbungen konnte keine Bildung von Superoxidradikalen in den Wurzelgallen der Testpflanzen nachgewiesen werden (Abb. 19).

Dahingegen konnte in den Nekrosen die Bildung von Superoxidradikalen aufgezeigt werden. Diese waren im gesamten Bereich der Nekrosen in den Zellen als blaue Verfärbungen am Zellrand oder baumartige Strukturen in der Zelle zu beobachten (Abb. 20, Pfeile).



Abb. 18: Anilinblau-Färbung von Nekrosen der Testpflanze 141 (Pfeile: Nekrosen ohne Callose) (Foto: K. Nickel)



Abb. 19: NBT-Färbung einer Wurzelgalle von Unterlage 5BB; keine Superoxidradikale sichtbar (Foto: K. Nickel)

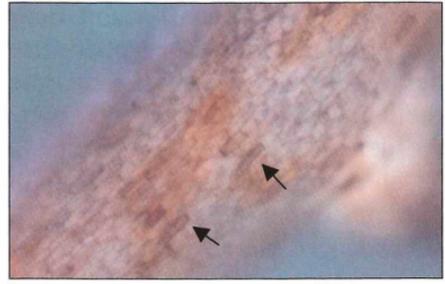


Abb. 20: NBT-Färbung von Nekrosen (Pfeile: Superoxidbildung in den Zellen) (Foto: K. Nickel)

3.2 Ausbreitung von *Xiphinema index* auf einer Agarplatte

Dieser Versuch wurde durchgeführt, um zu überprüfen, wie sich die Nematoden auf einer Agarplatte verteilen, wenn ihnen kein Stimulus angeboten wird. Der Versuch wurde fünfmal wiederholt, die Mittelwerte bestimmt und die Anzahl der Nematoden pro Fläche (cm^2) in den einzelnen Ringen berechnet. Die Mittelwerte mit Standardabweichungen wurden in verschiedenen Grafiken dargestellt. Aus Übersichtsgründen wurden nur die Zeiten 2, 8, 32 und 128 min herausgegriffen.

Die Ergebnisse zeigen, daß sich zur ersten Auszählung nach 2 Minuten die Mehrzahl der Nematoden noch im ersten Ring befand (Abb. 21). Von da aus verteilten sie sich jedoch zunehmend auf der gesamten Fläche der Ringe. Die Anzahl der Nematoden/ cm^2 im Ring 1 nahm im Laufe der Zeit deutlich ab. Die Nematoden breiteten sich zunehmend auf die anderen Ringflächen aus

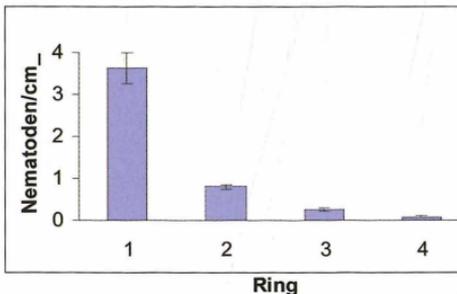


Abb. 21: Nematoden/ cm^2 Ringfläche nach 2 min (Mittelwerte mit SD; $n = 5$) (Grafik: K. Nickel)

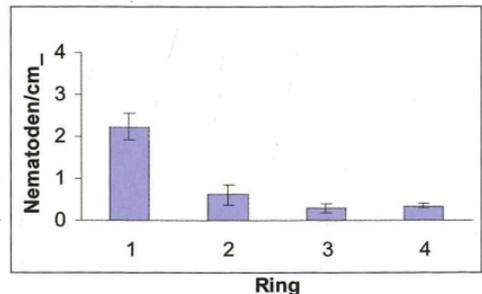


Abb. 22: Nematoden/ cm^2 Ringfläche nach 8 min (Mittelwerte mit SD; $n = 5$) (Grafik: K. Nickel)

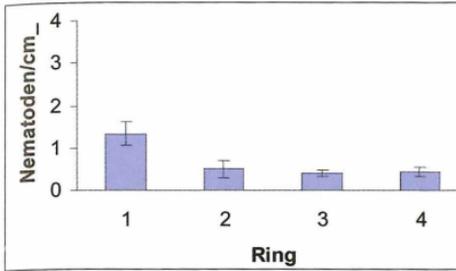


Abb. 23: Nematoden/cm² Ringfläche nach 32 min (Mittelwerte mit SD; n = 5) (Grafik: K. Nickel)

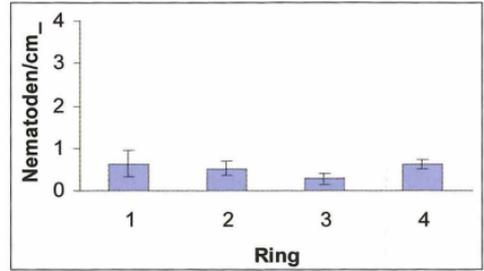


Abb. 24: Nematoden/cm² Ringfläche nach 128 min (Mittelwerte mit SD; n = 5) (Grafik: K. Nickel)

(Abb. 22; 23). Nach 128 Minuten waren die Nematoden schließlich nahezu gleichmäßig in allen vier Ringen verteilt (Abb. 24).

Betrachtet man die Anzahl der Nematoden/cm² im Zeitverlauf eines einzelnen Ringes, so erkennt man, daß sich die Nematodenanzahl vor allem im innersten Ring 1 und im äußersten Ring 4 änderte (Abb. 25; 28).

Man sieht vor allem am Ring 1, daß die Anzahl der Nematoden in der Ringfläche des ersten Ringes mit der Zeit exponentiell abnahm (Abb. 25). Dahingegen stieg die Anzahl der Nematoden in der Fläche des Ringes 4 mit der Zeit an (Abb. 28). Die Nematoden breiteten sich also von ihrem Aufsetzungspunkt aus nach außen auf der Platte in einem diffusionsähnlichen, zufälligen Prozess aus. In den Ringen 2 und 3 änderte sich die Anzahl der Nematoden pro cm² im zeitlichen Verlauf nur sehr wenig (Abb. 26; 27). Die Anzahl der zugewanderten Nematoden entsprach hier ungefähr der Anzahl der abgewanderten Nematoden. Die Tiere akkumulierten nicht an einer Stelle, sondern verteilten sich angerichtet und diffus auf der Platte.

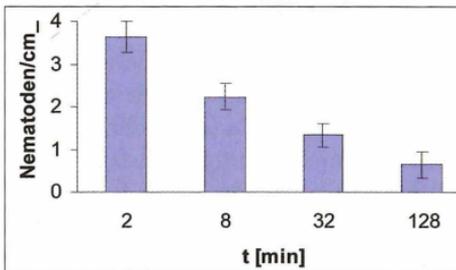


Abb. 25: Nematoden/cm² in Ring 1 (Mittelwerte mit SD; n = 5) (Grafik: K. Nickel)

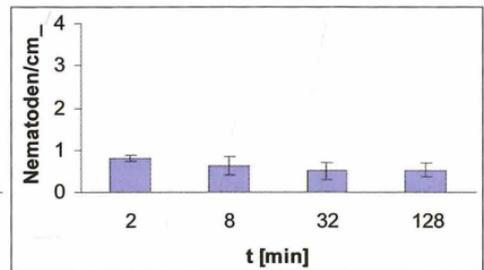


Abb. 26: Nematoden/cm² in Ring 2 (Mittelwerte mit SD; n = 5) (Grafik: K. Nickel)

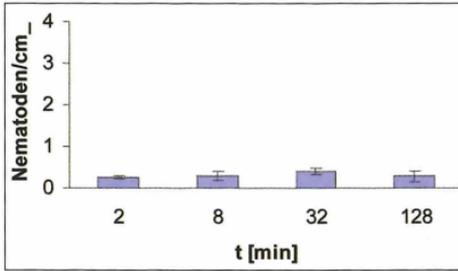


Abb. 27: Nematoden/cm² in Ring 3
(Mittelwerte mit SD; n = 5)
(Grafik: K. Nickel)

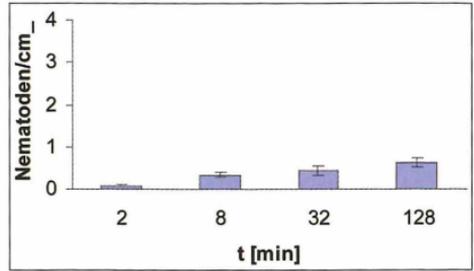


Abb. 28: Nematoden/cm² in Ring 4
(Mittelwerte mit SD; n = 5)
(Grafik: K. Nickel)

3.3 Wanderungstest

Um zu testen, ob eine gerichtete Wanderung der Nematoden zu einem gekeimten Rebsamen erfolgt, wurden den Nematoden verschiedene Stimuli in zwei verschiedenen Sektoren auf einer Agarplatte angeboten. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den Abbildungen 29 - 36 dargestellt.

Bei der Auswertung der Versuche wurde für jeden Versuchsansatz zuerst der prozentuale Anteil an der Gesamtmenge der aufgesetzten Nematoden in dem jeweiligen Sektor bestimmt. Mittelwerte und Standardabweichungen der Messergebnisse wurden grafisch aufgetragen (Abb. 29, 31, 33, 35). Um den Verlauf der Mittelwerte während des Versuches zu skizzieren, wurde die Regressionsgerade als gestrichelte Linie eingezeichnet. Anschließend wurde die Präferenz der gewanderten Nematoden mit Hilfe des Präferenzwertes P ermittelt (siehe 2.7.3, Gl. 1). Hierzu wurde überprüft, um wie viel größer die Anzahl der gewanderten Nematoden am gekeimten Samen war und deren prozentualer Anteil an allen gewanderten Nematoden bestimmt (Abb. 30, 32, 34, 36).

3.3.1 Wirkung eines gekeimten Rebsamens gegenüber eines ungekeimten Rebsamens

Im ersten Versuchsansatz wurden den Nematoden in zwei Sektoren je ein gekeimter Rebsame und ein ungekeimter Rebsame angeboten (Abb. 29).

Das Ergebnis zeigt, daß sich bereits zu Beginn der Messung ab 1,5 Stunden mehr Nematoden im Sektor des gekeimten Samens befanden als im Sektor des ungekeimten (Abb. 29). Die prozentuale Nematodenanzahl, die sich im Sektor des Sämlings aufhielt, überstieg zu jedem Zeitpunkt der Messung die Anzahl der Nematoden im Sektor des ungekeimten Samens. Die Zahl der Nematoden, die in einen der beiden Sektoren wanderte, nahm im Laufe des Versuches in beiden Sektoren zu. Dies verdeutlichen auch die ansteigenden Geraden der beiden Mittelwertskurven. In den ersten 2 Stunden waren die Unterschiede in

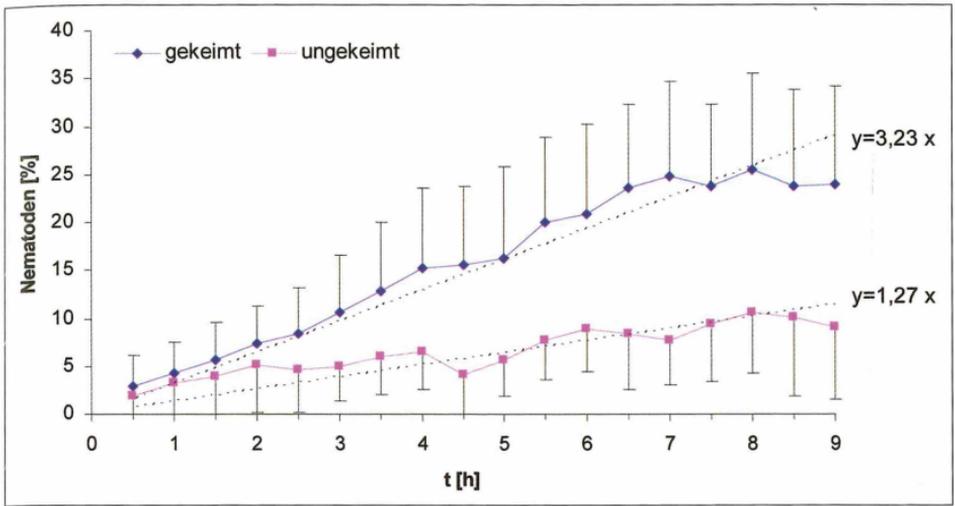


Abb. 29: V1. Prozentualer Anteil an der Gesamtmenge der aufgesetzten Nematoden (Mittelwerte mit Standardabweichung; n=11), die sich in einem der beiden Sektoren (gekeimter Rebsame oder ungekeimter Rebsame) zu verschiedenen Zeitpunkten aufhielten. (Grafik: K. Nickel)

der Anzahl der Nematoden zwischen den beiden Sektoren gering. Erst nach 3,5 Stunden nahm die Anzahl der Tiere im Sektor des Sämlings deutlich zu. Am ungekeimten Rebsamen stieg die Anzahl der Nematoden ebenfalls an, aber mit deutlich geringerer Geschwindigkeit. Dies spiegelt sich auch in der Steigung der Geradengleichungen wieder. Im letzten Zeitabschnitt des Versuches, von 7 bis 9 Stunden, waren teilweise nahezu dreimal so viele Nematoden am Sämling wie am ungekeimten Rebsamen zu finden.

Um zu überprüfen, um wie viel größer die Anzahl an Nematoden am gekeimten Samen war, wurde deren prozentualer Anteil an allen gewanderten Nematoden bestimmt (Abb. 30). Dieses Verhältnis wurde in den folgenden Auswertungen, wie in Gleichung 1 (siehe 2.7.3) beschrieben, als Präferenz bezeichnet. Durch die Mittelwerte dieser Meßergebnisse wurde eine Regressionsgerade gelegt. Anhand der Regressionsgeraden kann man erkennen, daß sich der Präferenzwert der Nematoden für den Sämling von zu Beginn durchschnittlich 34 % nach einer Stunde bis auf 54 % nach neun Stunden tendenziell vergrößerte (Abb. 30). Außerdem wird deutlich, daß bereits nach 30 Minuten 25 % der gewanderten Nematoden ihre Präferenz am gekeimten Samen hatten. Die Streuungen der Einzelwerte, die anfangs noch sehr groß waren (zwischen 100 und -100) verringerten sich hier bereits ab 4,5 Stunden (zwischen 100 und 0).

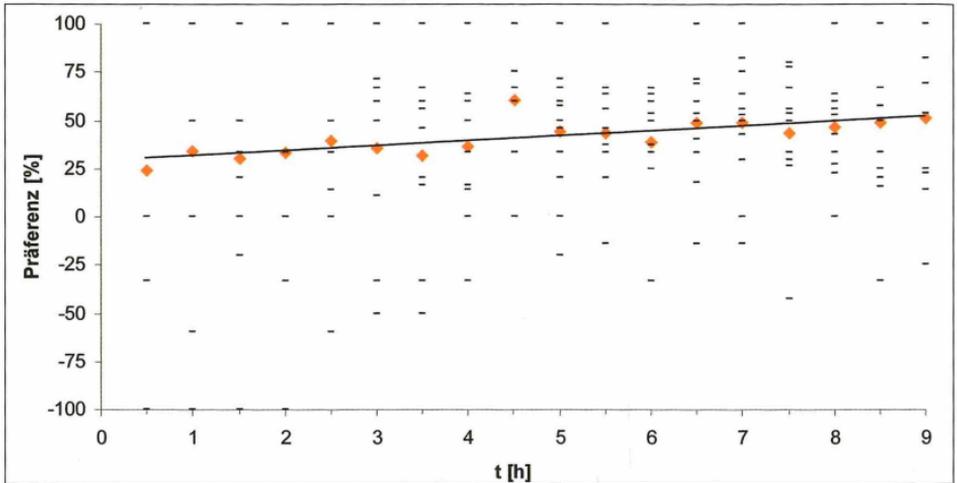


Abb. 30: Präferenzwerte (Einzelwerte) der gewanderten Nematoden für den Sektor des gekeimten Samens gegenüber dem Sektor des ungekeimten Samens (V1). Durch die eingezeichneten Mittelwerte (orange) wurde eine Regressionsgerade (Geradengleichung: $y = 2,51 x + 29,14$) gelegt. (Grafik: K. Nickel)

3.3.2 Wirkung eines gekeimten Rebsamens gegenüber eines Steins

In einem zweiten Versuchsansatz wurden den Nematoden ein gekeimter Rebsame und ein Stein angeboten. Dieser Ansatz erfolgte, um auszuschließen, daß der in V 1 verwendete ungekeimte Same ebenfalls Stoffe abgibt oder die Nematoden allein auf einen im Agar befindlichen Gegenstand reagieren. Die Auswertung der Meßergebnisse wurde wie im vorangegangenen Versuchsansatz durchgeführt.

Die Ergebnisse des prozentualen Anteils an aufgesetzten Nematoden zeigen, daß eine Mehrheit der Nematoden den Sektor des gekeimten Rebsamens aufsuchte (Abb. 31). Die prozentuale Nematodenanzahl am Stein lag zu jedem Zeitpunkt der Messung unter der des Sämlings. Anhand der beiden Kurven kann man erkennen, daß sich die Anzahl der Nematoden, die in Richtung des gekeimten Samens wanderten, im zeitlichen Verlauf vergrößerte. Aus den Gleichungen der beiden Regressionsgeraden wird ersichtlich, daß die Steigung der Geraden der Nematoden am Sämling nahezu um das Dreifache größer ist. Dies weist daraufhin, daß im Laufe des Versuches deutlich mehr Nematoden den gekeimten Rebsamen aufsuchten, als den Stein. Diese Tendenz wurde bereits zu Beginn des Versuches beim Betrachten der Mittelwerte deutlich. Schon ab 2,5 Stunden waren zweieinhalb Mal so viele Nematoden am gekeimten Samen wie am Stein zu finden. Dies setzte sich bis 7 Stunden nach Inokulation fort. Bei 7,5 und 8 Stunden nach Inokulation der Platte konnte man

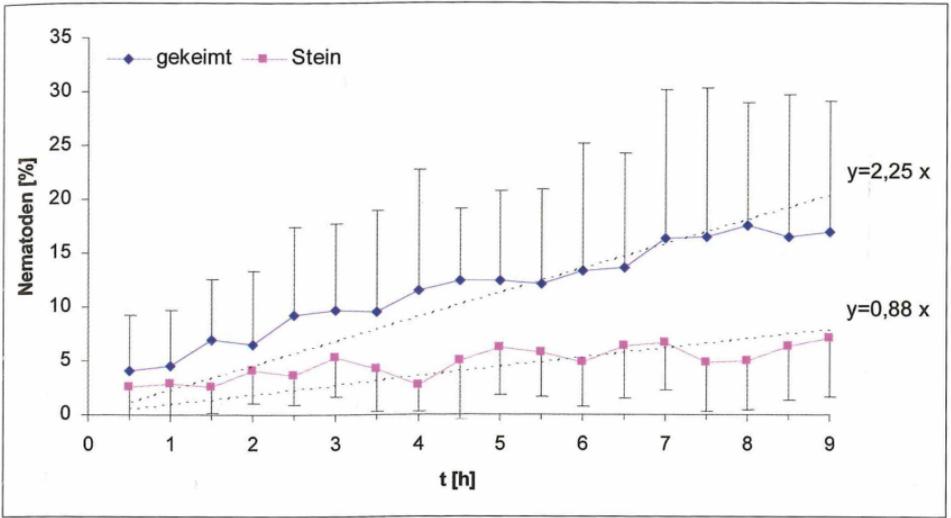


Abb. 31: V2. prozentualer Anteil an der Gesamtmenge der aufgesetzten Nematoden (Mittelwerte mit Standardabweichung; n=13), die sich in einem der beiden Sektoren (gekeimter Rebsame oder Stein) zu verschiedenen Zeitpunkten aufhielten. (Grafik: K. Nickel)

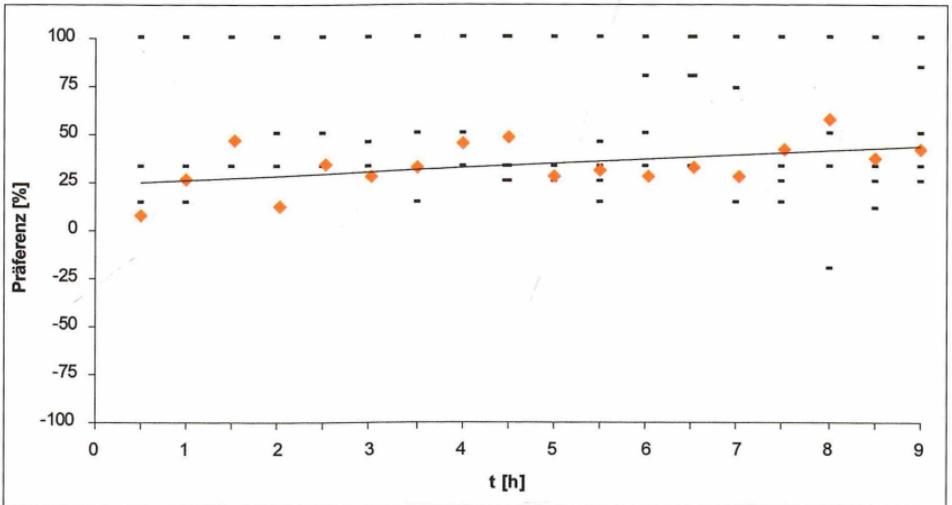


Abb. 32: Präferenzwerte (Einzelwerte) der gewanderten Nematoden für den Sektor des gekeimten Samens gegenüber dem Sektor des Steins (V2). Durch die eingezeichneten Mittelwerte (orange) wurde eine Regressionsgerade (Geradengleichung: $y = 2,22x + 23,96$) gelegt. (Grafik: K. Nickel)

sogar nahezu die dreifache Anzahl Nematoden am Sämling beobachten. Diese Tendenz spiegelte sich auch in den Präferenzwerten wieder (Abb. 32).

Anhand der Regressionsgerade kann man erkennen, daß die Präferenz der Nematoden für den Sämling im Laufe des Versuches anstieg (Abb. 32). Der Präferenzwert der Nematoden für den gekeimten Samen erhöhte sich von zu Beginn durchschnittlich 24 % nach 1 Stunde, auf 54 % nach 9 Stunden um mehr als das Doppelte.

Vergleicht man die Steigungen der Regressionsgeraden des Versuches V1 ($b = 2,51$) mit der des Versuches V 2 ($b = 2,22$) so wird deutlich, daß diese nahezu identisch verlaufen (Abb. 30, 32).

3.3.3 Wirkung des leeren Keimungsbereiches eines Rebsämlings gegenüber einer Vertiefung im Agar

Um zu überprüfen, ob *X. index* den Keimungsbereich eines Rebsamens aufsucht, nachdem der Sämling entfernt wurde, wurde den Nematoden ein weiterer Versuchsansatz angeboten. Während ihnen in einem Sektor der Keimungsbereich eines entfernten Rebsämlings angeboten wurde, enthielt der andere Sektor eine Vertiefung im Agar. Das Ergebnis des Versuches ist in den folgenden Abbildungen dargestellt (Abb. 33, 34).

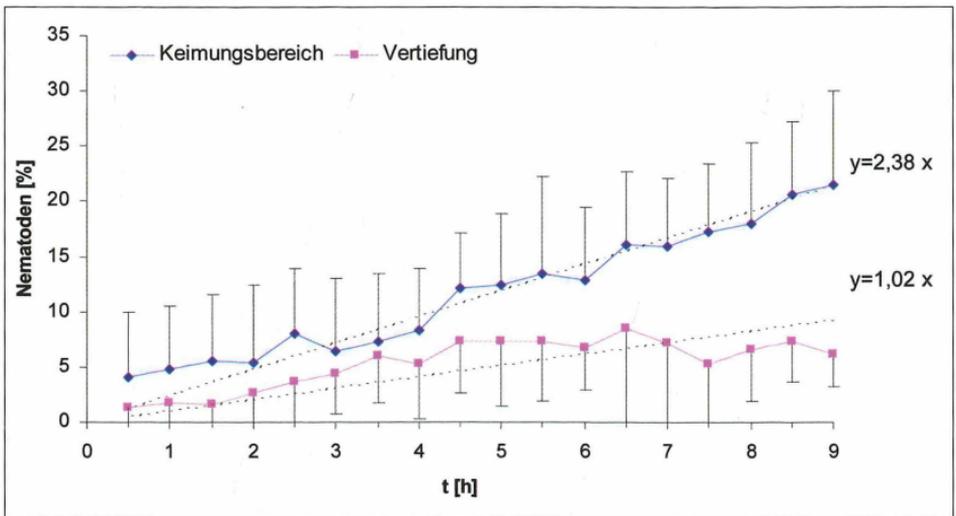


Abb. 33: V3. Prozentualer Anteil an der Gesamtmenge der aufgesetzten Nematoden (Mittelwerte mit Standardabweichung; $n=10$), die sich in einem der beiden Sektoren (leerer Keimungsbereich des Sämlings oder Vertiefung) zu verschiedenen Zeitpunkten aufhielten. (Grafik: K. Nickel)

Vergleicht man die Werte des prozentualen Anteils der aufgesetzten Nematoden des entfernten Sämlings mit den Werten, die an der Vertiefung im Agar ermittelt wurden, so wird deutlich, daß diese sich anfangs nur geringfügig voneinander unterschieden (Abb. 33).

Gerade im ersten Drittel bis 4 Stunden lagen die Mittelwerte sehr eng beieinander. Erst im letzten Drittel, ab 7 Stunden, nahm der prozentuale Anteil der Nematoden im Keimungsbereich des entfernten Rebsämlings deutlich zu. Beim Betrachten der beiden gestrichelten Trendlinien kann man feststellen, daß eine deutliche Mehrheit der Nematoden den Sektor des Keimungsbereiches des entfernten Sämlings bevorzugte. Die Gerade der Nematoden im Keimungsbereich des entfernten Samens überragt während des gesamten Versuchszeitraumes die Gerade der Nematoden an der Vertiefung. Im zeitlichen Verlauf kann man erkennen, daß mehr Nematoden in den Sektor des leeren Keimungsbereiches des Sämlings wanderten als in den Sektor der Alternative. Um zu überprüfen, um wie viel größer die Anzahl an Nematoden im Sektor des entfernten Sämlings war, wurde deren prozentualer Anteil an allen gewanderten Nematoden bestimmt (Abb. 34).

Anhand der Regressionsgeraden durch die Präferenzwerte der gewanderten Nematoden kann man feststellen, daß die Präferenz für den Sektor des vakanten Keimungsbereiches bereits zu Beginn der Messung bei 33 % lag

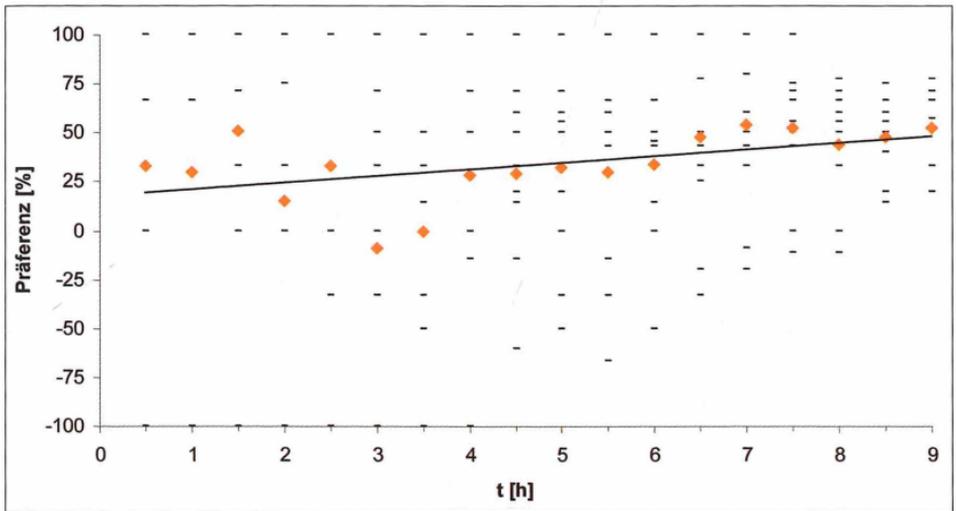


Abb. 34: Präferenzwerte (Einzelwerte) der gewanderten Nematoden für den Sektor des Keimungsbereiches des entfernten Sämlings gegenüber dem Sektor der Vertiefung (V3). Durch die eingezeichneten Mittelwerte (orange) wurde eine Regressionsgerade (Geradengleichung: $y = 3,43 x + 17,29$) gelegt. (Grafik: K. Nickel)

(Abb. 34). Das bedeutet, es waren 33 % mehr Nematoden in diesem Bereich als im Sektor der Vertiefung. Diese Präferenz nahm im Laufe des Versuches zu auf 52 % nach 9 Stunden. Die anfänglich starken Streuungen der Einzelwerte verringerten sich im Laufe des Versuches. Besonders deutlich zu erkennen war dies ab einer Versuchsdauer von 7 Stunden.

3.3.4 Wirkung eines gekeimten Rebsamens gegenüber des leeren Keimungsbereiches eines Rebsämlings

In einem letzten Versuchsansatz (V 4) wurden den Nematoden ein gekeimter Rebsame und der Keimungsbereich eines entfernten Rebsämlings angeboten (Abb. 35).

Hier lässt sich erkennen, daß sich die Mittelwerte des prozentualen Anteils an der Gesamtmenge der aufgesetzten Nematoden in den beiden Alternativen kaum unterschieden (Abb. 35). Es hielten sich nahezu gleich viele Nematoden im Sektor des Keimungsbereiches wie im Sektor des gekeimten Samens auf. Die Mittelwerte des gekeimten Rebsamens lagen nur sehr wenig über denen des Keimungsbereiches des entfernten Sämlings. Nach drei Stunden waren sogar mehr Nematoden am leeren Keimungsbereich als am gekeimten Säm-

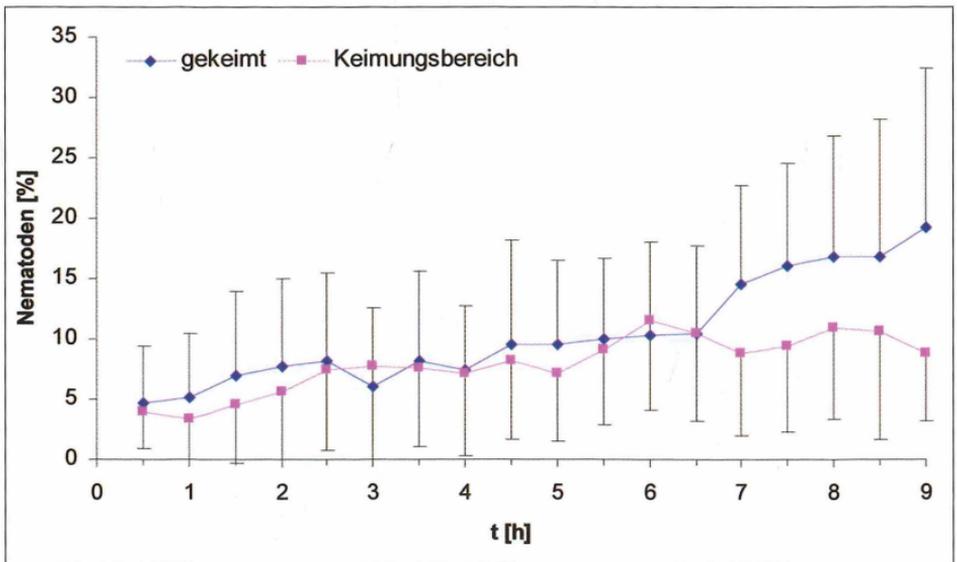


Abb. 35: V4. Prozentualer Anteil an der Gesamtmenge der aufgesetzten Nematoden (Mittelwerte mit Standardabweichung; n=8), die sich in einem der beiden Sektoren (gekeimter Rebsame oder vakanter Keimungsbereich des Sämlings) zu verschiedenen Zeitpunkten aufhielten.

ling wiederzufinden. Hier war es nicht möglich Regressionsgeraden durch die Mittelwerte zu legen, da zwischen 0,5 und 6,5 Stunden kaum ein Anstieg der Mittelwerte in den Alternativen zu verzeichnen ist. Erst nach 6,5 Stunden begannen die Kurven zu divergieren.

Auch hier wurden die Präferenzwerte berechnet (Abb. 36).

Die Ergebnisse zeigen, daß die Mittelwerte der Präferenzwerte zu Beginn der Messungen bis etwa 6,5 Stunden sehr stark schwankten (Abb. 36). Auch die Streuung der Einzelwerte war sehr groß. Aus diesem Grund konnte keine Regressionsgerade durch die Mittelwerte gelegt werden. Die Präferenz der Nematoden für den gekeimten Samen war anfangs deutlich geringer als in den anderen Versuchen. Hier waren anfangs vermehrt auch Werte unter Null zu verzeichnen, was darauf hindeutet, daß die Nematoden auch die Stelle des entfernten Samens aufsuchten. Aus dieser Grafik wird allerdings deutlich, daß ein Trend ab ca. 6,5 Stunden hin zum Sektor des gekeimten Samens zu verzeichnen war. Die Streuungen der Einzelwerte wurden ab 7 Stunden geringer. Die prozentuale Anzahl der gewanderten Nematoden, die sich am gekeimten Samen befanden, nahm mit der Zeit zu.

In der Auswertung dieses Wanderungsversuchs wurde die Zeitreihe auf diese Trendänderung hin überprüft. Hierzu wurde der Vorzeichen-Trendtest von Cox und Stuart verwendet (SACHS, 1984). Dieser Test ergab, daß der Trend der gewanderten Nematoden hin zum gekeimten Samen mit einer 95% Wahrscheinlichkeit signifikant ist ($P = 0,02$).

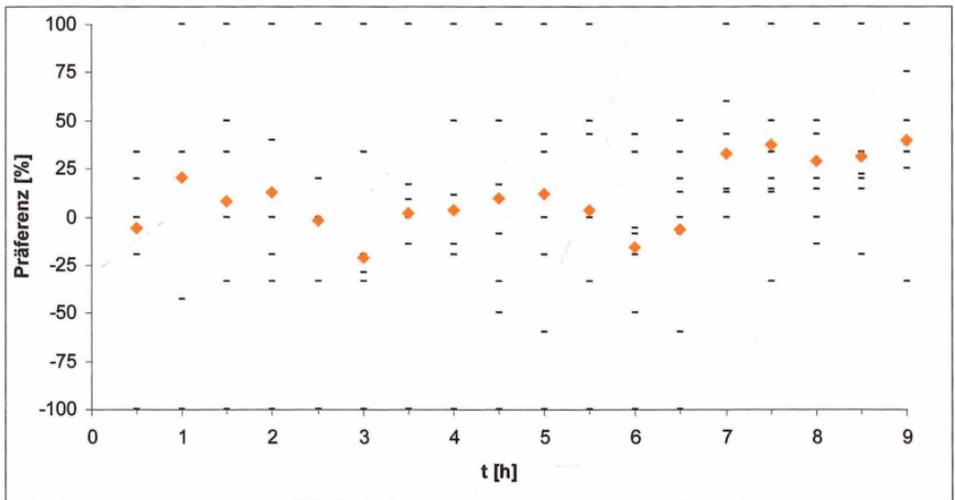


Abb. 36: Präferenzwerte (Einzelwerte) der gewanderten Nematoden für den Sektor des gekeimten Samens gegenüber dem vakanten Keimungsbereich eines entfernten Sämlings (V4). (Grafik: K. Nickel)

In den Versuchen V1 – V3 wurde der Regressionskoeffizient b_{xy} anhand des entsprechenden t-Tests gegen Null geprüft (SACHS, 1984). In allen drei Versuchen wurde $H_0 : b_{xy} = 0$ auf dem 0,01 % Niveau verworfen. Die Regressionskoeffizienten b_{xy} von V1 – V3 unterschieden sich hoch signifikant von Null.

3.4 Wirkung von ausgewählten Substanzen auf *Xiphinema index*

Um zu untersuchen, welche Substanzen den Nematoden in seiner Orientierung in Richtung Wurzel beeinflussen könnten, wurden ausgewählte Substanzen sowie ein Extrakt von Feigenwurzeln getestet. Bei der Auswertung wurde in jedem Versuchsansatz der chemotaktische Index I_c der Substanzen bestimmt (Gl. 2, siehe 2.7.4).

Da die ausgewählten Substanzen insgesamt eher geringe Effekte erzielten, wurden die Versuche nur dreimal wiederholt. Neben der hohen Divergenz der Einzelwerte ist die geringe Stichprobenanzahl ein Grund für die hohen Standardabweichungen der Mittelwerte. Um die Divergenz der einzelnen Stichproben zu verdeutlichen, wurden diese in ein Diagramm zusammengefasst (Abb. 37). In einem weiteren Diagramm wurden die Mittelwerte der chemotaktischen Indices zusammengefasst, um einen Trend abschätzen zu können (Abb. 38).

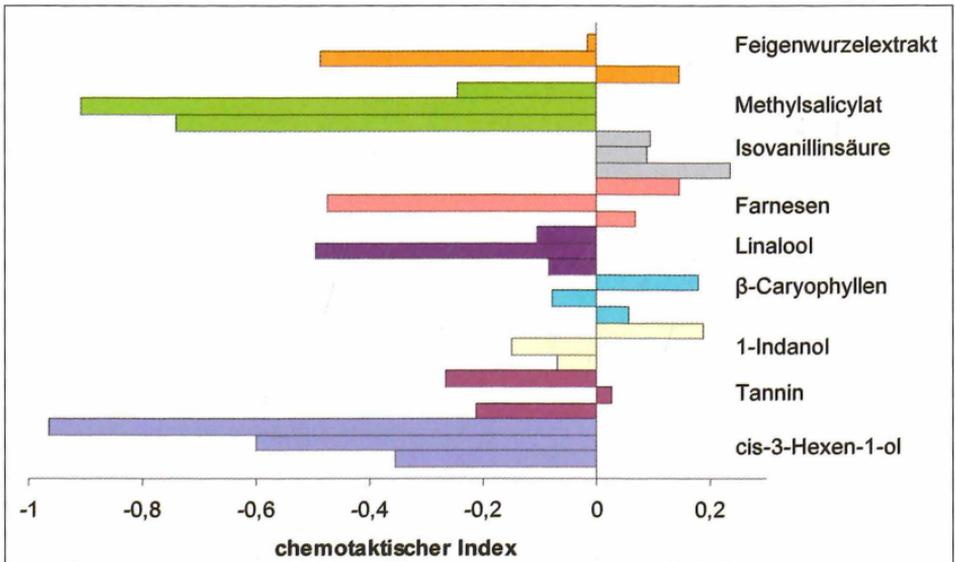


Abb. 37: Chemotaktische Reaktion von *X. index* auf ausgewählte Substanzen. Einzelwerte des chemotaktischen Index der jeweiligen Substanz (Stichprobe 1-3). (Grafik: K. Nickel)

Die ermittelten Werte der chemotaktischen Indices wurden mit den allgemeinen Wirkungsgrenzen von O'HALLORAN et BURNELL (2003) verglichen. Anhand der Einzelergebnisse läßt sich erkennen, daß Methylsalicylat ebenso wie cis-3-Hexen-1-ol, in zwei der drei Stichproben repellent auf *X. index* wirkten (Abb. 37). Dies bestätigte sich in der Auswertung der Mittelwerte (Abb. 38). Die Substanzen Tannin, Farnesen und der Feigenwurzelextrakt werden aufgrund ihrer Mittelwerte als schwach repellent deklariert (Abb. 38). Das Linalool hatte mit $-0,23$ die Grenze hin zur Klassifizierung als repellent gerade überschritten.

1-Indanol und Farnesen zeigten in ihren Einzelwerten der chemotaktischen Indices keine eindeutige Tendenz (Abb. 37, 38). Der chemotaktische Index von 1-Indanol war nahezu Null. Farnesen wird aufgrund des Mittelwertes des chemotaktischen Index ($-0,08$) als schwach repellent eingestuft.

Anhand ihrer Mittelwerte gelten Isovanillinsäure und β -Caryophyllen als schwach attraktiv (Abb. 38). Die Mittelwerte des chemotaktischen Index lagen bei $0,14$ für Isovanillinsäure und $0,05$ für β -Caryophyllen. Keiner der eingesetzten Substanzen konnte eine stärker attraktive Wirkung nachgewiesen werden.

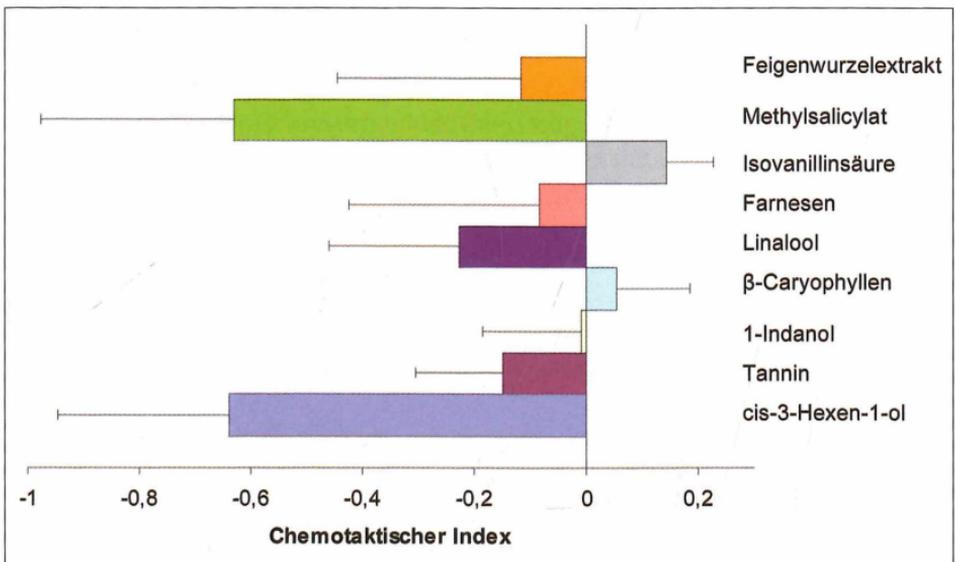


Abb. 38: Chemotaktische Reaktion von *X. index* auf ausgewählte Substanzen. Mittelwerte mit Standardabweichung der jeweiligen Substanz (n = 3). (Grafik: K. Nickel)

3.5 Nachweis des GFLV mittels DAS-ELISA und RT-PCR in verschiedenen Pflanzenteilen

Mittels zwei verschiedener Methoden, DAS-ELISA und RT-PCR, wurde untersucht, in welchen Pflanzenteilen sich das GFLV detektieren läßt. Die Überprüfung des Vorkommens des GFLV erfolgte in den Pflanzenteilen von Wurzel, Stängel, Blatt und Beere.

Mit Hilfe des ELISA-Tests konnte das Virus in allen untersuchten Pflanzenteilen nachgewiesen werden. Als Kontrollen diente sowohl eindeutig krankes als auch gesundes Testmaterial aus dem Freiburger Sortiment. Bei einer visuellen Überprüfung des DAS-ELISA konnte in den Proben der nicht virösen Kontrollpflanzen keine Gelbfärbung in den wells festgestellt werden. Die Proben der virösen Pflanzenteile zeigten eine deutliche Gelbfärbung. Die Auswertung mit dem Photometer bestätigte das visuelle Ergebnis. Sowohl in den Wurzeln, dem Stängel, den Blättern als auch in den Beeren konnte das GFLV mit Hilfe des DAS-ELISA nachgewiesen werden.

Die Detektion des Virus mit Hilfe der RT-PCR brachte ähnliche Ergebnisse. Während keine der Proben der Kontrollpflanzen das GFLV aufwiesen, konnte eine Expression des Virus in den virösen Pflanzenteilen nachgewiesen werden (Abb. 39, 40). Zur Überprüfung der erfolgreichen Amplifizierung wurden Primer für die 18S-rRNA verwendet. Sowohl in den Proben der Kontrollpflanzen, als auch in den Proben der GFLV-Pflanzen, war die Bande der 18S-rRNA im Bereich von 546 bp zu sehen. Die Kontrollpflanzen wurden ebenfalls auf das GFLV getestet. Hier konnte erwartungsgemäß keine Expression des GFLV detektiert werden (Abb. 39).

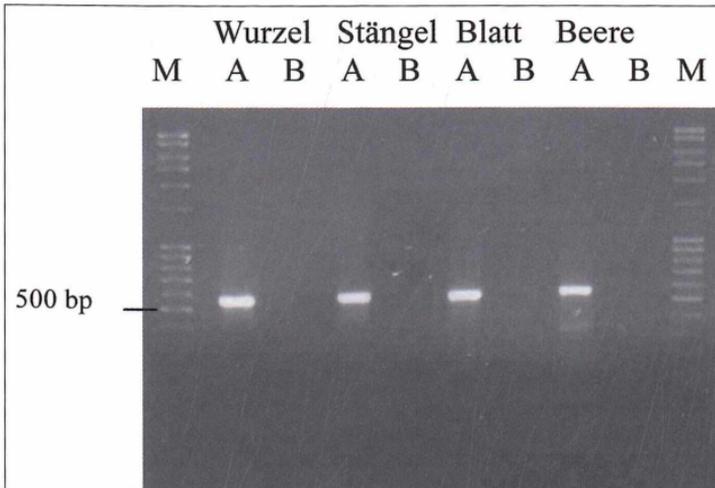


Abb. 39: Gelelektrophoretische Auftrennung der PCR-Produkte der Kontrollpflanzen. M = DNA-Leiter, A = 18S-Primer, B = FV-Primer (Foto: K. Nickel)

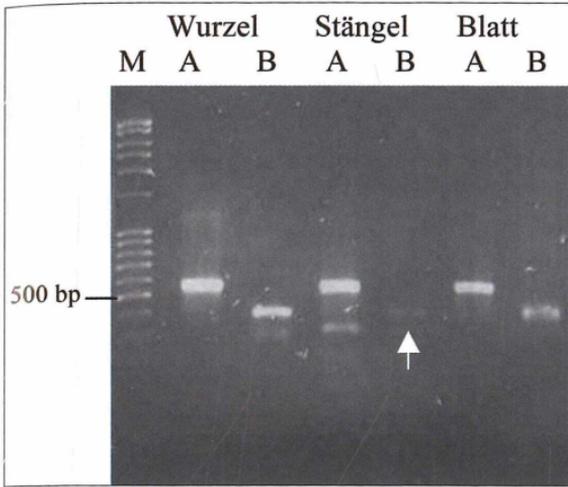


Abb. 40: Gelelektrophoretische Auftrennung der PCR-Produkte der GFLV-infizierten Pflanzen; M = DNA-Leiter, A = 18S-Primer, B = FV-Primer (Pfeil = GFLV in Stengel) (Foto: K. Nickel)

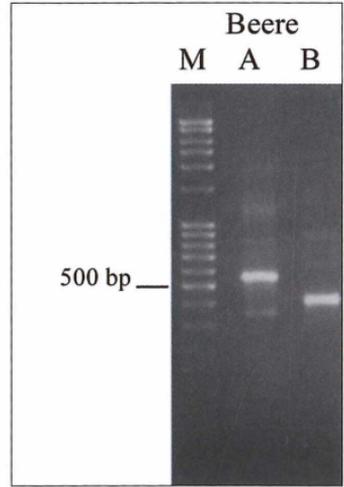


Abb. 41: Gelelektrophoretische Auftrennung der PCR-Produkte der GFLV-infizierten Pflanzen; M = DNA-Leiter, A = 18S-Primer, B = FV-Primer (Foto: K. Nickel)

In den Proben der virösen Pflanzenteile konnte die 18S-rRNA als Kontrolle in jeder Probe nachgewiesen werden. Das coat-Protein des GFLV wurde in allen untersuchten Pflanzenteilen exprimiert (Abb. 40).

Die Bande des Expressionsproduktes des Stengels der GFLV-infizierten Pflanzen ist nur schwach zu sehen (Abb. 40, Pfeil). Da die annealing-Temperaturen der beiden verwendeten Primer große Unterschiede aufweisen (18S-rRNA-Primer 61°C; FV-Primer 55°C), sind teilweise in den Spuren des 18S-rRNA-Primer Doppelbanden zu sehen (Abb. 40; 41).

3.6 Auswertung der visuellen Bonitur und Nachweis des GFLV mittels DAS-ELISA in der ausgewählten Rebanlage

Um das Vorkommen des GFLV im Freiland zu untersuchen, wurde eine ausgewählte Rebfläche in Sasbach einer visuellen Bonitur unterzogen und auffällige Rebstöcke in einem Pflanzplan markiert. Entnommene Blattproben wurden mit dem ELISA auf Infektion mit GFLV getestet.

Die visuelle Bonitur und der ELISA ergaben folgendes Ergebnis (Abb. 42): Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde nur ein charakteristischer Ausschnitt des Pflanzplans übernommen. Aus dem Pflanzplan wird ersichtlich, daß in dieser Fläche viele Pflanzen aufgrund ihres äußeren Erscheinungsbildes als verdäch-

R16	R15	R14	R13	R12	R11	R10	R9	R8	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1
41	40	40	39	41	38	38	x	x	36	37	34	36	35	35	35
40	39	39	38	40	37	x	37	37	35	36	33	35	34	34	34
39	38	38	37	39	x	31	35	36	34	35	32	34	33	x	x
38	37	37	x	x	36	35	35	35	33	34	31	33	x	33	33
37	x	x	36	38	35	35	34	34	32	33	x	x	32	32	32
x	36	36	35	37	34	34	33	33	x	x	30	32	31	31	31
36	35	35	34	36	33	33	x	x	31	32	29	31	30	30	30
35	34	34	33	35	32	x	32	32	30	31	28	30	29	29	29
34	33	33	32	34	x	32	31	31	29	30	27	29	28	x	x
33	32	32	x	x	31	31	30	30	28	29	26	28	x	28	28
32	x	x	31	33	30	30	29	29	27	28	x	x	27	27	27
x	31	31	30	32	29	29	28	28	x	x	25	27	26	26	26
31	30	30	29	31	28	28	x	x	26	27	24	26	25	25	25
30	29	29	28	30	x	x	27	27	25	26	23	25	24	24	24
29	28	28	27	29	x	27	26	26	24	25	22	24	23	x	x
28	27	27	x	x	26	26	25	25	23	24	21	23	x	23	23
27	x	x	26	28	25	25	24	24	22	23	x	x	22	22	22
x	26	26	25	27	24	24	23	23	x	x	20	22	21	21	21
26	25	25	24	26	23	23	x	x	21	22	19	21	20	20	20
25	24	24	23	25	x	22	22	22	20	21	18	20	19	19	19
24	23	23	22	24	x	22	21	21	19	20	17	19	18	x	x
23	22	22	x	x	21	21	20	20	18	19	16	18	x	18	18
22	x	x	21	23	20	20	19	19	17	18	x	x	17	17	17
x	21	21	20	22	19	19	18	18	x	x	15	17	16	16	16
21	20	20	19	21	18	18	x	x	16	17	14	16	15	15	15
20	19	19	18	20	x	17	17	17	15	16	13	15	14	14	14
19	18	18	17	19	x	17	16	16	14	15	12	14	13	x	x
18	17	17	x	x	16	16	15	15	13	14	11	13	x	13	13
17	x	x	16	18	15	15	14	14	12	13	x	x	12	12	12
x	16	16	15	17	14	14	13	13	x	x	10	12	11	11	11
16	15	15	14	16	13	13	x	x	11	12	9	11	10	10	10
15	14	14	13	15	12	x	12	12	10	11	8	10	9	9	9
14	13	13	12	14	x	12	11	11	x	10	7	9	8	8	8
13	12	12	x	x	11	11	10	10	8	9	6	8	7	7	7
12	x	x	11	13	10	10	9	9	7	8	5	7	6	6	6
x	11	11	10	12	9	9	8	8	6	7	x	6	5	5	x
11	10	10	9	11	8	8	7	7	5	6	4	5	x	x	x
10	9	9	8	10	7	7	6	6	x	5	3	x	4	4	4
9	8	8	7	9	6	6	5	5	4	x	2	4	3	3	3
8	7	7	6	8	5	5	x	x	3	4	1	3	2	2	2
7	6	6	5	7	x	x	4	4	2	3	x	2	1	1	1
6	5	5	x	6	4	x	3	3	1	2	x	1	x	x	x

Abb. 42: Pflanzplan mit markierten auffälligen Stöcken. Verdächtige Pflanzen (lila), viröse Pflanzen (rot), potentiell kranke Pflanzen (hellblau), x Sticket, X Fehlstock. Aus den schwarz umrandeten Bereichen wurden die Blattproben für den ELISA entnommen. Die quer gestreiften Felder stellen die Pflanzen dar, die im ELISA positiv getestet worden waren. (Grafik: K. Nickel)

tig bonitiert wurden (Abb. 42). Doch aus den beprobten Bereichen konnte nur zweien der 33 verdächtigen Pflanzen ihre Virösität im ELISA nachgewiesen werden (R 9, 35; R 10, 36). Von den sieben potentiell kranken Pflanzen mit Petersilienblättrigkeit bestätigte sich bei vier Proben die Infektion mit dem GFLV durch einen positiven ELISA-Test (R 8/11, 27; R 13, 7/8). Doch die Infektion von Pflanzen mit dem GFLV konnte mit Hilfe des ELISA auch detektiert werden, obwohl diese Pflanzen keinerlei äußere Anzeichen aufwiesen, aufgrund derer sie in einer visuellen Bonitur als virös deklariert worden wären (R 7, 29-32; R 9, 32; R 11, 21). Die aufgrund von Panaschüren

auf den Blättern als eindeutig virös eingestuftem Rebstocke, zeigten jedoch nahezu alle im ELISA eine Infektion mit dem GFLV. Hier wurden 12 von 15 Stöcken im ELISA positiv getestet (R 7, 34/35; R 9 23/36; R10 4/19/30/37; R11, 17/22/25; R12, 7). In den entnommenen Bodenproben wurde nach dem Auswaschen kein Individuum von *X. index* gefunden.

3.7 Wirkung von Herbiziden auf die Rebwurzeln und die Saugaktivität von *Xiphinema index*

In diesem Versuch wurde die Wirkung verschiedener Herbizide auf die Wurzeln der Rebstöcke mittels zweier Applikationsvarianten untersucht (siehe Tab. 7). Es sollte beobachtet werden, ob die Wurzeln nach der Herbizidbehandlung immer noch für die Nematoden attraktiv sind. Das Erscheinungsbild der Wurzeln wurde nach der Behandlung mit den Herbiziden dokumentiert (Abb. 43 – 50). Die Ergebnisse zeigen, daß sowohl die Applikationsvarianten der Herbizide als auch deren Wirkstoffe unterschiedlichen Einfluss auf die Wurzeln der behandelten Rebstöcke hatten.

Die Wurzeln der beiden Kontrollen unterschieden sich in den Applikationsvarianten kaum. In beiden Varianten (Var. A 1, Var. B 1) waren die dünnen Feinwurzeln noch gut erhalten (Abb. 43, 44, Pfeile). Man konnte bei Variante B sogar sehen, daß die Wurzelspitzen hell verfärbt waren, was ein Wachstum der Wurzeln anzeigt. Dieses Wachstum setzte sich fort, wenn die Wurzeln in den Agar eingegossen wurden.

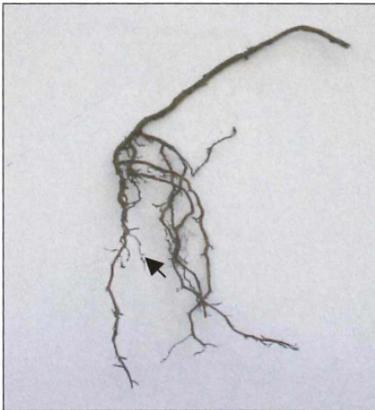


Abb. 43: Rebwurzel der Kontrolle (Var. A 1, Kontrolle, Bohrung; Pfeil = Feinwurzel) (Foto: K. Nickel)

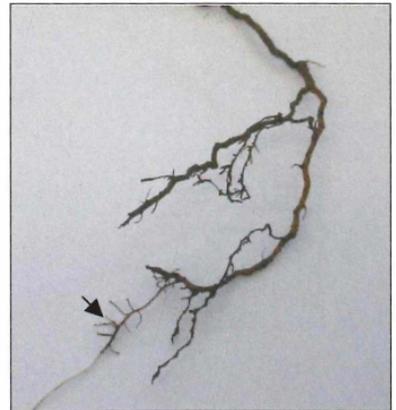


Abb. 44: Rebwurzel der Kontrolle (Var. B 1, Kontrolle abgesägt und bepinselt; Pfeil = Feinwurzel) (Foto: K. Nickel)

Bei der Behandlung mit den Herbiziden sind in den Applikationsvarianten teilweise deutliche Unterschiede zu erkennen.

Wurden die Rebstöcke mit dem Herbizid Basta behandelt, konnte man einen Unterschied in der Wirkung beobachten. Nach der Applikation des Herbizides in ein Bohrloch im Stamm, waren kaum noch Feinwurzeln sichtbar (Abb. 45). Diese feinen Wurzeln des Rebstockes waren größtenteils abgestorben. Es

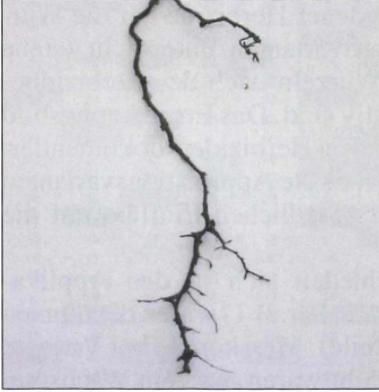


Abb. 45: Mit Basta behandelte Rebe (Var. A2, Basta, Bohrung)
(Foto: K. Nickel)

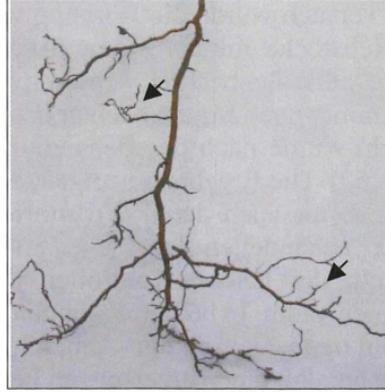


Abb. 46: Mit Basta behandelte Rebe (Var. B2, Basta, abgesägt und bepinselt; Pfeil = Feinwurzel)
(Foto: K. Nickel)

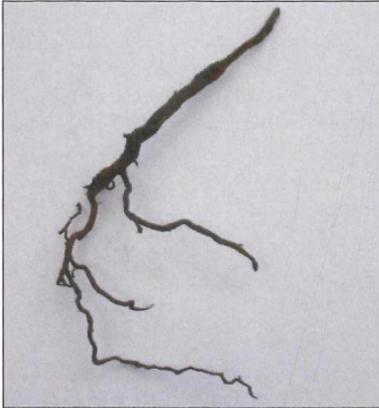


Abb. 47: Mit Glyphos behandelte Rebe (Var. A3, Glyphos, Bohrung)
(Foto: K. Nickel)

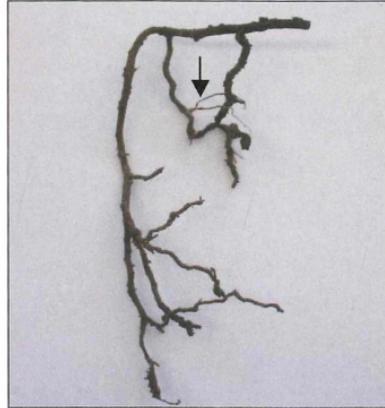


Abb. 48: Mit Glyphos behandelte Rebe (Var. B3, Glyphos, abgesägt und bepinselt, Pfeil = Feinwurzel)
(Foto: K. Nickel)

konnte jedoch beobachtet werden, daß die eingegossene Wurzel sowohl neue Seitenwurzeln bildete als auch ein erneutes Längenwachstum einsetzte. Das Herbizid tötete die Wurzeln also nicht vollständig ab.

Wurde Basta hingegen auf den abgesägten Stamm gepinselt, konnte kaum ein Verlust an Feinwurzeln verzeichnet werden (Abb. 46, Pfeil). Hier zeigte sich ebenfalls Wurzelwachstum.

Nach einer Behandlung mit dem Herbizid Glyphos waren die Feinwurzeln in beiden Applikationsvarianten stark beschädigt. An den Wurzeln der Rebe, in die das Herbizid in ein Loch appliziert wurde, konnten keine dünnen Feinwurzeln mehr registriert werden (Abb. 47).

Dennoch konnte ein Wachstum nach dem Einbetten in Agar beobachtet werden. Die mit Glyphos bepinselten Reben wiesen noch vereinzelt Feinwurzeln auf (Abb. 48, Pfeil). Diese nahmen im Agar ebenfalls ihr Wachstum wieder auf.

Eine Behandlung mit dem Herbizid Garlon 4 brachte folgendes Ergebnis: An den Wurzeln der mit Garlon 4 bepinselten Pflanze waren noch Feinwurzeln zu erkennen (Abb. 50, Pfeil). Doch trotz dieser Behandlung setzten die Wurzeln ihr Wachstum fort, nachdem sie in Agar eingebettet worden waren. Die Applikation des Herbizides Garlon 4 in den Stamm schädigte die Wurzeln sehr. Es konnten keine dünnen Feinwurzeln mehr beobachtet werden (Abb. 49). An keinem der vier behandelten Rebstöcke konnte eine Wiederaufnahme des Wurzelwachstums erfaßt werden.

Um festzustellen, ob die unterschiedlich behandelten Rebwurzeln ihre Attraktivität für *X. index* noch behalten, wurden die eingegossenen Wurzeln mit Nematoden inokuliert.



Abb. 49: Mit Garlon 4 behandelte Rebe (Var. A4, Garlon 4, Bohrung)
(Foto: K. Nickel)

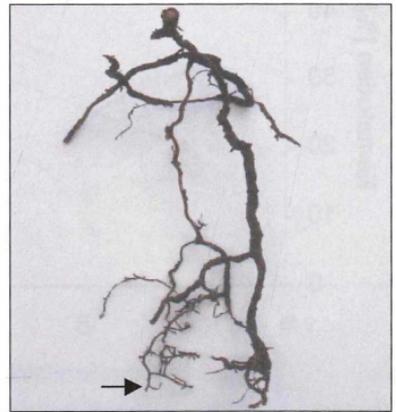


Abb. 50: Mit Garlon 4 behandelte Rebe (Var. B4, Garlon 4, abgesägt und bepinselt, Pfeil = Feinwuzel)
(Foto: K. Nickel)

Tab. 9: Beobachtung von Saugtätigkeit an den verschiedenen Applikationsvarianten

Applikationsvariante	Beobachtung von Saugtätigkeit
Kontrolle Bepinselt	ja
Garlon 4 Bepinselt	ja
Glyphos Bepinselt	ja
Basta Bepinselt	ja
Kontrolle Bohrung	ja
Garlon 4 Bohrung	nein
Glyphos Bohrung	ja
Basta Bohrung	ja

Im Laufe des Versuches konnte nach der Herbizidbehandlung Saugtätigkeit von *X. index* beobachtet werden (Tab. 9). Die Nematoden saugten sowohl an den neu gebildeten Wurzeln als auch an den älteren Wurzeln der behandelten Reben. Bei der Behandlung der Rebstöcke mit den Herbiziden Basta und Glyphos konnten bei jeder Variante saugende Nematoden beobachtet werden. Bei der Applikation von Garlon 4 in das Bohrloch im Stamm wurde bei keiner der behandelten Pflanzen Saugtätigkeit registriert. Eine Quantifizierung der Saugereignisse der Nematoden war nicht möglich. Aus diesem Grund wurde die

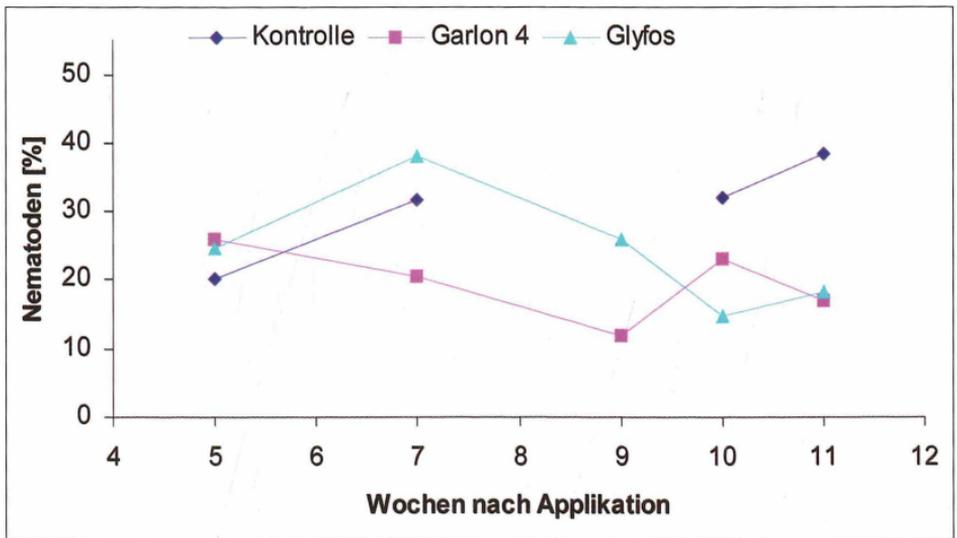


Abb. 51: Anzahl der Nematoden [%] an der Variante „Bepinselt“ (Mittelwerte aus 16 Tagen Beobachtungszeitraum). Nach den jeweiligen Wochen wurde je ein Rebstock untersucht. Kontrolle nach 9 Wochen nicht auswertbar. (Grafik: K. Nickel)

prozentuale Anzahl der Nematoden bestimmt, die sich innerhalb des Beobachtungszeitraums von 16 Tagen direkt an der Wurzel befanden. Die Ergebnisse wurden grafisch dargestellt.

Da nach der Behandlung mit Basta kaum ein Unterschied in den Nematodenzahlen an den Wurzeln zwischen den beiden Applikationsvarianten zu sehen war, wurde Basta grafisch nicht ausgewertet. Die Anzahlen der Nematoden, die die Wurzeln nach dieser Behandlung aufsuchten, unterschieden sich kaum von denen der Kontrolle. Sie lagen sogar teilweise über den Werten der Kontrolle. Die Werte der Kontroll-Pflanze, die abgesägt und bepinselt worden war, konnten zum Zeitpunkt nach 9 Wochen nicht bestimmt werden, da die Wurzel aus dem Agar herausgerissen worden war.

Bei den beiden Herbizide Garlon 4 und Glyphos konnten unterschiedliche Anzahlen an Nematoden bei beiden Applikationsvarianten beobachtet werden. Am Herbizid Glyphos zeigten sich weniger Nematoden an der Wurzel, wenn es auf den abgesägten Stamm aufgespritzt worden war (Abb. 51). Das Herbizid Garlon 4 erzielte eine bessere Wirkung, wenn es in ein Bohrloch im Stamm appliziert wurde. Hier wurden weniger Nematoden an den Wurzeln aufgefunden als an der bepinselten Variante. Die prozentualen Anzahlen lagen zu jedem Zeitpunkt deutlich unter 20 % (Abb. 52).

Die prozentuale Anzahl an Nematoden, die die Wurzel aufsuchten, lag nach

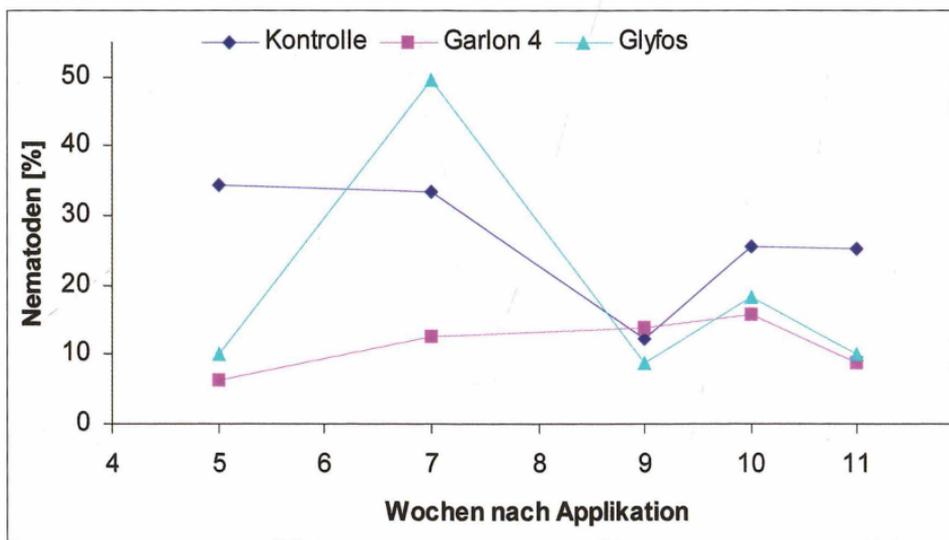


Abb. 52: Anzahl Nematoden [%] an der Variante „Bohrung“ (Mittelwerte aus 16 Tagen Beobachtungszeitraum). Nach den jeweiligen Wochen wurde je ein Rebstock untersucht. (Grafik: K. Nickel)

der Garlon 4-Behandlung bei beiden Applikationsvarianten unter den Werten der Kontrolle. Während hingegen die Werte nach der Behandlung mit Glyphos bis zur 9. Woche über den Werten der Kontrolle lagen (Abb. 51; 52).

4 Diskussion

Das bedeutendste Virus im weltweiten Weinbau stellt das GFLV dar, das die Symptome der Reisingkrankheit hervorruft. Bei einem starken Befall mit diesem Virus sind, neben einer Reduzierung der Qualität, Ernteeinbußen von bis zu 80 % möglich (ANDRET-LINK et al., 2004). Dieses Virus, ein Nepovirus (nematode-transmitted viruses with polyhedral particles), wird durch den endoparasitären Nematoden *X. index* übertragen.

Zum momentanen Zeitpunkt kann weder das Virus noch sein Vektor bekämpft werden. Die empfohlene Langzeitbrache von mindestens 5 Jahren nach einer Rodung stellt die einzige Alternative dar. Die bisher erprobten Möglichkeiten zur Anpflanzung von Feindpflanzen von *X. index* oder einer tiefgründigen Bodenbearbeitung blieben bislang ohne den gewünschten Erfolg (BLEYER et FOX, 1995). Da in verschiedenen Untersuchungen vermeintlich resistente Rebunterlagen immer wieder einen Befall mit dem GFLV zeigten (IPACH et KLING, 2002), sollte in der vorliegenden Arbeit präzisere Einblicke in das Auffinden der Rebwurzeln als Nahrungsquelle des Nematoden *X. index* gewonnen werden. In diesem Zusammenhang sollte vorab beobachtet werden, welche Reaktionen sichtbar sind, wenn unterschiedliche Rebpflanzen von *X. index* besaugt werden. Dies wurde in verschiedenen Biotests und Wanderungsversuchen untersucht. Bei der Interpretation der Daten muß berücksichtigt werden, daß es sich um Biotests handelt, deren Schwankungen auf vielerlei Unterschiede im Tiermaterial zurückzuführen sind. So war beispielsweise in den kalten Monaten Januar bis Ende April eine gewisse Trägheit der Nematoden zu beobachten. Dies erklärt unter anderem auch die hohen Standardabweichungen.

In weiteren Versuchen wurden die Ausbreitung des GFLV in verschiedenen Pflanzenteilen und die unterschiedliche Symptomatik des GFLV im Freiland beobachtet.

4.1 Charakterisierung und Bedeutung der Reaktionen von Rebwurzeln auf den Anstich durch *Xiphinema index*

Der phytoparasitäre Nematode *X. index* ernährt sich von den fluiden Bestandteilen der Wurzelzellen seiner Wirtspflanze, indem er mit seinem Odontostilet in die Nähe des Zentralzylinders der Wurzel einsticht. Während des Saugens werden Speichelsekrete aus einer dorsalen sekretorischen Drüsenzelle in die Wurzelzellen injiziert, um feste Zellbestandteile aufzulösen. Wenige Tage nach

diesem Saugvorgang bilden sich an den besaugten Stellen große Gallen. Dieser Vorgang des Saugens und der Gallbildung wurde von WEISCHER et WYSS (1976) an *Vitis vinifera* var. Müller-Thurgau untersucht. Müller-Thurgau wird im Ertragsweibau jedoch als Edelreissorte verwendet und stellt nicht den wurzelbildenden Teil der Pflanze dar. Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Pflanzen, die zum Teil bereits als Unterlagen im Weinbau eingesetzt werden, spiegeln die vorherrschenden Reaktionen der Pflanzen im Freiland wieder. An den verwendeten *Vitis*-Pflanzen, die mit *X. index* inokuliert worden waren, konnte ebenfalls eine Saugtätigkeit von *X. index* beobachtet werden. Diese *in-vitro*-Rebpflanzen wiesen nach der Besaugung meist Gallbildung auf. Eine besonders starke Bildung von Gallen konnte an den im Weinbau verwendeten Standardunterlagen 5BB und 125AA beobachtet werden. Es ist bekannt, daß die Standardunterlagen auf einen Anstich durch den Nematoden mit der Bildung von Gallen reagieren. Der Anstich der Nematoden und die resultierende Bildung von Gallen korreliert wohl mit einer allgemeinen Anfälligkeit für das GFLV. Dies bestätigten SOPP et al. (1998) in ihren Untersuchungen. Sie konnten feststellen, daß Unterlagssorten mit *Vitis-riparia*-Erbgut sowohl Wurzelgallen als auch Infektionen mit dem GFLV aufwiesen. Eine potentielle Virusabwehr scheint somit von der Unterbindung des Anstiches der Rebwurzeln oder der Eindämmung des Virus in der Pflanze abzuhängen.

Eine mögliche Eindämmung des Virus könnte über die Bildung von Nekrosen geschehen. Die Bildung von Nekrosen basiert im Allgemeinen auf der Grundlage der Abwehr von eindringenden Pathogenen. Hierbei sterben die Wirtszellen an der Befallsstelle ab und bilden einen Hof von totem Gewebe, den man als Abwehrnekrose bezeichnet (SCHOPFER und BRENNICKE, 2006). Dieses induzierte Absterben der Zellen erfolgt sehr rasch, um den Eindringling an einer Ausbreitung in das angrenzende Gewebe zu hindern. Vor diesem Hintergrund sollte die Testpflanze 141, mit *Vitis-rufotomentosa*-Erbgut, näher untersucht werden, da sie nach einem Anstich durch *X. index* ausschließlich Nekrosen bildete. Hier scheint die Bildung der multinukleären Zellen und damit der Gallen unterbunden zu werden. Diese Pflanzen haben offensichtlich einen Abwehrmechanismus gegen die Induktion von Gallen durch den Nematoden *X. index* entwickelt. Ob die Nekrosen die Pflanze tatsächlich zur Eliminierung der Ausbreitung des GFLV befähigen, muß noch genauer überprüft werden.

In den nekrosebildenden Pflanzen scheint eine potentielle Abwehrreaktion zu erfolgen, da in ihnen die Bildung von Superoxidradikalen nachgewiesen werden konnte. Die Bildung von aktiven Sauerstoffverbindungen, wie das Superoxidradikal O_2^- , das Hydroxylradikal OH^- oder Wasserstoffperoxid H_2O_2 , ist allgemein unter dem Begriff „oxidative burst“ bekannt. Dieser pathogeninduzierte „oxidative burst“ gilt als schnelle induzierte Abwehrreaktion der Pflanzenzelle auf einen Pathogenangriff (SCHOPFER et BRENNICKE, 2006).

Eine weitere induzierte Abwehrreaktion von Pflanzen ist bei Befall mit Pil-

zen zu beobachten. Viele Pflanzen versuchen das Eindringen von Pathogenen zu verhindern, indem die Ablagerung von neuem Zellwandmaterial induziert wird. Hierbei entstehen lokale Wandverdickungen, sogenannte Papillen, die häufig Callose enthalten. In der vorliegenden Arbeit wurde mit der Anilinfärbung untersucht, ob nach Anstich der Wurzelzellen durch den Nematoden *X. index* die Bildung von Callose ausgelöst wird. Die Anilinfärbung der besagten Stellen der Wurzeln zeigte jedoch weder in den Gallen noch in den Nekrosen eine Einlagerung von Callose.

Für präzisere Aussagen über den Charakter des potentiellen Abwehrmechanismus der nekrosenbildenden Pflanzen sollten molekularbiologische Untersuchungen auf bekannte Abwehrgene oder Resistenzgene erfolgen.

4.2 Wanderungsversuche – Wanderung der Nematoden auf einer Agarplatte bei Angebot einer potentiellen Nahrungsquelle

In der Literatur wird die Hypothese vertreten, daß phytoparasitäre Nematoden die Fähigkeit besitzen, die Wurzeln ihrer Wirtspflanzen über einige Distanzen zu lokalisieren (STEINER, 1925). Es wird postuliert, daß eine gerichtete Hinbewegung der Nematoden in Richtung der Wurzeln aufgrund abgegebener Lockstoffe der Wurzel erfolgt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde zuerst untersucht, wie sich der Nematode auf einer Agarplatte verhält, wenn ihm kein Stimulus angeboten wird. Hier wurden seine Wanderungsbewegungen im zeitlichen Verlauf studiert. Als Ergebnis dieses Versuches konnte gezeigt werden, daß sich *X. index* auf einer Agarplatte ohne einen ihm angebotenen Stimulus gleichmäßig verteilt. Die Nematoden verharren oder akkumulierten nicht an der Stelle, an der sie aufgesetzt wurden, sondern sie verteilten sich ungerichtet auf der Platte, wenn ihnen kein Stimulus angeboten wurde.

In weiteren Wanderungsversuchen wurde untersucht, ob eine gerichtete Wanderung von *X. index* zu einem ihm angebotenen Stimulus in Form eines Rebsämlings beobachtet werden kann. In den Versuchsansätzen, in denen den Nematoden die Wurzeln eines Rebsämlings zu verschiedenen Alternativen in Form eines ungekeimten Rebsamens oder eines Steines angeboten wurden, suchte eine deutliche Mehrzahl der Nematoden die Wurzeln des Sämlings auf. Die Nematoden suchten auch dann die Stelle eines gekeimten Samens auf, wenn dieser vor Beginn des Versuches entfernt wurde. Das Ergebnis zeigt, daß die Tiere mehrheitlich den Keimungsbereich des entfernten Sämlings aufsuchten, obwohl keine Wurzeln mehr vorhanden waren. Hier scheinen von den Wurzeln des Rebsämlings Stoffe in den Agar abgegeben worden zu sein, die eine Attraktivität auf den Nematoden ausüben. Diese Stoffe veranlassen die Tiere, gezielt diesen leeren Keimungsbereich des Sämlings aufzusuchen. Anhand der Ergebnisse kann man davon ausgehen, daß der Nematode *X. index*

die Rebwurzeln gezielt aufsucht. Ein ungerichtetes und zufälliges Auffinden der Nahrungsquelle, wie von SCHAAF (2000) postuliert, konnte in dieser Arbeit nicht bestätigt werden.

Interessanterweise suchten die Nematoden den Keimungsbereich eines entfernten Keimlings auch dann auf, wenn ihnen als Alternative ein bewurzelter Sämling dargeboten wurde. Hier wanderten die Tiere anfangs sowohl in den leeren Keimungsbereich, als auch in den Sektor, in dem die Wurzeln des Rebsämlings vorhanden waren. Diese Reaktion konnte vor allem bis 6,5 Stunden beobachtet werden. Erst nach 7 Stunden nahm der Trend hin zum Sämling zu. Dies konnte mit dem Vorzeichen-Trendtest statistisch abgesichert werden. Das anfängliche Gleichgewicht zwischen dem vakanten Bereich des Rebsämlings und dem realen Sämling könnte damit erklärt werden, daß es sich bei den chemotaktischen Stoffen um sehr flüchtige und instabile Substanzen handelt, von denen sich im Agar ein Gradient eingestellt hat. Nach Entfernung des Rebsamens scheint dieser zum Sämling gerichtete Gradient langsam zusammenzubrechen und seine Attraktivität auf den Nematoden zu verlieren. Die Tiere verließen nach einiger Zeit den leeren Keimungsbereich des entfernten Sämlings und wanden sich vermehrt den noch existierenden Wurzeln zu. In diesem Sektor waren vermutlich attraktive Substanzen in höheren Konzentrationen vorhanden. Diese wurden vermutlich von den Wurzeln des Sämlings in den Agar abgegeben und bildeten möglicherweise einen stabilen Gradienten aus.

Diese Ergebnisse sprechen dafür, daß die Sämlinge über ihre Wurzeln attraktive Stoffe an ihre Umwelt abgeben, die die Chemotaxis der Nematoden in Richtung der Wurzeln auslösen. Die ermittelten Ergebnisse werden durch die Hypothese von ZHAO et al. (2000) bestätigt. ZHAO et al. (2000) postulieren die Notwendigkeit von Lockstoffen zur Wirtserkennung durch Nematoden, damit die Taxis gezielt in Richtung der Wurzeln erfolgt.

Eine Identifizierung dieser attraktiven Stoffe könnte zum besseren Verständnis des Auffindungsprozeß von Rebwurzeln durch die Nematoden hilfreich sein. So könnten rebsortenspezifische Verbindungen charakterisiert werden, die für das Auftreten von Resistenzen in den Pflanzen verantwortlich sind.

4.3 Wirkung ausgewählter Substanzen auf *Xiphinema index*

In einem Vorversuch wurden spezifische Substanzen auf ihre potentielle chemotaktische Wirkung getestet. Die Substanzen wurden sowohl aufgrund ihrer Wirkung in anderen Biotests, als auch aufgrund ihres Vorkommens in der Weinrebe ausgewählt (RASMANN et al., 2005, TASIN et al., 2005). Es werden hier nur die Stoffe näher betrachtet, deren Wirkung auf die Nematoden besonders auffällig war und deshalb weiterverfolgt werden sollten.

Aufgrund der Tatsache, daß die Feige neben der Rebe die Hauptwirtspflanze

von *X. index* ist, würde man erwarten, daß der verwendete Extrakt aus Feigenwurzeln sehr attraktiv auf die Tiere wirkt. Der Extrakt erzielte aber keinen anlockenden Effekt, sondern schien in einigen Versuchswiederholungen eher eine abstoßende Wirkung zu haben. Dieses Ergebnis läßt darauf schließen, daß es sich bei den attraktiven Stoffen der Wurzeln um volatile und instabile Substanzen handeln muß. In dem verwendeten Feigenwurzelextrakt sind vermutlich zu viele Komponenten enthalten, die die wesentlichen Substanzen oder Verbindungen überlagern. Die attraktiven Stoffe könnten auch bei der Herstellung des Feigenwurzelextraktes zerstört worden oder verloren gegangen sein und übten so im Biotest keine Attraktivität mehr auf die Tiere aus.

Tannin zeigte auf *X. index* ebenfalls eine abstoßende Wirkung. Tannine, also pflanzliche Polyphenole, sind in vielen Pflanzen verbreitet. Sie können die Pflanzen vor dem Befall durch Pathogene schützen, da diese für die meisten Herbivoren unverdaulich sind (HELDT, 1996). Vor diesem Hintergrund wäre auch die Wirkung des schwach repellent wirkenden Tannins zu erklären. Es ist durchaus möglich, daß der Nematode *X. index* das ihm angebotenen Tannin als unangenehm empfindet und dieses deshalb meidet.

Die Wirkung eines weiteren Pflanzenphenols wurde untersucht, die Phenolcarbonsäure Vanillinsäure. MAURYA et al. (2005) konnten zeigen, daß Vanillinsäure und andere Phenolsäuren in den Wurzeln der Kichererbse (*Cicer arietinum*) vorkommen. Dieses Polyphenol hat allerdings im Gegensatz zu Tannin eine attraktive Wirkung auf den Nematoden *X. index*. Mit Hilfe einer HPLC-Analyse könnte man nun untersuchen, ob und welche Phenolsäuren im Besonderen in den Wurzeln der Weinrebe vorkommen.

Bislang gibt es wenig Literatur, die sich mit den Inhaltsstoffen und der Zusammensetzung von Rebwurzeln beschäftigt. Aus diesem Grund wurde auf die Untersuchungen von TASIN et al. (2005) zurückgegriffen. Diese Arbeitsgruppe isolierte eine Vielzahl von Stoffen aus den verschiedenen oberirdischen Pflanzenteilen der Weinrebe. Aufgrund dieser Untersuchungen wurden verschiedene dieser Stoffklassen ausgewählt und spezifische Substanzen in der vorliegenden Arbeit getestet. Es wurden Linalool, ein Monoterpen, cis-3-Hexen-1-ol, ein Alkohol, beide isoliert aus den grünen Früchten der Weinrebe, und Methylsalicylat, ein Aromat, der in Blättern, Knospen und Blüten enthalten ist, ausgewählt. Bei Linalool konnte eine abstoßende Wirkung auf *X. index* beobachtet werden. In den Biotests zeigten die beiden Stoffe Methylsalicylat und cis-3-Hexen-1-ol eine deutlich abstoßende Wirkung auf den Nematoden *X. index*. Diese Stoffe scheinen entweder nicht in den Wurzeln der Rebe vorzukommen oder von anderen Substanzen so überlagert zu werden, daß sie von *X. index* nicht wahrgenommen werden können.

Des Weiteren wurden zwei Substanzen aus der Stoffklasse der Sesquiterpene untersucht, β -Caryophyllen und Farnesen. Farnesen zeigte zwar in den Mittelwerten der Stichproben insgesamt eine abstoßende Wirkung, aber in zwei

von drei Versuchen war es für die Nematoden attraktiv. Nur in einem Versuch war eine abstoßende Wirkung zu verzeichnen. Da das Auswaschen aus dem Erdmaterial und das Sterilwaschen die Vitalität der Nematoden sehr beeinträchtigt, sollten diese Versuche in einer größeren Stichprobenanzahl überprüft werden. Das Sesquiterpen β -Caryophyllen wirkte auf den Nematoden *X. index* in einigen Versuchen attraktiv. Rasmann et al konnten die attraktive Wirkung von Sesquiterpenen bereits bei einem anderen Nematoden, dem Nematoden *Heterorhabditis megidis*, zeigen. Dieser reagiert positiv auf das von Maiswurzeln gebildete β -Caryophyllen. β -Caryophyllen wird von den Maiswurzeln abgegeben, wenn diese von den Larven des Maiswurzelbohrers angefressen werden. In Biotest konnten sie beobachten, daß dieses abgegebene Sesquiterpen den Nematoden *H. megidis* anlockt. Aus diesem Grund sollte in weiteren Versuchen überprüft werden, ob die Stoffklasse der Sesquiterpene und der Phenolcarbonsäuren tatsächlich auch eine gewisse Attraktivität für den Nematoden *X. index* aufweist. Zusätzlich müßte man überprüfen, ob und welche Sesquiterpene die Rebwurzeln enthalten. Dies wäre ein erster Schritt, die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe der Rebwurzeln näher zu charakterisieren und Einblicke in die Wirtserkennung von *X. index* zu gewinnen.

4.4 Vorkommen des GFLV in verschiedenen Pflanzenteilen

Beim Saugvorgang des Nematoden *X. index* an den Wurzeln der Rebe überträgt dieser das GFLV (HEWITT et al., 1958). Das Virus breitet sich über Plasmodesmata in der Pflanze aus (RITZENTHALER et al., 1995). Untersuchungen von Staudt zufolge breitet sich das Virus von den Wurzeln über den Stamm bis in die Blätter aus (mündl. Mitteilung). Er konnte zeigen, daß bereits zwei bis vier Wochen nach der Inokulation mit virulenten Nematoden das GFLV in den Wurzeln der Rebe mittels ELISA detektiert werden kann. Die weitere Ausbreitung in der Pflanze scheint in der folgenden Zeit langsamer zu verlaufen. In Langzeituntersuchungen konnte Staudt zeigen, daß nach 20 Monaten die Triebe in einer Höhe von 180 bis 360 cm infiziert waren. Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Pflanzenteile stammen von Pflanzen, die aus Stecklingen von GFLV-infizierten Pflanzen gewonnen worden waren. In diesen Pflanzen konnte das Virus mittels ELISA sowohl in Wurzel, Stengel, Blättern, als auch in Beeren nachgewiesen werden. Die Untersuchungen mit Hilfe der RT-PCR brachten die gleichen Ergebnisse. Man kann also sowohl die RT-PCR, als auch den DAS-ELISA nutzen, um das GFLV in den verschiedenen Pflanzenteilen nachzuweisen.

Der Vorteil der RT-PCR ist der Einsatz von geringen Mengen an Pflanzmaterial. Mit dieser Methode kann man bereits kleine Sämlinge von Testpflanzen, die mit virulenten *X. index* infiziert worden sind, auf die erfolgreiche Transmission des Virus testen. Man kann sehr geringe Mengen von Wurzeln und

Blättern verarbeiten, um zu untersuchen, ob das Virus auf die Pflanze übertragen wurde und inwieweit es sich bereits ausgebreitet hat. Hier muß man nur geringe Mengen an Pflanzenmaterial entnehmen und kann den Verlauf der Infektion verfolgen, ohne die Pflanze gleich völlig zu zerstören. So kann man innerhalb kürzester Zeit und mit wenig Materialaufwand eine Aussage über die potentielle Resistenz der Pflanze gegen das GFLV machen.

4.5 Symptomausprägung und Verbreitung des GFLV in einer infizierten Rebanlage

Eine direkte Bekämpfung des GFLV im Freiland ist zurzeit noch nicht möglich (HÖBAUS et NIEDER, 1992). Als indirekte Maßnahmen in der Bekämpfung des GFLV gelten sorgfältige Kontrollen von Vermehrungsbeständen und der Ausschluss von virusinfiziertem Pflanzgut von der Vermehrung. Die ist in der Pflanzgutverordnung seit 01.04.2002 auch gesetzlich festgelegt. Auf dieser Grundlage müssen die Mutterrebenbestände, aus denen das Basispflanzgut zur Vermehrung gewonnen wird, auf Viren getestet sein.

Das GFLV, das wie bereits erwähnt, eine vielseitige Symptomatik zeigt, kann an den meisten infizierten Rebstöcken nur in Einzelfällen eindeutig identifiziert werden. Dies liegt unter anderem daran, daß das Virus auch lange Zeit latent in der Pflanze vorkommt. In der vorliegenden Arbeit sollte deshalb untersucht werden, anhand welcher Symptome sich am ehesten eine Infektion mit dem GFLV abschätzen läßt. Aufgrund des Vergleiches der visuellen Bonitur mit dem Virusnachweis über ELISA läßt sich feststellen, daß die visuelle Bonitur nicht alleine ausreicht, um präzise Prognosen über die Verbreitung des GFLV in einer Rebfläche zu treffen. Die Ergebnisse bestätigen aber, daß das beobachtete Symptom der Panaschüre als ein eindeutiges Anzeichen für das GFLV angesehen werden kann. Das Symptom der so genannten Petersilienblättrigkeit, also die scharfe untypische Zahnung des Blattrandes, kann ebenfalls als Hinweis auf eine Erkrankung mit dem GFLV dienen. Dieses Symptom muß aber als weniger eindeutig eingestuft werden, als die auf den Blättern sichtbare Panaschüre. Die in diesen Fällen beobachtete scharfe Zahnung des Blattrandes scheint also auf eine weitere Erkrankung des Stockes hinzuweisen. Um präzisere Aussagen über den Zusammenhang zwischen visueller Bonitur und tatsächliche Erkrankung machen zu können, wären erneute Bonituren dieser Fläche in den Folgejahren erforderlich.

Anhand der in 3.6 dargestellten Ergebnisse für die untersuchte Rebfläche ist ersichtlich, daß die erkrankten Stöcke nicht herdförmig auftreten, wie man es bei einer Virusausbreitung durch Nematoden erwarten würde. Die virösen Rebstöcke treten zufällig verteilt auf der gesamten Fläche auf, was zu der Annahme führt, daß das GFLV in dieser Fläche aus verseuchtem Rebpflanzgut stammt. Die Tatsache, daß der Weinberg vor der Änderung der Rebpflanzgutverordnung vom 01.04.2002 angepflanzt wurde, bekräftigt diese Vermutung.

4.6 Möglichkeiten der Bekämpfung viröser Rebstöcke mit der Anwendung von Herbiziden

Besitzt ein Winzer eine mit dem GFLV infizierte Fläche, so bleibt ihm als einzige Maßnahme die Rodung der erkrankten Stöcke. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß infiziertes Holz und Wurzeln des Altbestandes sorgfältig entfernt werden. Dies gestaltet sich in der Praxis allerdings recht schwierig. Aus diesem Grund sollte in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, ob es möglich ist, die Wurzeln von infizierten Rebstöcken mit der Anwendung eines Herbizides zu vernichten und für den Nematoden *X. index* unattraktiv zu machen. Die Applikation von Herbiziden auf viröse Rebstöcke wurde auch schon vereinzelt im Freiland praktiziert.

Aufgrund der in 3.7 dargestellten Ergebnisse, sollte jedoch auf die Ausbringung eines Herbizides im Freiland verzichtet werden, da der erhoffte Erfolg sich bereits im Gewächshaus, zumindest in der zur Verfügung stehenden Zeit, nicht bestätigen ließ. Im Freiland muß davon ausgegangen werden, daß die Wurzeln des Rebstockes wesentlich tiefer in die Erde reichen, als man das im Gewächshaus simulieren konnte. Doch bereits die nur wenige cm in die Erde reichenden Wurzeln blieben durch die Applikation des Herbizides in der Lage, neue Seitenwurzeln zu bilden. Es bleibt noch zu klären, ob und für wie lange die Wurzeln im Anschluss an den Versuch ihr Wachstum fortsetzen. Hierzu wurden sie erneut eingetopft und sollen nun in einem weiteren Projekt beobachtet werden.

Innerhalb der beiden Applikationsvarianten der Herbizide auf die Rebstöcke waren teilweise unterschiedliche Schädigungen der Wurzeln zu beobachten. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß die freie Applikation der Herbizide auf den abgesägten Stamm in jedem Fall keine geeignete Möglichkeit darstellt. Die Applikation in ein Bohrloch im Stamm wäre vorzuziehen, da hier das Loch wieder verschlossen werden und das Herbizid so nicht entweichen kann. Das auf den abgesägten Stamm aufgebrachte Herbizid verdampft sehr schnell und es kann zu Herbizidschäden an benachbarten Pflanzen führen, was auch bei den Versuchen beobachtet werden konnte. Aufgrund der hohen Abtrift der Herbiziddämpfe und der hohen Toxizität dieser Substanzen sollten diese nicht für eine solche Anwendung genutzt werden.

Die Ergebnisse zeigen, daß eine Anwendung der Herbizide im Frühjahr kurz nach dem Austrieb in der Wachstumsphase nicht den gewünschten Erfolg der Wurzeleliminierung erbrachte. Da gegen Ende der Vegetationsperiode die Stoffflüsse in der Pflanze verändert sind, könnte dieser Zeitpunkt eine verbesserte Wirkung der Herbizide mit sich bringen. In einem weiterführenden Projekt sollte daher die Veränderung des Applikationszeitpunktes im Herbst untersucht werden.

Neben dem andauernden Wachstum der Wurzeln nach der Applikation der Herbizide wurde außerdem beobachtet, daß die Saugtätigkeit der Nematoden

nur bei einem von drei Herbiziden unterbunden war. Bei der Applikation von Garlon 4 in ein Bohrloch im Stamm wurde keine Saugtätigkeit an den Wurzeln registriert. Allerdings ist die Beobachtung oder gar eine Quantifizierung der Saugereignisse der Nematoden sehr schwierig. Die Nematoden stellten ihre Saugtätigkeit ein, sobald die Proben unter dem Mikroskop betrachtet und belichtet wurden. Oftmals wurde auch das Stilett sofort aus den Zellen herausgezogen. Aus diesem Grund war dann keine Kontraktion des Bulbus, die ein Saugen anzeigt, zu beobachten. Die Ergebnisse sollten daher in weiteren Versuchen überprüft und verfestigt werden. Aufgrund der Tatsache, daß schon ein einziges Saugereignis eines Nematoden von 5-15 min ausreicht, um den Virus an virösem Pflanzenmaterial aufzunehmen (DAS et RASKI, 1968), wird die Entfernung von infizierten Wurzeln durch die Applikation von Herbiziden in Frage gestellt. Bei der Herbizidbehandlung kann nicht ausgeschlossen werden, daß viröse Wurzeln überleben, an denen sich die Nematoden infizieren können.

Neuesten Untersuchungen von DEMANGEAT et al. (2005) zufolge, kann *X. index* in einem Weinberg mindestens 4 Jahre ohne potentielle Nahrungsquelle im Boden überleben. Außerdem konnten sie zeigen, daß adulte und juvenile Tiere im letzten Larvenstadium (J 4) selbst nach 4 Jahre noch virös waren und das GFLV übertragen können. Aus diesen Gründen kann bei einer vorherrschenden Nematodenpopulation in einer mit GFLV befallenen Rebfläche auf die empfohlene Langzeitbrache von mindestens 5 Jahren nach der Rodung nicht verzichtet werden.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit muß zum momentanen Zeitpunkt von der Herbizidapplikation zur Abtötung viröser Rebstöcke im Freiland vor der Rodung der Pflanzen abgeraten werden. Die Risiken für Umwelt und Anwender übersteigen deutlich den effektiven Nutzen. Im Moment gibt es also außer Langzeitbrache kein geeignetes Mittel den Virus und seinen Vektor zu bekämpfen. Da die ausgedehnte Langzeitbrache aus ökonomischen Gründen kaum durchführbar ist und somit keine zufrieden stellende Alternative zu den verbotenen Nematiziden darstellt, müssen neue Strategien zur Bekämpfung des GFLV und seines Vektors *X. index* gefunden werden. Die Zukunft liegt hier in der Entwicklung oder Züchtung von resistenten Pflanzen gegen das Virus und seinen Vektor.

5 Literatur

ANDRET-LINK, P.; (2004):

Grapevine fanleaf virus: still a major threat to the grapevine industry. – J. Plant Pathol. **86**: 183 - 195.

- ADAM, A.; et al. (1989):
Consequence of O₂⁻ generation during a bacterially induced hypersensitive reaction in tobacco: Deterioration of membrane lipids. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* **34**: 13 - 26
- AUMANN, J. (1997):
Monoxenic culture of *Xiphinema index* (Nematoda: Longidoridae) on *Ficus carica*. – *Nematol. mediterr.* **25**: 209 - 211.
- BACK, M. A.; HAYDOCK, P. P. J.; JENKINSON, P. (2002):
Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. – *Plant Pathology* **51**: 683 - 697.
- BARGMANN, C. I.; HORVITZ, H. R. (1991):
Chemosensory neurons with overlapping functions direct chemotaxis to multiple chemicals in *C. elegans*. – *Neuron* **7**: 729 - 742.
- BLEYER, G.; FOX, R. (1995):
Auswirkungen von unterschiedlichen Rigoltiefen und Brachenutzungen auf die Populationsdichte des Nematoden *Xiphinema index*. – *Deutsches Weinbau-Jahrbuch* **46**: 101 - 107.
- BRENDEL, G. (1988):
Einsatz der *in-vitro*-Kultur bei *Vitis* zur Erzeugung von virusfreiem Pflanzgut. – (Dissertation, Univ. Hohenheim).
- BROWN, D. J. F.; COIRO, M. I. (1985):
The reproductive capacity and longevity of *Xiphinema index* (Nematoda: Dorylaimida) from three populations on selected host plants. – *Revue Nématol.* **8**: 171 - 173.
- CLARK, M. F.; ADAMS, A. N. (1977):
Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. – *J. Gen. Virol.* **34**: 475 - 483.
- COOMANS, A. (1996):
Phylogeny of the Longidoridae. – *Russ J. Nematol.* **4**: 51 - 59.
- COIRO, M.; et al. (1990):
Resistance of grapevine rootstocks to *Xiphinema index*. – *Nematol. mediterr.* **18**: 119 - 121.
- DAS, S.; RASKI, D. J. (1968):
Vector-efficiency of *Xiphinema index* in the transmission of Grapevine Fan-leaf Virus. – *Nematologica* **14**: 55 - 62.

- DEMANGEAT, G.; et al. (2005):
Survival of *Xiphinema index* in vineyard soil and retention of *Grapevine fanleaf virus* over extended time in the absence of host plants. – *Phytopathology* **95**: 1151 - 1156.
- FLEGG, J. J. M. (1967):
Extraction of *Xiphinema* and *Longidorus* species from soil by a modification of Cobb's decanting and sieving technique. – *Ann. Appl. Biol.* **60**: 429 - 437.
- HELDT, H. W. (1996):
Pflanzenbiochemie. – Heidelberg; Berlin.
- HEWITT, W. B.; RASKI, D. J.; GOHEEN, A. C. (1958):
Nematode vector of soil-borne virus of grapevines. – *Phytopathology* **48**: 586 - 595.
- HILLEBRAND, W.; LOTT, H.; PFAFF, F. (1998):
Taschenbuch der Rebsorten. (12. Auflage). – Mainz.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. L. (1938):
The water-culture method for growing plants without soil. – Univ. Calif., Coll. Agri., Agri. Exp. Station, Berkely, Calif., Circular **347**: 39 ff.
- HÖBAUS, E.; NIEDER, G. (1992):
Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Weinbau. (2. Auflage). – Wien (A).
- HÜCKELHOVEN, R.; KOGEL, K. H. (1998):
Tissue-specific superoxide generation at interaction sites in resistant and susceptible near-isogenic barley lines attacked by the powdery mildew fungus (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). – *Mol. Plant-Microbe Interact.* **11**: 292 - 300.
- IPACH, U.; KLING, L. (2002):
Anfälligkeit von *Cinerea*-Kreuzungen gegenüber dem Grapevine Fanleaf Virus. – *Deutsches Weinbau-Jahrbuch* **53**: 191 - 196.
- KNOP, W. (1860):
Über die Ernährung der Pflanzen durch wässrige Lösungen unter Ausschluss des Bodens. – *Landwirtsch. Versuchsstat.* **2**: 65 - 99, 270 - 293.
- MAURYA, S.; et al. (2005):
Secondary metabolites of chickpea (*Cicer arietinum*) and their role in pathogenesis after infection by *Sclerotium rolfsii*. – *J. Plant Disease and Protection* **112**: 118 - 123.

- MOHR, H. D. (2005):
Farbatlas Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge an der Weinrebe. – Stuttgart.
- O'HALLORAN, D. M.; BURNELL, A. M. (2003):
An investigation of chemotaxis in the insect parasitic nematode *Heterorhabditis bacteriophora*. – Parasitology **127**: 375 - 385.
- PROT, J. C. (1980):
Migration of plant-parasitic nematodes towards plant roots. – Revue Nématol. **3**: 305 - 318.
- RASKI, D.J.; MAGGENTI, A. R.; JONES, N. O. (1973):
Location of Grapevine Fanleaf and Yellow Mosaic virus particles in *Xiphinema index*. – J. Nematol. **5**: 208 - 211.
- RASKI, D. J.; et al. (1983):
Strategies against Grapevine Fanleaf virus and its nematode vector. – Plant Dis. **67**: 335 - 339.
- RASMANN, S.; et al. (2005):
Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. – Nature **434**: 732 - 737.
- RITZENTHALER, C.; et al. (1995):
Grapevine Fanleaf Nepovirus P38 putative movement protein is located on tubules *in vivo*. – Mol. Plant-Microbe Interact. **8**: 379 - 387.
- RITZENTHALER, C.; et al. (2002):
Grapevine Fanleaf Virus replication occurs on endoplasmatic reticulum-derived membranes. – J. Virol. **76**: 8808 - 8819.
- RÜDEL, M. (1985):
Grapevine damage induced by particular virus-vector combinations. – Phytopath. medit. **24**: 183 - 185.
- RÜDEL, M. (1987):
Bekämpfung von Rebvirosen: notwendig und durchführbar? – Rebe und Wein **40**: 344 - 346.
- SACHS, L. (1984):
Angewandte Statistik. (6. Auflage). – Berlin.
- SCHAAF, C. (2000):
Untersuchungen zur Wirkung von Pflanzeninhaltsstoffen und Feindpflanzen auf die phytoparasitären Nematoden *Xiphinema index* THORNE & ALLEN 1950 und *Meloidogyne incognita* (KOFROID & WHITE 1919) CHITWOOD 1949. – Stuttgart.

- SCHOPFER, P.; BRENNICKE, A. (2006):
Pflanzenphysiologie. (6. Auflage). – Heidelberg; Berlin.
- SOPP, E.; RÜHL, E. H.; HOLST, H. (1998):
Resistance of rootstocks to the virus transmitting nematode *Xiphinema index*.
– Viticult. Enol. Sci. **53**: 3 - 6.
- STAUDT, G.; WEISCHER, B. (1992):
Resistance to transmission of grapevine fanleaf virus by *Xiphinema index* in
Vitis rotundifolia and *Vitis munsoniana*. – Vitic. Enol. Sci. **47**: 56 - 61.
- STEINER, G. (1925):
The problem of host selection and host specialization of certain plant-infes-
ting nemas and its application in the study of nemec pests. – Phytopathology
15: 499 - 534.
- TASIN, M.; et al. (2005):
Antennal and behavioural responses of grapevine moth *Lobesia botrana*
females to volatiles from grapevine. – J. Chem. Ecol. **31**: 77 - 87.
- TAYLOR, C. E.; BROWN, D. J. F. (1997):
Nematode vectors of plant viruses. – Cambridge (GB).
- TAYLOR, C. E.; RASKI, D. J. (1964):
On the transmission of grape fanleaf by *Xiphinema index*. – Nematologica
10: 489 - 495.
- THOMAS, P.; SCHIEFELBEIN, J. W. (2002):
Improved method for purification of RNA from stem tissue of grapevine and
its use in mRNA profiling. – Am. J. Enol. Vitic. **53**: 231 - 234.
- THORNE, G.; ALLEN, M. W. (1950):
Paratylenchus hamatus n. sp. and *Xiphinema index* n. sp. two new nemato-
des associated with fig roots, with a note on *Paratylenchus anceps* COBB. –
Proceedings of the helminthological Society of Washington **17**: 27 - 35.
- TRUIJILLO, M.; KOGEL, K. H.; HÜCKELHOVEN, R. (2004):
Superoxide and hydrogen peroxide play different roles in the nonhost inter-
action of barley and wheat with inappropriate formae speciales of *Blumeria*
graminis. – Mol. Plant-Microbe Interact. **17**: 304 - 312.
- UNGER, S. (2001):
Untersuchungen zur Wirt-Parasit-Wechselwirkung zwischen dem Erreger des
Falschen Mehltaus (*Plasmopara viticola*) und verschiedenen Vitaceen. –
(Unveröff. Dipl.-Arbeit, Univ. Freiburg).

VOGT, E.; SCHRUF, G. (2000):
Weinbau. (8. Auflage). – Stuttgart.

WEISCHER, B.; WYSS, U. (1976):
Feeding behaviour and pathogenicity of *Xiphinema index* on Grapevine roots. – *Nematologica* **22**: 319 - 325.

WYSS, U. (1978):
Root and cell response to feeding by *Xiphinema index*. – *Nematologica* **24**: 159 - 166.

WYSS, U. (1999):
Maintenance of human, animal, and plant pathogen vectors. – *Enfield (USA)*.

WYSS, U.; LEHMANN, H.; JANK-LADWIG, R. (1980):
Ultrastructure of modified root-tip cells in *Ficus carica*, induced by the ectoparasitic nematode *Xiphinema index*. – *J. Cell Sci.* **41**: 193 - 208.

WYSS, U.; ROBERTSON, W. M.; TRUDGILL, D. L. (1988):
Oesophageal bulb function of *Xiphinema index* and associated root cell responses, assessed by video-enhanced contrast light microscopy. – *Revue Nématol.* **11**: 253 -261.

ZHAO, X.; SCHMITT, M.; HAWES, M. C. (2000):
Species-dependent effects of border cell and root tip exudates on nematode behaviour. – *Phytopathology* **90**: 1239 - 1245.

Anschrift der Verfasserin:

Dipl.-Biol. Karolin Nickel
Langgasse 44
D-97334 Nordheim am Main

**Bemerkungen zur Tagfalterfauna
(Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) des
Naturschutzgebietes „Trockenhänge bei Unsleben“
(Landkreis Rhön-Grabfeld)
unter besonderer Berücksichtigung des
Segelfalters (*Iphiclides podalirius* L.)**

JOACHIM G. RAFTOPOULOU

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die Tagfalterfauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) des Naturschutzgebietes „Trockenhänge bei Unsleben“ im Landkreis Rhön-Grabfeld untersucht.

Insgesamt konnten bei den Kartierungen von 1994 bis 2003 durch den Autor 61 Arten von Tagfaltern nachgewiesen werden. Davon finden sich 31 Arten auf der Roten Liste der gefährdeten Tiere Bayerns, 33 Arten stehen auf der Roten Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands.

Hinweise für Landschaftspflegemaßnahmen im Naturschutzgebiet ergänzen die ökologischen Angaben zur Tagfalterfauna. Zudem wird die Entwicklung der Tagfalterpopulationen, insbesondere vom Segelfalter, im Untersuchungsgebiet analysiert.

Summary

The study in hand deals with the butterfly fauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) in the nature reserve called “Trockenhänge bei Unsleben“ (rural district of Rhön-Grabfeld, Bavaria).

Altogether 61 butterfly species were mapped between 1994 and 2003. 31 species of these day-flying Lepidoptera are listed in the Bavarian Red Data Book of Endangered Animals, 33 species are found in the German Red Data Book of Endangered Animals. In addition to ecological data on butterflies, some advice concerning landscape management in the nature reserve is given. Moreover, population dynamics of these butterflies in the research area were analysed.

1 Untersuchungsgebiet

Das Naturschutzgebiet „Trockenhänge bei Unsleben“ (ausgewiesen per Verordnung der Regierung von Unterfranken vom 20.04.1988) liegt in der Gemarkung Unsleben, Landkreis Rhön-Grabfeld, rund 500 Meter östlich der Gemeinde Unsleben.

Es umfaßt in der Hauptsache zwei parallel, von West nach Ost verlaufende Hangzüge mit Südexposition zwischen 250 und 335 Meter ü. NN und verfügt über eine Fläche von 40,9 Hektar. Die Hangbereiche weisen im westlichen Bereich einen dominant offenen Charakter auf, während sie nach Osten hin von einem steigenden Verbuschungsgrad und einer geringeren Hangneigung geprägt werden.

Das Untersuchungsgebiet (UG) liegt im nördlichen Grabfeldgau, welcher wiederum als Teil der naturräumlichen Einheit der Mainfränkischen Platten angesehen wird (MENSCHING et WAGNER, 1963).

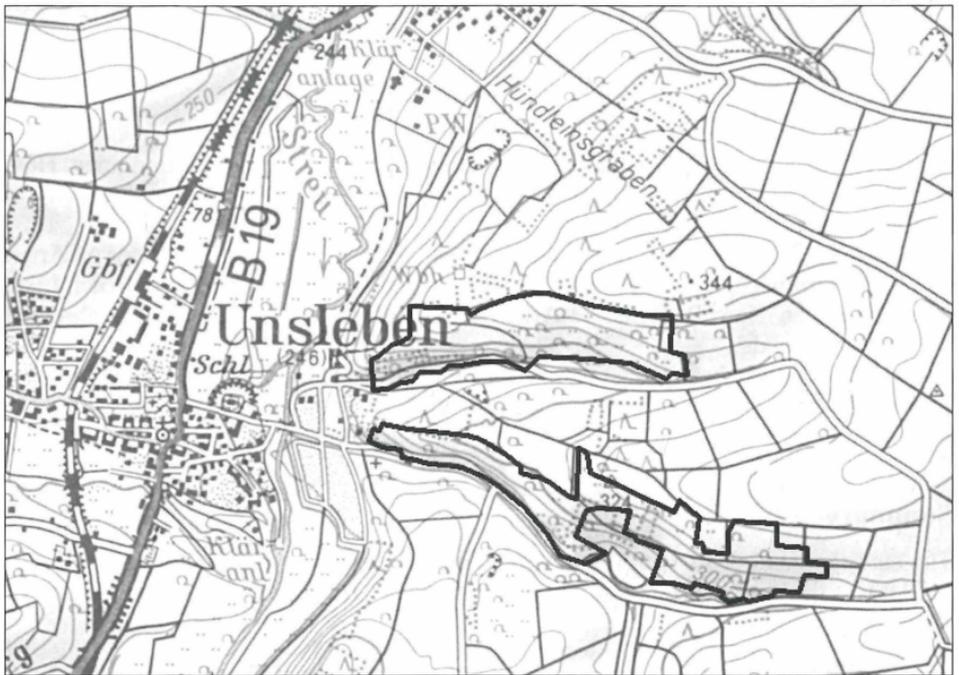


Abb. 1: Das NSG „Trockenhänge bei Unsleben“ (Schutzgebietsgrenze: schwarze Linie). Leicht veränderter Ausschnitt. Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25.000, © Bayer.Vermessungsverwaltung, Nr. 537/ 10.

Bei insgesamt abnehmender Reliefenergie von West nach Ost fallen im Steilhangbereich die Terebratel- und Schaumkalkbände des Unteren Muschelkalks auf. Es folgen die Orbicularismergel, auf welchen die flachgründigen Äcker im nördlichen Bereich des UG liegen.

Im Osten steht der Obere Muschelkalk teils in Form gebankter Kalke, teils als Mergelkalk an (GAHNZ, SCHMIDT et WEBER, 1993).

Während im Bereich tiefgründig verwitterter Schichten Parabraunerden und Braunerden vorherrschen, so finden sich im NSG meist Rendzinen und Rohboden-Phasen.

Da der Grabfeldgau im Regenschatten der Rhön liegt und aufgrund seiner Beckenform beträgt die mittlere Jahresniederschlagssumme nur 546 Millimeter. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8 °C (Januar: -1 °C; Juli: 17,0 °C), was einem relativ kontinental getönten, trocken-sommerwarmen Klima entspricht (BANDORF et LAUBENDER, 1982).

2 Biotoptypen und Vegetationseinheiten

Auf den Felsbändern und Lesesteinriegeln finden sich rudimentär bis dominant ausgeprägte Einheiten aus der Ordnung der Sedo-Scleranthetalia (Felsgrus- und Felsband-Gesellschaften), wobei insbesondere die Assoziation des *Teucrio botryos-Melicetum ciliatae* (Traubengamander-Wimpernperlgras-Flur) genannt sein soll.

Der Großteil des UG wird von lückig bis sehr gut ausgebildeten Magerrasen bedeckt:

Assoziation *Gentiano-Koelerietum* (Enzian-Schillergras-Magerrasen), Ordnung *Brometalia erecti*, Klasse *Festuco-Brometea* (Trocken- und Halbtrockenrasen).

Teilweise sind diese Bereiche in Verbuschung und Versaumung (v.a. mit *Coronilla varia*, *Aster amellus*, *Bupleurum falcatum*) begriffen.

Auffällig sind die von *Corylus avellana* geprägten Vorwaldstrukturen des Carpinions (Eichen-Hainbuchen-Wälder) und die in sämtlichen Teilen des UG anzutreffenden thermophilen Hecken und Gebüsche des Berberidions (Assoz. *Rhamno-Cornetum sanguinei*).

In den ehemals als Streuobstwiese oder Garten genutzten Bereichen des NSG finden sich teilweise noch Kulturgehölze (Beerensträucher, Apfel- und Birnbäume, Walnuß).

Die Kiefernforste (*Pinus sylvestris*, *P. nigra*) sind anthropogenen Ursprungs und belegen die benachbarten Magerrasen sehr dicht mit invasivem Kiefernflug.

Auf den beiden Teilhängen existieren mehrere Äcker und Ackerbrachen. Vegetationskundlich sind hier besonders die thermophilen Distelgesellschaften des Verbandes Onopordion acanthii und die bemerkenswerte Adonisröschen-Gesellschaft (Assoz. Caucalido-Adonidetum flammeae, Verb. Caucalidion lappulae) mit *Adonis aestivalis* (seit 1995 dort stetig im Bestand abnehmend) und *A. flammea* (zuletzt 2001 mit zehn Exemplaren im UG registriert).

In den Puffer- und Randbereichen zu den landwirtschaftlichen Flächen und Wegen finden sich relativ nährstoffreiche Bereiche, die teilweise kleinräumig bis mittelstark ausgeprägte Fettwiesen-Systeme (Verb. Arrhenatherion elatioris) aufweisen.

Zusammenfassend lassen sich im UG vor allem Felsbänder, Lesesteinriegel, Kalkäcker, Halbtrockenrasen, Trockenrasen und Felsrasen, Gebüsche, Hecken, Vorwaldstadien, Kiefernforste und Säume inventarisieren.

Im Laufe der Jahre 1994 bis 1996 und 1998 bis 2001 konnten im UG insgesamt 337 Arten von Cormophyten kartiert werden (RAFTOPOULOU, 2002/03).

3 Tagfalterfauna

3.1 Erfassung und Methodik

Zur Inventarisierung der Tagfalterfauna des UG wurden zahlreiche eigene Exkursionsprotokolle der Jahre 1994 bis 2003 sowie literative Daten ausgewertet. Die in GAHNZ, SCHMIDT et WEBER (1993) attestierten Tagfalterarten konnten erwartungsgemäß nicht alle im UG gefunden werden. Die meisten Arten wurden während dieser Zeit im Gelände verifiziert und teilweise quantifiziert (THOMAS, 1983 a; POLLARD et YATES, 1993).

Die Tagfalter wurden während zahlreicher Geländebegehungen nach der Transektmethode (POLLARD et LAKHANI, 1985; ZONNEVELD, 1991; USHER et ERZ, 1994) und im Rahmen gezielter Nachsuche im genannten Zeitraum durch die üblichen Methoden der Sichtbeobachtung, oftmals unterstützt durch Kescherfang, in der Regel nach äußeren Merkmalen (habituell) determiniert. Genitalmorphologische Untersuchungen bei Problemarten wurden durch Herrn Dr. Schöner durchgeführt.

Nach Eiern, Raupen und Puppen wurde nur in bestimmten Fällen (zum Beispiel zur Untersuchung der Segelfalter-Population) gesucht, vielmehr wurden diese Daten kursorisch erhoben.

Insgesamt erwiesen sich die Begehungen im Bereich der Plateaus und im westlichen Abschnitt der beiden Teilbereiche des UG einfacher in der Durchführung, als die Untersuchungen in den jeweils östlichsten Bereichen, welche durch den hohen Sukzessionsgrad deutlich unübersichtlicher und teilwei-

se weniger gut zugänglich waren. Aufgrund der zahlreichen Exkursionstage konnte dies jedoch ausgeglichen werden.

3.2 Artenliste mit Rote-Liste-Status

Es folgt in Tabelle 1 die Liste der im UG von 1994 bis 2003 aufgefundenen Tagfalter-Arten incl. Angaben zum Rote-Liste-Status.

Insgesamt konnten 61 Arten im genannten Zeitraum im Gelände aufgefunden werden, wobei 31 Arten in der Roten Liste Bayern (BOLZ et GEYER, 2003) und 33 Arten in der Roten Liste Deutschland (JEDICKE, 1997) zu finden sind.

Insgesamt 26 Arten gelten als landkreisbedeutsame Tierarten (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995).

Folgende Arten, die GAHNZ, SCHMIDT et WEBER (1993) festgestellt hatten, konnten bei den Untersuchungen des Autors zwischen 1994 und 2003 innerhalb der Schutzgebietsgrenzen nicht attestiert werden: *Lycaena tityrus* (Brauner Feuerfalter), *Pararge aegeria* (Waldbrettspiel), *Pyrgus carthami* (Steppenheide-Würfel-Dickkopffalter). Es war davon auszugehen, daß nicht alle Arten bestätigt werden können und dafür eventuell neue Arten (hier: *Melitaea didyma*) attestiert werden. Dies kann am natürlichen Arten-Turnover, bedingt durch stete Änderungen der Umweltbedingungen im Lebensraum der Tagfalter, aber auch an methodischen Unterschieden oder zufälligen Ereignissen liegen. Die festgestellte Gesamtartenzahl blieb ungefähr gleich – GAHNZ, SCHMIDT et WEBER (1993) stellten 62 Tagfalter-Arten im UG fest.

Zu den nicht mehr aufgefundenen Arten können folgende Feststellungen getroffen werden:

Pararge aegeria wurde regelmäßig außerhalb der Schutzgebietsgrenzen angetroffen, kommt sicherlich im UG vor, konnte jedoch kurioserweise dort nie angetroffen werden. Sämtliche Nachweise wurden am Rand von Gehölzbereichen und auf Säumen im Umgriff des Waldes gemacht.

Lycaena tityrus (RLB: 3) wurde nur insgesamt neunzehnmal außerhalb des UG im Bereich des Talweges (Saum) und auf einer Ackerbrache im Osten des Schutzgebietes beobachtet.

Auf den untersuchten Ackerbrachen im Umgriff des Naturschutzgebietes waren genügend *Rumex*-Arten als Raupenfutter vorhanden, ebenso im Grenzbereich des UG. Daher ist davon auszugehen, daß die Art sich auch innerhalb des UG aufhält oder entwickelt. *Pyrgus carthami* (RLB: 2; RLD: 2) konnte trotz intensiver Suche im UG nicht mehr nachgewiesen werden. Laut Fundortkartei des Arten- und Biotopschutzprogrammes Bayern (STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995) konnte die Art für den Landkreis Rhön-Grabfeld nur für den Bereich des UG nachgewiesen werden. Die

xerothermen Magerrasenstrukturen mit einem hohen Anteil vegetationsfreien Bodens bzw. mit viel Kalksteinmaterial und die für die Larvalentwicklung benötigten niedrigen *Potentilla*-Arten sind im UG im Bereich des Plateaus und der Hangkante vorhanden.

Ein Übersehen der Art kann daher nicht ausgeschlossen werden.

Neu auf die Artenliste des Naturschutzgebietes kann *Melitaea didyma* (RLB: 3; RLD: 2) gesetzt werden. Sie gilt als im Grabfeld verschollen und wurde von KUDRNA (1993) mit zwei Fundorten lediglich für Burglauer im Landkreis Rhön-Grabfeld angegeben (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995).

Interessant ist das Auffinden von zwei Exemplaren der Art *Melitaea britomartis* (Östlicher Scheckenfalter) in unmittelbarer Nähe des UG auf einem blütenreichen Saum neben dem Fahrweg zwischen den beiden Teilgebieten des Naturschutzgebietes im Jahre 2002. Dieser Fund legt nahe, daß die Art auch im UG unentdeckt überdauert hat, da sich dort geeignete Habitats finden. Leider brachte eine entsprechende intensive Suche im UG kein Ergebnis. Für den Landkreis Rhön-Grabfeld werden nur wenige Fundorte angegeben: Unsleben (!), östliche Rhön (Oberelsbach und Ostheim v. d. Rhön), Eyershausen (1982) und Sambachshof (1974). Eine weitere Suche nach dem Falter im UG könnte sich also lohnen.

Tab. 1: Attestierte Tagfalterarten des NSG „Trockenhänge bei Unsleben“ (Lkr. Rhön-Grabfeld).

Abkürzungen: RLB = Rote Liste Bayern; RLD = Rote Liste Deutschland;

LBA = Landkreisbedeutsame Art;

Kategorien der Roten Listen: 0 = ausgestorben oder verschollen; 1 = vom Aussterben bedroht; 2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet; R = extrem seltene Arten und Arten mit geographischen Restriktionen; V = zurückgehend, Art der Vorwarnliste; D = Daten defizitär.

NR.	ART	RLB	RLD	LBA
01	<i>Anthocaris cardamines</i>			
02	<i>Apatura iris</i>	V	V	X
03	<i>Aphantopus hyperantus</i>			
04	<i>Araschnia levana</i>			
05	<i>Argynnis adippe</i>	V	3	X
06	<i>Argynnis paphia</i>			
07	<i>Boloria dia</i>	3	3	X
08	<i>Callophrys rubi</i>	V	V	
09	<i>Carterocephalus palaemon</i>		V	
10	<i>Celastrina argiolus</i>			

NR.	ART	RLB	RLD	LBA
11	<i>Coenonympha arcania</i>	V	V	
12	<i>Coenonympha glycerion</i>	V	3	X
13	<i>Coenonympha pamphilus</i>			
14	<i>Colias alfacariensis</i>	V	V	X
15	<i>Colias hyale</i>		X	
16	<i>Cupido minimus</i>	V	V	X
17	<i>Erebia aethiops</i>	V	3	X
18	<i>Erebia medusa</i>	V	V	
19	<i>Erynnis tages</i>	V	V	
20	<i>Glaucopsyche arion</i>	3	2	X
21	<i>Gonepteryx rhamni</i>			
22	<i>Hamearis lucina</i>	3	3	X
23	<i>Hesperia comma</i>	3	3	
24	<i>Iphiclides podalirius</i>	2	2	X
25	<i>Issoria lathonia</i>			
26	<i>Leptidaea sinapis</i>	D	V	
27	<i>Limenitis camilla</i>	V	3	X
28	<i>Lycaena phlaeas</i>			
29	<i>Maniola jurtina</i>			
30	<i>Melanargia galathea</i>			
31	<i>Melitaea aurelia</i>	2	3	X
32	<i>Melitaea didyma</i>	3	2	X
33	<i>Neozephyrus quercus</i>			X
34	<i>Nymphalis c-album</i>			
35	<i>Nymphalis io</i>			
36	<i>Nymphalis urticae</i>			
37	<i>Ochlodes sylvanus</i>			
38	<i>Papilio machaon</i>		V	X
39	<i>Pieris brassicae</i>			
40	<i>Pieris napi</i>			
41	<i>Pieris rapae</i>			
42	<i>Plebeius argus</i>	V	3	X
43	<i>Polyommatus agestis</i>	3	V	X
44	<i>Polyommatus amandus</i>			
45	<i>Polyommatus bellargus</i>	3	3	X
46	<i>Polyommatus coridon</i>	V		
47	<i>Polyommatus damon</i>	1	1	X
48	<i>Polyommatus icarus</i>			
49	<i>Polyommatus semiargus</i>	V	V	
50	<i>Polyommatus thersites</i>	2	3	X
51	<i>Pyrgus malvae</i>		V	

NR.	ART	RLB	RLD	LBA
52	<i>Satyrium acaciae</i>	2	2	X
53	<i>Satyrium pruni</i>	V	V	X
54	<i>Satyrium spini</i>	3	3	X
55	<i>Spialia sertorioris</i>	3	V	X
56	<i>Thecla betulae</i>			
57	<i>Thymelicus acteon</i>	3	3	X
58	<i>Thymelicus lineola</i>			
59	<i>Thymelicus sylvestris</i>			
60	<i>Vanessa atalanta</i>			
61	<i>Vanessa cardui</i>			

3.3 Kommentierte Artenliste der gefährdeten Tagfalter (mit Pflegehinweisen)

Aufgrund der außerordentlich guten Datenlage eines Zeitraumes von zehn Jahren wurde im Ergebnisteil der kommentierten Artenliste der gefährdeten Tagfalterarten (Rote-Liste-Arten) eine Aussage zur tendenziellen Populationsentwicklung aufgrund der attestierten Abundanzwerte im UG versucht (OWEN, 1975; POLLARD, 1979 und 1982). Gleichwohl sind auch die vorliegenden Untersuchungen letztlich nur als Momentaufnahme innerhalb eines dynamischen Wechselgefüges zu verstehen.

Abkürzungen: RLB = Rote Liste Bayern; RLD = Rote Liste Deutschland. Erklärung der Kategorien siehe Tab. 1.

Apatura iris (Großer Schillerfalter)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Waldmäntel, Lichtungen und eher etwas kühlere Standorte mit *Salix* spp. (Raupenfutterpflanzen) sind für diese Art von Bedeutung. Bei der für die Populationsentwicklung wichtigen Pflege der Weidenbüsche im UG muß berücksichtigt werden, daß die Spezies nicht die wärmebegünstigten Bereiche präferiert. Ungeteerte Wege zur Mineralienaufnahme sind ebenfalls wichtig (und auch für andere Schmetterlingsarten wünschenswert).

Im Landkreis Rhön-Grabfeld sind nur etwa zehn Fundorte bekannt. Die Populationsentwicklung im UG ist tendenziell gleichbleibend, wobei aufgrund von Entbuschungsmaßnahmen, die leider auch Weidenbüsche betrafen, in einigen Jahren ein Rückgang der Individuenzahl beobachtet werden konnte.

Argynnis adippe (Feuriger Perlmutterfalter)

Gefährdung: RLB: V; RLD: 3.

Als Larvalhabitat werden Säume mit reichem Veilchenbestand (*Viola canina*, *V. hirta*) in versauften Halbtrockenrasen oder Waldrandzonen bevorzugt. Als Imaginalhabitat fungieren Magerrasen und thermophile Säume sowie Wald-

lichtungen, weshalb zum Erhalt der Art im UG eine Pflege dieser Habitatstrukturen in kleinräumiger Mosaikform angestrebt werden sollte. Die Art konnte regelmäßig, in teilweise sogar bemerkenswerter Individuenzahl angetroffen werden. Die Tendenz im Beobachtungszeitraum ist gleichbleibend.

Boloria dia (Magerrasen-Perlmutterfalter)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 3.

Als Fraßpflanzen dienen Viola-Arten, die an Waldsäumen wachsen, wobei die Art auch in unbeschattete Bereiche vordringt – bis in den Trockenrasen hinein. Eine Tatsache, die im UG besonders auffällig war. Gestaffelte, naturnahe Waldrandgesellschaften sind bedeutend für die Entwicklung der Raupen. Im UG wurde die Art regelmäßig, aber nur vereinzelt angetroffen, wobei im Jahr 2000 ein Tiefpunkt zu verzeichnen war, die Populationstendenz insgesamt kann aber als konstant bezeichnet werden.



Abb. 2: *Boloria dia* (Foto: W. Wagner)

Callophrys rubi (Grüner Zipfelfalter)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Die Art präferiert magere Offenlandbiotope wie Sand- und Kalkmagerrasen, Heiden sowie Hochmoore als Lebensraum. Aber auch Waldlichtungen, magere Waldrandgesellschaften und Ruderalflächen werden besiedelt. Die polyphage Raupe entwickelt sich an Heidekraut- und Schmetterlingsblütengewächsen (im UG sind dies vor allem *Genista tinctoria*, *Lotus corniculatus*,

Medicago spp.). Das Verbuschen von Magerrasen durch Nutzungsaufgabe und das Zerstören von Waldrandstrukturen gefährden die Art bundesweit. Im UG sollte durch geeignete Pflegemaßnahmen unter Förderung blütenreicher Magerrasensäume und artenreicher Waldmäntel (beides wichtige Nektarhabitate der Spezies) ein Populationsrückgang gestoppt werden können. Die Populationsstendenz im UG war im Beobachtungszeitraum negativ.

Carterocephalus palaemon (Gelbwürfeliges Dickkopffalter)

Gefährdung: RLD: V.

Die Art ist stark an Waldrandstrukturen gebunden und bewohnt sowohl feuchte Wälder, als auch trockene Hänge (EBERT et RENNWALD, 1991). Diverse Süßgräser dienen der Eiablage (zum Beispiel *Brachypodium pinnatum*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Calamagrostis epigejos*, *Phleum pratense* und, wie im UG beobachtet, *P. phleoides*).

Die Art flog im UG vereinzelt im Bereich der gebüschdurchsetzten Hänge und am Waldrand auf dem Plateau im nördlichen Teilabschnitt des Naturschutzgebietes. Sie profitiert von einer extensiven und konstruktiven Waldrandpflege unter Förderung besonderer Säume. Eine positive Populationsentwicklung war nicht feststellbar.

Coenonympha arcania (Weißbindiges Wiesenvögelchen)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Diese Art Schwesternart von *C. pamphilus* bevorzugt Säume warm-trockener Lagen, Grasfluren und halbschattige Bereiche. Sie bildet eine Generation und belegt einzeln verschiedene Gras-Arten trockener Standorte (zum Beispiel *Bromus erectus* und *Brachypodium pinnatum*). Die Art kann durch eine extensive Beweidung zur Offenhaltung verbuschender Flächen im UG nachhaltig gefördert werden. Im Bereich der Saumgesellschaften in Gehölznähe trat die Art in manchen Jahren im UG gehäuft auf. Insgesamt war die Populationsgröße relativ konstant über den Beobachtungszeitraum.

Coenonympha glycerion (Rotbraunes Wiesenvögelchen)

Gefährdung: RLB: V; RLD: 3.

Das Rotbraune Wiesenvögelchen ist ein Verschiedenbiotopbewohner, der auf extensiven Kalkmagerrasen ebenso anzutreffen ist, wie auf mageren Feuchtwiesen. Regional nimmt die Art jedoch stark ab. Die Eier werden einzeln an die Fraßpflanzen (*Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Carex* spp.) gelegt. Als Saugpflanzen dienen verschiedene Arten der thermophilen Säume – im UG: *Origanum vulgare*, *Prunella grandiflora*, *Thymus pulegioides*, *Centaurea jacea*, *Knautia arvensis*. Die Offenhaltung ihres Lebensraumes durch extensive Beweidung und bei gleichzeitiger Förderung und Schonung der Saumstrukturen sichert den Erhalt der Art im UG. Von 1999 bis 2002 konnte ein deutlicher Anstieg der Populationsgröße im UG attestiert werden.

Colias alfacariensis (Hufeisenklee-Gelbling)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Die Art ist im Gelände mit *Colias hyale* zu verwechseln (REISSINGER, 1960; SEGERER, 2001). Daher wurden weitergehende Untersuchungen notwendig, um das Vorkommen der Art im UG zu verifizieren. Der Hufeisen-Gelbling tendiert zu warmen, trockenen Habitaten, insbesondere Mager- und Trockenrasen, auf denen *Hippocrepis comosa* wächst. WEIDEMANN (1995) stellt fest, daß die Raupen beider Arten völlig verschieden gezeichnet sind. Er hält *C. alfacariensis* nur dort für bodenständig, wo *Hippocrepis comosa* vorkommt; fehlt dieser, so sei lediglich *C. hyale* zu erwarten. Auch eine Genitalisierung vermag keine sichere Unterscheidungshilfe zu geben (SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ, 1991). Raupenfunde an Hufeisenklee belegen das Vorkommen der Art im UG zusätzlich. Das Vorkommen von *C. hyale* im UG scheint möglich, konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

Eine extensive Mahd und ein geringer Verbuschungsfaktor im Bereich ihrer Habitate fördert die Art – darauf sollte bei Pflegemaßnahmen im UG unbedingt geachtet werden.

Insgesamt konnte von 1996 bis 2001 ein Anstieg der Populationsgröße beobachtet werden.

Cupido minimus (Zwerg-Bläuling)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Diese kleine Bläulingsart benötigt nur wenig Fläche um sich entwickeln zu können. Bevorzugte Habitate sind trockene Kalkmagerrasen, thermophile Waldränder, Böschungen und blütenreiche Staudenfluren. Die Eiablage erfolgt gewöhnlich auf *Anthyllis vulneraria*. Mahd oder intensive Beweidung vor der Flugperiode bedrohen die Präimaginalstadien und sollten nicht vor Mitte Juli erfolgen. Beweidung zur falschen Zeit führt zu einer starken Reduktion der Population, da Eiablage und Larvalentwicklung im Bereich der Blütenköpfe stattfinden. Der Falter wurde im UG über den Untersuchungszeitraum in stetig gleichmäßiger, an manchen Stellen (vor allem im nördlichen Teilbereich des UG auf dem Plateau vor dem Gehölzzug) auch hoher Populationsdichte angetroffen.

Erebia aethiops (Graubindiger Mohrenfalter)

Gefährdung: RLB: V; RLD: 3.

Die einbrütige Art nutzt als Larvalhabitat insbesondere Mesobromion-Flächen im Waldübergangsbereich mit *Bromus erectus* oder *Brachypodium pinnatum* zur Eiablage. Obwohl die Arten sich phänologisch exkludieren, finden immer wieder Verwechslungen mit *E. medusa* statt. Im UG läßt sich die Art durch extensive Pflege von breiten Säumen und den Magerrasenbereichen fördern. Im Grabfeld gilt die Art noch als weit verbreitet. Die Populationsstärke im UG war gleichbleibend niedrig, trotz geeigneter Habitate.

Erebia medusa (Rundaugen-Mohrenfalter)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Nach WEIDEMANN (1995) ist die Art stark rückläufig. Sie bewohnt mageres Grasland im Offenlandbereich und in lichten Wäldern, wobei dieses trocken bis feucht sein kann. Typisch sind magere Brachen mit kniehoher Vegetation (SETTELE et al., 2005).

Der Rundaugen-Mohrenfalter ist einbrütig und belegt insbesondere *Bromus erectus* und *Festuca ovina* agg. mit seinen Eiern.

Im UG läßt sich die Art durch eine extensive Pflege der verbuschenden Magerrasen in Kontakt zu höherwüchsigen Säumen und Brachen fördern. Auch im UG wurde ab 1998 ein teilweise starker Rückgang der Populationsgröße (wie in anderen Gebieten auch) festgestellt.

Erynnis tages (Kronwicken-Dickkopffalter)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Die Art besiedelt Offenland auf kalkreichem Magerrasen und magere Feuchtwiesen sowie gestufte Waldränder mit blütenreichen Säumen. Sie ist partiell zweibrütig und belegt Fabaceen (insbesondere *Coronilla varia*, *Lotus corniculatus* und *Hippocrepis comosa*) auf der Blattoberseite mit ihren Eiern. Im UG wurden Eier auf *Hippocrepis comosa* gefunden.

Wichtig ist eine Offenhaltung der Magerrasen unter gleichzeitiger Schonung und Förderung blütenreicher Saumgesellschaften mit hohem Leguminosenanteil. Im UG wurde eine gleichbleibend niedrige Populationsgröße festgestellt, was daran liegen könnte, daß der Anteil von Säumen mit *Coronilla varia* und anderen Fabaceen im Untersuchungszeitraum nicht angestiegen ist.



Abb. 3: *Glaucopsyche arion* (Foto: W. Wagner)

Glaucopsyche arion (Schwarzfleckiger Ameisenbläuling)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 2.

Die auch als Thymian-Ameisenbläuling bezeichnete Art legt ihre Eier an Thymian-Arten (*Thymus* spp.) und *Origanum vulgare*. Im Herbst verlassen die Raupen ihre Fraßpflanzen, werden von Ameisen der Art *Myrmica sabuleti* in deren Nester eingetragen und leben dort räuberisch von Ameisenlarven. Die von ihnen besiedelten Habitate sind trockenwarme Kalk- und Sandmagerrasen sowie Hangflächen, insofern dort ihre Wirtsameisen leben. Insgesamt hat die Art im Nachweis von 2000 bis 2003 deutlich abgenommen, trotz geeigneter Larvalhabitate (kurzrasige thermophile Magerrasen mit offenen Bodenstellen und Thymian-Vorkommen) und Saugpflanzen im UG. Da die Wirtsameisen dieser myrmekophilen Spezies häufig empfindlicher auf Veränderungen in ihrem Habitat reagieren als die Falter, könnte auch dies ein Grund für den Rückgang des Falters sein (FIEDLER, 1991; SETTELE et al., 2005).

Ein Monitoring der Population im UG wird empfohlen.

Hamearis lucina (Schlüsselblumen-Würfelfalter)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 3.

Extensiv bewirtschaftete, magere Grünlandhabitate im Offenland und in Laubmischwäldern, blütenreiche, gut entwickelte Säume an Wegen und Wald-rändern sowie Brachland werden von der Art bevorzugt. Die Raupe lebt an Schlüsselblumen-Arten wie *Primula veris* und *P. elatior*). Die Art profitiert



Abb. 4: *Hamearis lucina* (Foto: W. Wagner)

zwar zeitlich befristet vom Bruchfallen von Magerrasen in Kontakt zu Waldflächen (meist kombiniert mit einer Zunahme von *Primula veris*, benötigt aber lichtdurchflutete, warme Waldsysteme und leidet unter dichten Waldrandzonen oder bei einem Mangel an durchholzten Flächen. Im UG wurde sie vereinzelt, aber stetig, vor allem im Bereich der Waldränder und im inneren Waldmantel sowie an älteren Liguster-Schlehen-Hecken angetroffen. Die Populationsgröße blieb im Untersuchungszeitraum konstant.

Hesperia comma (Komma-Dickkopffalter)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 3.

Die Art bevorzugt ruderale Dämme, Hänge und Magerrasensysteme. Als Raupenfutter dienen der einbrütigen Spezies fast ausschließlich Magergräser wie zum Beispiel *Festuca ovina* oder *Koeleria pyramidata*. Im UG war eine auffallende Häufung der Nektaraufnahme an *Knautia arvensis* und *Centaurea*-Arten festzustellen. Eine regelmäßige extensive Mahd oder Beweidung ist für die Art essentiell, da bereits eine geringfügige Verfilzung im Bereich des Larvalhabitats zum Verschwinden der Art führt (SETTELE et al., 2005). Im UG war die Art in einigen Jahren nur selten in wenigen Abschnitten anzutreffen (vor allem im Bereich der kurzrasigen Plateauränder), dann in anderen Jahren gehäuft auf den offenen Magerrasenflächen im Plateaubereich. Insgesamt scheint die Population gegenwärtig stabil zu sein.



Abb. 5: *Hesperia comma* (Foto: W. Wagner)



Abb. 6: *Iphiclides podalirius* (Foto: P. Seufert)

Iphiclides podalirius (Segelfalter)

Gefährdung: RLB: 2; RLD: 2.

Das Eiablageverhalten wird von WEIDEMANN (1982) und EBERT et RENNWALD (1991) beschrieben. Die Segelfalter bevorzugen extrem heiße, felsige Hänge, Blockschutthalden, xerotherme Trockenrasenstrukturen neben nacktem Fels etc. (RÄUSCHL. 2002). Im UG wurden Schlehenstrukturen am Hang über fast vegetationsfreiem Kalkschutt, in Rinnensystemen und auf dem vorderen Plateau im nördlichen Teilgebiet des Naturschutzgebietes bevorzugt. Der Falter wählt als sehr guter Flieger die jeweils höchste geeignete Landmarke (auch Baumwipfel und Gebäude) zur Partnersuche (Hilltopping). Die Eiablage erfolgt vorrangig auf Krüppelschlehen (*Prunus spinosa*) der oben genannten Extremstandorte, wobei SEUFERT (1993) und RAFTOPOULOU (1993) andernorts beobachten konnten, daß auch Krüppelschlehen in höhergrasigen Trockenrasen mit Eiern belegt werden. Folgeuntersuchungen zeigten zudem eine hohe Stetigkeit bei der Eiablage auf bestimmte Schlehenindividuen auf. Somit kann eine Population des Segelfalters im UG relativ einfach durch Freihaltung und Bewahrung markierter Krüppelschlehenexemplare gestützt werden.

Außerdem sollten in den Hangbereich des UG vordringende Waldkiefern beseitigt werden, einzelne, höhere Exemplare an der oberen Hangkante können jedoch als Rendezvous-Platz erhalten bleiben. Zudem ist es wichtig, daß dem

Segelfalter genügend geeignete Saugpflanzen im Saumbereich zur Verfügung stehen. Populationsökologische Untersuchungen zum Segelfalter und eine Kartierung der Eiablageplätze im UG müssen unbedingt Eingang in die Organisation geplanter Pflegemaßnahmen finden.

Der Falter gilt als Biotopkomplex-Bewohner mit hoher Mobilität. Nach HOVESTADT, ROESER et MÜHLENBERG (1994) benötigen 100 Paare mindestens 50 Hektar Fläche.

Aktuell ist im Landkreis Rhön-Grabfeld nur das Vorkommen im UG bekannt. Früher fand sich die Art auch am Kreuzberg und bei Bad Neustadt/Saale (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995).

Der Segelfalter wurde im UG in jedem Untersuchungsjahr aufgefunden. Die Individuenzahl schwankte in den Jahren 1993 bis 1997 wenig, ab 1998 war ein steter Populationsrückgang bis zum Ende der Untersuchungen 2003 zu verzeichnen.

Insgesamt hat der Trocken- und Felsrasenbereich auf den steil abfallenden Hangkanten mit seinen Felsbändern und dem Krüppelschlehenbewuchs eine hohe Bedeutung für die Art.

Leptidaea sinapis (Leguminosen-Weißling)

Gefährdung: RLB: D; RLD: V.

Äußerlich ist die Art annähernd mit der erst 1989 beschriebenen Art *L. reali* (Reals Schmalflügel-Weißling) identisch, eine genaue Artdiagnose ist fast nur genitalmorphologisch durch Spezialisten möglich (LORKOVIC, 1993; EMBACHER, 1996; KRISTAL et NÄSSIG, 1996; SEGERER, 2001; SETTELE et al., 2005). Aufgrund dieser Untersuchungen konnten für das UG genitaliter nur Exemplare des Leguminosen-Weißlings bestätigt werden. Beide Arten präferieren blütenreiche Saumbiotope mit hohem Leguminosen-Anteil an Weg- und Waldrändern, auf Lichtungen und nicht überdüngten Wiesen. Zudem sind sie, wie im UG, auf versaumten und verbuschenden Magerrasensystemen anzutreffen. Es liegen Berichte aus Brandenburg vor, die darauf hinweisen, daß *L. reali* die dominierende Art zu sein scheint, welche *L. sinapis* verdrängt (SETTELE et al., 2005). Auch aus diesem Grunde sollte eine größere Aufmerksamkeit im UG dem Erhalt des Leguminosen-Weißlings gelten. Dieser benötigt zur Eiablage Fabaceen (zum Beispiel *Lotus corniculatus*, *Vicia cracca*). Eine extensive Landwirtschaft fördert die Art. Die Larvalhabitate sollten durch eine Förderung der Saumbereiche bei den Pflegemaßnahmen attraktiver gestaltet werden.

Insgesamt bewegte sich die Population der Art im Untersuchungszeitraum auf einem niedrigen Niveau.

Limenitis camilla (Kleiner Eisvogel)

Gefährdung: RLB: V; RLD: 3.

Hohlwege und halbschattige bis schattige, eher feuchte Mischwaldbereiche werden als Habitat bevorzugt, insofern dort die Raupenfutterpflanzen (*Lonicera*-Arten, vor allem *L. xylosteum*) vorkommen. Populationsfördernd wirken hier besonders Schutz und Förderung der Roten Heckenkirsche im UG. Der Falter konnte nicht in jedem Untersuchungsjahr festgestellt werden. Insgesamt trat er nur vereinzelt auf. Auch in der Zukunft ist wohl kaum mit einer höheren Populationsgröße zu rechnen, sollten sich die Bedingungen nicht deutlich ändern.

Melitaea aurelia (Ehrenpreis-Scheckenfalter)

Gefährdung: RLB: 2; RLD: 3.

Trockenwarme Magerrasen, Geröllhalden und Bahndämme werden von dieser Art bevorzugt besiedelt. Als Raupenfutterpflanzen dienen *Plantago lanceolata*, *Melampyrum pratense* und *Rhinanthus minor*. Wichtig zur Förderung der Art ist eine Offenhaltung geeigneter Flächen mittels extensiver Beweidung oder Mahd (DOLEK, 1994). Im UG trat die Art regelmäßig in teilweise hoher Dichte auf, insbesondere an den warmen Hängen und auf dem offenen Plateau des Schutzgebietes. Die Tendenz der Populationsentwicklung ist leicht ansteigend.



Abb. 7: *Melitaea aurelia* (Foto: P. Seufert)



Abb. 8: *Melitaea didyma* (Foto: P. Seufert)

Melitaea didyma (Roter Scheckenfalter)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 2.

Thermophile Magerrasen auf Kalkstandorten werden von der äußerst wärme-liebenden Art bevorzugt. Bekannt sind rund zwanzig Raupenfutterpflanzen, u.a. *Verbascum lychnitis*, *Stachys recta*, *Veronica teucrium* und *Plantago media*. Besonders essentiell für die Art sind nektarreiche Saumhabitate, die auch die Raupenfutterpflanzen fördern. Eine Beweidung schadet der Art, wenn die Vegetation zu kurz gehalten wird. Eine mosaikartige Pflege des UG ist unabdingbar.

Im Landkreis Rhön-Grabfeld existieren nur zwei Fundortnachweise aus dem Bereich Burglauer (KUDRNA, 1993), für das Grabfeld gilt die Art seit 1974 als verschollen (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995).

Im UG wurden ab 1996 regelmäßig Individuen angetroffen, wobei die Zahl bis 2003 leicht anstieg. Bei korrekter Pflege der Flächen ist eine Sicherung und positive Entwicklung der Population möglich. Ein entsprechendes Monitoring der Art wird empfohlen.

Papilio machaon (Schwalbenschwanz)

Gefährdung: RLD: V.

Diese Art benötigt als Biotopkomplex-Bewohner mehrere Habitats, wobei Magerrasen, Brach- und Ruderalflächen sowie extensive Grünlandbereiche bevorzugt werden. Als Raupenfutterpflanzen werden fast ausschließlich Arten aus der Familie der Doldenblütengewächse genutzt. Wichtig ist die Erreichbarkeit der Futterpflanzen, weshalb eine mäßige Beweidung oder späte Mahd (ideal: Mitte September bzw. nach der ersten Generation der Art, Anfang Juli) empfohlen wird. Im UG konnte die Spezies regelmäßig in geringer Zahl beobachtet werden. Da entsprechende Futter- und Saugpflanzen vorhanden sind, wird mit keiner Abnahme der Populationsstärke gerechnet.

Plebeius argus (Argus-Bläuling)

Gefährdung: RLB: V; RLD: 3.

Die Art benötigt zur Entwicklung *Lotus corniculatus*, *Hippocrepis comosa*, *Coronilla varia* oder Heidekraut, welches im UG jedoch nicht vorkommt. Die bevorzugten Habitats sind Magerrasen sowie Heidewiesen und Moorgebiete. Die Art benötigt durch Beweidung kurzgehaltene Freiflächen ohne zu hohen Versaumungsgrad und verschwindet bei zunehmendem Sukzessionsgrad. Auffällig war, daß der Argus-Bläuling in nahezu sämtlichen Untersuchungs Jahren im UG lokal in hoher Populationsdichte auf den kurz- bis mittelhohen Magerrasen auftrat. Die Tendenz der Individuenzahl ist leicht steigend.

Polyommatus agestis (Kleiner Sonnenröschen-Bläuling)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: V.

Die Art besiedelt ein weites Spektrum an Habitats: Kalkmagerrasen, Sandtrockenrasen, Weg- und Waldränder thermophiler Prägung, Lichtungen und Böschungen. Die Eiablage erfolgt auf *Geranium*-Arten und *Helianthemum nummularium*. Die Art ist stark myrmekophil (*Lasius niger*) und einbrütig (WEIDEMANN, 1995). Insbesondere das Vorhandensein blüten- und artenreicher Saumbiotops ist essentiell für die Art. Im UG war sie auch nur an solchen Standorten regelmäßig und in geringer Zahl anzutreffen. Die Tendenz der Beobachtungen war gegen Ende des Untersuchungszeitraumes leicht rückläufig.

Polyommatus bellargus (Himmelblauer Bläuling)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 3.

Die Art besiedelt kalkreiche, stark xerotherm geprägte Standorte im UG – insbesondere Kalkmagerrasen und warme Waldränder mit ihren Säumen. Die Eiablage erfolgt auf den Blättern von *Hippocrepis comosa* und *Coronilla varia*. Da die Art nur eine relativ geringe Fläche benötigt (THOMAS, 1983 b), vermag sie schon durch kleine Pflegemaßnahmen (zum Beispiel Erhalt naturbelassener Böschungen und Magerrasensäume) gut gefördert werden. Im UG war die Art stetig in mittlerer bis hoher Individuenzahl vorzufinden, eine abnehmende Tendenz im Untersuchungsraum war nicht feststellbar.

Polyommatus coridon (Silbergrüner Bläuling)

Gefährdung: RLB: V.

Die Art gilt als stark myrmekophil (FIEDLER, 1991) und erreicht im Offenlandbereich teilweise hohe Populationsdichten. Sie ist einbrütig und überwintert als Ei. Bevorzugte Habitats sind ruderalisierte Magerrasen und Wegränder mit ausgeprägten Säumen. Die Raupen entwickeln sich an *Hippocrepis comosa*. Im UG konnten in einigen Jahren von Juli bis Ende September hohe Populationsdichten festgestellt werden. Wenn durch die Pflegemaßnahmen die Saumentwicklung und der Bestand der Raupenfutterpflanze im Trockenrasenbereich gefördert werden, ist eine positive Populationsentwicklung im UG anzunehmen. Zudem benötigt der Falter zur Eiablage eine möglichst kurzrasige Vegetation (EBERT et RENNWALD, 1991).

Polyommatus damon (Streifen-Bläuling)

Gefährdung: RLB: 1; RLD: 1.

Diese vom Aussterben bedrohte Art benötigt xerotherme, voll besonnte Magerrasenstandorte auf Kalk oder Gipskeuper. Es existieren bundesweit nur noch wenige Restvorkommen. Zur Eiablage benötigt die myrmekophile Art Esparsetten (*Onobrychis viciifolia*, *O. arenaria*).

Beide *Onobrychis*-Arten, die neben *Medicago*-Arten auch als Nektarpflanzen dienen, kommen im UG vor. Zudem konnten *Origanum vulgare* und *Thymus pulegioides* im UG als zusätzliche Saugpflanzen festgestellt werden. Vernichtend für den Streifen-Bläuling sind ein falscher Beweidungszeitpunkt, eine zu hohe Beweidungsintensität, die zum Verlust der selektiv gefressenen Eiablage- und Nektarpflanzen führt, und eine Verbuschung ihrer Habitats, die ebenfalls zum Verlust der benötigten Pflanzenarten führen. Dasselbe gilt übrigens auch für eine Mahd zum falschen Zeitpunkt. Geeignete *Onobrychis*-Standorte sollten mosaikartig (zeitversetzt) gepflegt werden (SETTELE et al., 2005). Ein Monitoring der Art im UG erscheint dem Autor dringend notwendig. Während des Beobachtungszeitraumes wurde die Art bis auf 1998 jährlich in etwa zwei Dutzend Exemplaren gefunden.

Polyommatus semiargus (Rotklee-Bläuling)

Gefährdung: RLB: V; RLD: V.

Die myrmekophile Art ist weit verbreitet und besiedelt Waldsäume, Ruderalflächen, Brachen, extensive Glatthafer- und Fettwiesen, teilweise aber auch Halbtrockenrasen. Zur Entwicklung der Larven benötigt diese Spezies rotblühende Klee-Arten (*Trifolium pratense*, *T. medium*, *T. alpestre*, *T. rubens* – für die beiden erstgenannten Arten gibt es einen Nachweis für das UG).

Günstige Bedingungen für den Rotklee durch mäßige Düngung und maximal zweimalige Mahd pro Anbaujahr fördern diese bayernweit zurückgehende Art. Aber auch eine Förderung der Säume mit *Trifolium medium* im UG würden sich positiv auf die Population auswirken.

Im UG wurde der Falter nur sehr vereinzelt, aber regelmäßig angetroffen.



Abb. 9: *Polyommatus thersites* (Foto: W. Wagner)

***Polyommatus thersites* (Esparsetten-Bläuling)**

Gefährdung: RLB: 2; RLD: 3.

Diese wärmeliebende Art benötigt xerotherme, lückige Magerrasensysteme auf Kalk oder Keuper mit gut entwickelten Beständen der zur Eiablage und als Nektarquelle benötigten Esparsetten-Arten *Onobrychis viciifolia* und *O. arenaria*. Kultursorten der Futter-Esparsette werden meist nicht angenommen, weshalb ein großer Wert auf den Erhalt der Wildarten in den Säumen des UG gelegt werden sollte. Eine Offenhaltung der Trockenrasenflächen mit gleichzeitigem Saumerhalt ist ähnlich wie bei *P. damon* zu berücksichtigen!

Für den Landkreis Rhön-Grabfeld wurden bisher 14 Fundorte für die östliche Rhön und das Grabfeld angegeben (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995).

Die Populationsgröße dieses Bläulings im UG ist sehr gering – in keinem der Beobachtungsjahre konnten mehr als acht Individuen angetroffen werden. In einigen Jahren gab es überhaupt keinen Nachweis.

***Pyrgus malvae* (Kleiner Würfel-Dickkopffalter)**

Gefährdung: RLD: V.

Die partiell in seltenen Fällen zweibrütige Art benötigt Habitate mit Störstellen in der Vegetation, in der Nähe von blütenreichen Saumgesellschaften und ruderalisierten Magerrasen. Die Eiablage erfolgt an *Sanguisorba minor*, *Agrimonia*

nia eupatoria, *Fragaria viridis*, *Potentilla reptans* und anderen Rosengewächsen. Zur Nektaraufnahme werden sehr gerne blütenreiche Säume aufgesucht. Höherwüchsige Säume werden dabei offensichtlich bevorzugt. Die Pflege im UG sollte auf gut entwickelte Säume und mittelwüchsige Magerrasen (in einigen Teilbereichen) zur Förderung der Art abgestellt werden.

Der Falter konnte im UG regelmäßig in mittlerer Individuenzahl festgestellt werden, wobei die Gesamtzahl der Beobachtungen zwischen 2001 und 2003 deutlich abnahm.

Satyrium acaciae (Kleiner Schlehen-Zipfelfalter)

Gefährdung: RLB: 2; RLD: 2.

Die Art bevorzugt die trockenwarmen Hangbereiche mit Kalkmagerrasen sowie die thermophilen Sukzessionsstadien der Gehölzflur im UG. Als Eiablageplätze dienen ähnlich wie bei *Iphiclides podalirius* insbesondere Krüppelschlehen (*Prunus spinosa*), die als wertvolle Elemente unbedingt erhalten bleiben sollten. Hierbei ist insbesondere bei Entbuschungsmaßnahmen im UG zu achten. Durch falsche Entbuschungsmaßnahmen ist die Population ansonsten im UG gefährdet. Zwischen 1994 und 1998 wurde der Falter im UG regelmäßig in den Hangbereichen und den Verbuschungszonen angetroffen, ab 1999 war ein starker Rückgang der Beobachtungszahl zu verzeichnen. *Satyrium acaciae* würde von Maßnahmen zur Steigerung und Sicherung der Segelfalter-Population ebenfalls profitieren. Ein Monitoring der Art wird empfohlen.



Abb. 10: *Satyrium acaciae* (Foto: W. Wagner)



Abb. 11: *Satyrium spini* (Foto: P. Seufert)

Satyrium spini (Kreuzdorn-Zipfelfalter)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 3.

Die Eiablage erfolgt an niedrigen bzw. krüppelig gewachsenen Exemplaren von *Rhamnus carthaticus* an xerothermen Hängen, auf Kalkmagerrasen und Haldensystemen mit hohem Krüppelschlehenanteil oder auch an besonnten Waldrändern mit gut entwickelten Säumen.

Insbesondere die besonnten Steinhalden, die oft mit niedrigen Gehölzen bewachsenen Hangbereiche und die thermophilen Säume entlang der sonnenexponierten Waldränder im UG sind für den Erhalt der Population wichtig. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes konnte die Art nur in Einzelexemplaren, aber jährlich, beobachtet werden. Insgesamt scheint die Populationsgröße kritisch zu sein. Eine positive Tendenz konnte nicht festgestellt werden.

Spialia sertorius (Roter Würfel-Dickkopffalter)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: V.

Mager- und Trockenstandorte mit deutlich ausgeprägten Störstellen, nackten Felspartien etc. werden von dieser Art bevorzugt. Der Eiablage dienen mittelgroße Exemplare von *Sanguisorba minor*. Wie viele andere Arten, so ist auch diese auf den Erhalt struktur- und blütenreicher Magerrasen durch extensive Pflege und mosaikartige Entwicklungsschemata angewiesen. Bisher existieren nur fünf Fundortnachweise für den Landkreis Rhön-Grabfeld (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995).

Im UG wurde die Spezies jährlich lokal in mittlerer Individuenzahl attestiert, wobei sie in einigen Bereichen des Schutzgebietes trotz geeigneter Habitats nicht auftrat.

Thymelicus acteon (Mattscheckiger Braun-Dickkopffalter)

Gefährdung: RLB: 3; RLD: 3.

Die Eiablage erfolgt auf *Brachypodium pinnatum* und weiteren Grasarten. Als Habitat werden xerotherme, grasreiche Säume und Kalkmagerrasen mit Vegetationslücken, aber auch dichter und höher bewachsene Grasstandorte bevorzugt. Die Art ist zudem typisch für die Folgegesellschaften in Steinabbaubereichen, so auch im UG. Insbesondere eine extensive Beweidung der Magerrasen vermag der Art zu helfen. Die Art gilt mit bisher neun Fundorten im Landkreis Rhön-Grabfeld als ungenügend erfasst (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, 1995).

Thymelicus acteon wurde insbesondere in den Jahren 1996 bis 1998 und 2002 bzw. 2003 in erstaunlich hoher Individuenzahl im Übergangsbereich des Hanges zum Plateau mit seinen ehemaligen Kalkabbaustrukturen im östlichen Bereich des nördlichen Teilgebietes angetroffen, in den anderen Jahren wurden nur vereinzelt Exemplare im UG festgestellt.



Abb. 12: *Thymelicus acteon* (Foto: P. Seufert)

4 Danksagung

Mein herzlichster Dank gilt wieder einmal meinem Studienfreund Dr. Peter Seufert (Wesel), der mir Bildmaterial zur Illustration dieses Fachbeitrages zur Verfügung gestellt hat und dem ich viele lehrreiche lepidopterologische Exkursionstage verdanke. Auch Herrn Dr. Wolfgang Wagner (Schwäbisch Gmünd) gilt mein aufrichtiger Dank – er stellte sehr gute Photographien einiger Arten für diesen Artikel bereit.

Herrn Dr. Heinz-Gilbert Schöner (Heidelberg) danke ich sehr für die genital-morphologischen Untersuchungen einiger Problemarten und die Begleitung an zahlreichen Exkursionstagen.

Herrn Dieter Weisenburger vom Landratsamt Rhön-Grabfeld (Untere Naturschutzbehörde) danke ich für die 1996 anlässlich einer Geländebegehung gemachte Anregung, aktuelle Daten zum Tagfaltervorkommen im Naturschutzgebiet „Trockenhänge bei Unsleben“ zu erheben.

Für die seinerzeit erteilte artenschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung danke ich Herrn Dipl.-Biol. Peter Krämer, Höhere Naturschutzbehörde der Regierung von Unterfranken.

5 Literatur

BANDORF, H.; LAUBENDER, H. (1982):

Die Vogelwelt zwischen Steigerwald und Rhön. Band I: Allgemeiner Teil. Seetaucher -Trappen. – Münsterstadt; Schweinfurt.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ [Hg.] (2001):

Artenschutzkartierung Bayern. Arbeitsatlas Tagfalter. – Augsburg.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN

(1995): Arten- und Biotopschutzprogramm (ABSP) Bayern. Landkreis Rhön-Grabfeld. Textband. – München.

BOLZ, R. (1999):

Checkliste der bayerischen Tagfalter (Insecta: Lepidoptera: Rhopalocera). – Beitr. zur bayer. Entomofaunistik **3**: 95 - 104.

BOLZ, R.; GEYER, A. (2003):

Rote Liste gefährdeter Tagfalter (Lepidoptera: Rhopalocera) Bayerns. – In: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ [Hg.]: Rote Liste gefährdeter Tierarten Bayerns. – Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz **166**: 217 - 222.

DOLEK, M. (1994):

Der Einfluß der Schafbeweidung von Kalkmagerrasen in der Südlichen Frankenalb auf die Insektenfauna (Tagfalter, Heuschrecken). Agrarökologie 10. – Bern (CH); Stuttgart; Wien (A).

- EBERT, G.; RENNWALD, E. [Hg.] (1991):
Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 1: Tagfalter I. – Stuttgart.
- EBERT, G.; RENNWALD, E. [Hg.] (1991):
Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 2: Tagfalter II. – Stuttgart.
- ETSCHBERGER, U. (1969):
Die Unterscheidungsmerkmale der europäischen Arten der Gattung *Pieris*
SCHRANK. – *Atalanta* **2** (7): 211 - 223.
- EMBACHER, G. (1996):
Beitrag zur Verbreitung und Biologie von *Leptidea sinapis* (LINNAEUS, 1758)
und *L. reali* REISSINGER, 1989 (Lepidoptera: Pieridae, Dismorphiinae). – *Z.*
Arb. Gem. Öst. Ent. **48**: 107 - 112.
- FIEDLER, K. (1991):
European and North West African Lycaenidae and their associations with
ants. – *J. Res. Lepid.* **28**: 239 - 257.
- GAHNZ, M.; SCHMIDT, G.; WEBER, K. (1993):
Zustandserfassung NSG Trockenhänge bei Unsleben. – (Unveröff. Gutach-
ten).
- HIGGINS, L.; RILEY, N. D. (1971):
Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas. – Hamburg; Berlin.
- HOVESTADT, T.; ROESER, J.; MÜHLENBERG, M. (1994):
Flächenanspruch für Tierpopulationen als Kriterien für Maßnahmen des Bio-
topschutzes und als Datenbasis zur Beurteilung von Eingriffen in Natur und
Landschaft. *Berichte aus der Ökologischen Forschung* Band 1/1994.
(3. Aufl.). – Jülich.
- JEDICKE, E. [Hg.] (1997):
Die Roten Listen. Gefährdete Pflanzen, Tiere, Pflanzengesellschaften und
Biotope in Bund und Ländern. – Stuttgart.
- KRISTAL, P. M.; NÄSSIG, W. A. (1996):
Leptidea reali REISSINGER 1989 auch in Deutschland und einigen anderen
europäischen Ländern (Lepidoptera: Pieridae). – *Nachr. entomolog. Ver.*
Apollo, N. F. **16** (4): 345 - 362.
- KUDRNA, O. (1993):
Verbreitungsatlas der Tagfalter (Rhopalocera) der Rhön. Schriftenreihe
Oedippus 6. – Ostheim v. d. Rhön.

- LORKOVIC, Z. (1993):
Leptidea reali REISSINGER 1989 (= *lorkevicii* REAL 1988), a new European species (Lepidoptera, Pieridae). – *Natura Croatica* **2** (1): 1 - 26.
- MENSCHING, H.; WAGNER, H.-G. (1963):
Geographische Landesaufnahme 1:200.000: Naturräumliche Gliederung Deutschlands. – Bad Godesberg.
- OWEN, D. F. (1975):
Estimating the abundance and diversity of butterflies. – *Biological Conservation* **8**: 173 - 183.
- POLLARD, E. (1979):
A method for assessing changes in the abundance of butterflies. – *Biological Conservation* **12**: 115 - 134.
- POLLARD, E. (1982):
Monitoring the abundance of butterflies in relation to the management of a nature reserve. – *Biological Conservation* **24**: 317 - 328.
- POLLARD, E.; LAKHANI, K. H. (1985):
Butterfly Monitoring Scheme: effects of weather on abundance. – *Inst. Terr. Ecol. Annual Rep.* **1984**: 54 - 60.
- POLLARD, E.; YATES, T. J. (1992):
The extinction and foundation of local butterfly populations in relation to population variability and other factors. – *Ecol. Entomology* **17**: 249 - 254.
- POLLARD, E.; YATES, T. J. (1993):
Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation. The British Butterfly Monitoring Scheme. – London (GB).
- RÄUSCHL, G. (2002):
Beobachtungen zu Ökologie und Schutz des Segelfalters (*Iphiclides podalirius* LINNAEUS, 1758) (Lepidoptera: Papilionidae) in Wien-Baumgarten, Österreich. – *Beitr. zur Entomofaunistik* **3**: 125 - 140.
- RAFTOPOULO, J. G. (1993):
Struktur und Naturschutzwertigkeit von Schleenbeständen im fränkischen Wellenkalkgebiet: Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Mäusberg“ (Landkreis Main-Spessart). – *Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg* **34**: 3 - 74.
- RAFTOPOULO, J. G. (2002/03)
Bemerkungen zu Flora und Heuschrecken-Fauna (Orthoptera: Saltatoria: Caelifera, Ensifera) des Naturschutzgebietes „Trockenhänge bei Unsleben“ (Landkreis Rhön-Grabfeld). – *Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg* **43/44**: 181-208.

- REISSINGER, E. (1960):
Die Untersuchung von *Colias hyale* L. und *Colias australis* VERITY (Lep. Pierid.). Zugleich ein Beitrag zum Wanderfalkenproblem. – Ent. Z. **70**: 117 - 131, 133 - 140, 148 - 156, 160 - 162.
- ROSENBAUER, F. (1998/99):
Die Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des Affentals und des Retztals (Landkreis Main-Spessart). – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **39/40**: 153 - 269.
- RUCKSTUHL, T. (2002):
Schmetterlinge und Raupen: bestimmen, kennenlernen, schützen. – Bindlach.
- SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ (1991):
Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten, Gefährdung, Schutz. (3. Aufl.). – Egg (CH).
- SEGERER, A. (2001):
Beitrag zur Genitaldiagnose einiger bayerischer Tagfalterarten unter besonderer Berücksichtigung der Weibchen (Insecta: Lepidoptera: Rhopalocera). – Beitr. zur bayer. Entomofaunistik **4**: 5 - 25.
- SETTELE, J.; FELDMANN, R.; REINHARDT, R. (1999):
Die Tagfalter Deutschlands – Ein Handbuch für Freilandökologen, Umweltplaner und Naturschützer. – Stuttgart.
- SETTELE, J.; et al. (2005):
Schmetterlinge – Die Tagfalter Deutschlands. – Stuttgart.
- SEUFERT, P. (1993):
Grundlagen zum Schutz der Tagfalter (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) im Naturschutzgebiet „Mäusberg“ (Landkreis Main-Spessart). – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **34**: 75 - 184.
- STETTNER, C.; et al (2007):
Die Tagfalter Bayerns und Österreichs. (2. Aufl.). – Laufen/Salzach.
- THOMAS, J. A. (1983 a):
A quick method of estimating butterfly numbers during surveys. – Biological Conservation **27**: 195 - 211.
- THOMAS, J. A. (1983 b):
The ecology and conservation of *Lysandra bellargus* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Britain. – Journal of Appl. Ecology **20**: 59 - 83.
- TOLMAN, T.; LEWINGTON, R. (1998):
Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas. – Stuttgart.

USHER, M. B.; ERZ, W. [Hg.] (1994):

Erfassen und Bewerten im Naturschutz. Probleme, Methoden, Beispiele. – Heidelberg; Wiesbaden.

VANE-WRIGHT, R. I.; ACKERY, P. R. [eds.] (1984):

The Biology of Butterflies. – London (GB).

WEIDEMANN, H. J. (1982):

Zum Verhalten nordbayerischer Populationen des Segelfalters (*Iphiclides podalirius*), unter besonderer Berücksichtigung des Eiablageverhaltens schwalbenschwanzartiger Falter. – Entomolog. Z. **92**: 65 - 76.

WEIDEMANN, H. J. (1995):

Tagfalter beobachten, bestimmen. (2. Aufl.). – Augsburg.

WEIDNER, A. (1990):

Beziehungen zwischen Vegetation und tagaktiven Schmetterlingen im Gebiet des NSG Seidenbachtal/Froschberg (Gemeinde Blankenheim/Eifel). Ein Beitrag zur Biotoppflegeplanung. – (Unveröff. Dipl.-Arbeit, Univ. Bonn).

ZONNEVELD, C. (1991):

Estimating death rates from transect counts. – Ecol. Entomology **16**: 115 - 121.

Anschrift des Verfassers:

EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim G. Raftopoulo
Otto-Hahn-Str. 35
D-97218 Gerbrunn

**Aktuelle Nachweise der Spanischen Fahne
(*Callimorpha quadripunctaria* PODA)
(Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae:
Callimorphinae)
in drei unterfränkischen Naturschutzgebieten**

JOACHIM G. RAFTOPOULOU et GÜNTER DEGENHARDT

Zusammenfassung

Die Autoren konnten im Zeitraum von 2004 bis 2009 das Vorkommen von *Callimorpha quadripunctaria* in drei unterfränkischen Naturschutzgebieten belegen. Es handelt sich um die Naturschutzgebiete „Mäusberg-Rammersberg-Ständelberg“ und „Ruine Homburg“ im Landkreis Main-Spessart und um das Naturschutzgebiet „Bromberg-Rosengarten“ (Stadt und Landkreis Würzburg).

Die vorliegende Arbeit beschreibt zudem Lebensraum, Phänologie, Ökologie und Gefährdung der Spanischen Fahne (*Callimorpha quadripunctaria* PODA) (Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae: Callimorphinae).

Summary

Between 2004 and 2009 the authors proved the presence of *Callimorpha quadripunctaria* (Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae: Callimorphinae) in the nature reserves “Mäusberg-Rammersberg-Ständelberg” and “Ruine Homburg” (both located in the rural district of Main-Spessart), and “Bromberg-Rosengarten” (city and rural district of Würzburg), all of them located in Lower Franconia (Bavaria).

The study in hand gives an account of habitat, phenology, ecology and endangering of the Spanish flag (*Callimorpha quadripunctaria* PODA).

1 Systematik und Wortbedeutung

Callimorpha quadripunctaria PODA, nomenklatorisch von einigen Spezialisten neuerdings als *Euplagia quadripunctaria* PODA bezeichnet, wird mehrheitlich von anderen Systematikern weiterhin der Gattung *Callimorpha* zugeordnet (NOVAK et SEVERA, 1980; WEIDEMANN, 1996; EBERT, 1997). Diese Auffassung teilen die Autoren des vorliegenden Beitrags.

Vorher wechselte die zoologische Bezeichnung von *Arctia hera* L. beziehungsweise *Callimorpha hera* L. zu *Panaxia quadripunctaria* PODA (KARSHOLT et RAZOWSKI, 1996; PRETSCHER, 2000).

Die wissenschaftliche Gattungsbezeichnung *Callimorpha* leitet sich von „kallimorphos“ (griech.) ab und bedeutet „schön gestaltet“. Während das Art-Epitheton *quadripunctaria* aus dem Lateinischen kommt und auf die jeweils meist vier Tüpfel auf den Hinterflügeln hinweist.

Die deutsche Bezeichnung „Spanische Fahne“ bezieht sich auf die Farbgebung der Flügel. Wegen ihrer Varianz in der Färbung zählen Schönbären (*Callimorphinae*) zu den begehrtesten Sammelobjekten.

Eine ältere, heute inoffizielle Bezeichnung für den Falter ist „Russischer Bär“. Leider wurde dieser Name fälschlicherweise von einzelnen Autoren auch für *Callimorpha dominula* L., den Schönbären, verwendet (WARNECKE, 1967). Man möchte jedoch mit der aktuellen Bezeichnung auch im deutschen Sprachgebrauch Vertreter der Unterfamilie *Callimorphinae* deutlicher von Arten der Unterfamilie *Arctiinae* trennen.

2 Verbreitung

Die Spanische Fahne gehört zur Unterfamilie der *Callimorphinae*, deren Ausbreitungszentrum in der Region des Himalaya liegt.

Callimorpha quadripunctaria ist von der Iberischen Halbinsel über Mitteleuropa bis in den südeuropäischen Raum, nördlich bis zum Baltikum, östlich bis nach West-Rußland sowie im Mittelmeerraum bis nach Vorderasien hinein verbreitet (DE FREINA et WITT, 1987).

In Bayern kann *Callimorpha quadripunctaria* in der Main-Region, in der südlichen Frankenalb, dem Donau-Randbruch und in Südost-Oberbayern (MÜLLER-KROEHLING, 2006) festgestellt werden.

In Unterfranken findet sich diese auffällige Nachtfalterart vor allem im Bereich des Mains mit seinen Nebentälern im Landkreis Main-Spessart, im Steigerwaldvorland, im nördlichen Steigerwald und am Haßbergetrauf sowie im Bereich des Main-Oberlaufs Richtung Bamberg.



Abb. 1: *Callimorpha quadripunctaria* an *Achillea ptarmica* (Foto: P. Friedel)

ROSENBAUER (1998/99) bezeichnet sie als „Charakterart der feuchtwarmen Strauch- und Krautschicht der mainbegleitenden Muschelkalklandschaft.“

Weitere Funddaten liegen für das fränkische Taubertal, das Werntal und für das Saaletal bei Hammelburg vor. Regionale Vorkommen, belegt durch Einzelfundmeldungen, konnte der Zweitautor aus dem Grabfeld, der Vorderrhön, dem fränkischen Odenwald und aus dem Landkreis Aschaffenburg zusammentragen (DEGENHARDT, 2003).

Auffällig ist die Präferenz tieferer Lagen, die Konzentration auf Talzüge und deren Umgriff.

Insgesamt kann eine Häufigkeitszunahme von *Callimorpha quadripunctaria* in den fränkischen Wärmegebieten attestiert werden (OCHSE et ROSENBAUER, 2004), die sich in den kommenden Jahren aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels noch verstärken könnte.

3 Phänologie

Die Flugzeit der Imagines beginnt Anfang bis Mitte Juli und dauert in der Regel bis Ende August oder Anfang September.

Berühmt ist das Beispiel der Übersommerung (Hitzevlucht) der Unterart *C. quadripunctaria rhodosensis* in der Petaloudes-Schlucht auf Rhodos, wo

früher teilweise bis zu 1.000 Falter pro Quadratmeter gezählt wurden (PRETSCHER, 2000). Diese Art der Diapause wurde nördlich der Alpen bisher nicht beobachtet, wenngleich ein ausgeprägtes, kleinräumiges Wanderverhalten im Tagesverlauf bzw. in den heißen Sommermonaten nachgewiesen wurde (SCHÖNBORN et FRIEDRICH, 1995; SCHMALKE, 1998; HAWTHORNE et BOLGEW, 1999; DEGENHARDT, 2003).

Die polyphagen Raupen überwintern und leben von Ende August bis etwa Juni sehr versteckt. Präimaginalstadien wurden von den Autoren im Zeitraum 2004 bis 2007 nur vereinzelt (Raupen auf *Lamium album*, *Rubus caesius*, *Rubus corylifolius* agg., *Echium vulgare* und *Lithospermum purpureocaeruleum*) in den Schutzgebieten gefunden.

4 Habitat

Offene, sonnige und trockene bis halbschattige, wechselfeuchte bis feuchte Flächen (Ökotyp meso-thermo-hygrophil), möglichst mit Kontakt zu Laubmischwäldern, stellen das bevorzugte Habitat der Art dar. Ebenso eignen sich waldnahe Hecken oder Gehölzbereiche in der Nähe feuchter bis wechselfeuchter, möglichst hochstaudenreicher Wiesen. Befinden sich im Umgriff solcher Flächen Weinbergsbrachen, extensive Streuobstwiesen oder Säume mit Hochstauden im Randbereich von Magerrasen, so kann die Art dort ebenso gefunden werden (MÜLLER-KROEHLING et al., 2006). Auch blütenreiche Siedlungsgärten in der Nähe ihrer Larvalhabitate werden von den Faltern, die ausgesprochene Biotopwechsler und Hitzeflüchter sind aufgesucht (EBERT, 1997).

Als Larvalhabitat werden halbschattige, wechselfeuchte und hochstaudenreiche Senken, Säume (zum Beispiel an Waldwegen) oder Magerrasenränder bevorzugt.

5 Entwicklung und Ethologie

Die Eier werden in sogenannten einschichtigen Eispiegeln an verschiedenen Pflanzenarten abgelegt.

Von BERGMANN (1953), WEIDEMANN (1996) und EBERT (1997) werden neben ungefähr zwei Dutzend weiteren Arten insbesondere die folgenden genannt: *Lamium album* und diverse Arten der Gattung *Lamium*, *Senecio fuchsii* (*Senecio nemorensis* agg.), *Urtica dioica*, verschiedene *Rubus*-Arten, vor allem *Rubus idaeus*, oder *Eupatorium cannabinum*.

Die Imagines zeigen ein auffälliges Präferenzverhalten in Bezug auf ihre Nektarquellen. So bevorzugt *Callimorpha quadripunctaria* als Saugpflanze den Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*), dessen Blühphänologie mit der Generalflugzeit der Spanischen Fahne zusammenfällt.



Abb. 2: *Callimorpha quadripunctaria*, Raupe (Foto: W. Wagner)

Die Autoren fanden saugende Falter der Art zudem an folgenden Pflanzen: *Origanum vulgare*, *Echium vulgare*, *Carduus nutans*, *Cirsium arvense*, *Cirsium palustre*, *Cirsium eriophorum*, *Echinops bannaticus*, *Echinops sphaerocephalus*, *Stachys recta*, *Trifolium medium*, *Senecio jacobaea*, *Knautia arvensis*, *Salvia pratensis*, *Centaurea scabiosa*, *Solidago virgaurea*, *Aster linosyris*, *Valeriana wallrothii*, *Achillea ptarmica* und *Dipsacus fullonum*.

Diese Beobachtungen decken sich weitgehend mit den Angaben in der Literatur (WEIDEMANN, 1996; EBERT, 1997).

In Hausgärten am Rande eines Naturschutzgebietes der Stadt Würzburg wurden adulte Tiere saugend an *Echinops sphaerocephalus* cv. Arctic Glow, *Echinops bannaticus* cv. Blue Globe, *Silybum marianum* sowie an Schmetterlingsflieder (*Buddleja-davidii*-Hybriden cv. Empire Blue und cv. Pink Delight) attestiert.

Die Raupen sind nachtaktiv, zeigen aber eine positive Phototaxis. Hingegen sind die Imagines tag- und nachtaktiv, wobei ihre Hauptaktivitätsphase in den Abend- und frühen Morgenstunden liegen dürfte, sie jedoch nachts gerne zum Licht fliegen (EBERT, 1997). Das Larvalstadium (mit fünf Stadien) dauert sechs Monate.

Die Spanische Fahne wird von der Ichneumonide *Ophion ventricosus* GRAV. parasitiert, wobei keine aktuellen Nachweise aus den untersuchten Naturschutzgebieten vorliegen.

Die adulten Falter überwinden auch Distanzen von mehreren hundert Metern um Nahrungshabitate anzufliegen, die rund um ihren primären Aufenthaltsort liegen. So werden von Waldrändern und Hochstaudenfluren aus gerne Streuobstwiesen, blütenreiche Magerrasensäume, gewässerbegleitende Gehölzstreifen, blühende Hecken und staudenreiche Hausgärten angefliegen (OSTHELDER, 1933; WEIDEMANN, 1996; EBERT, 1997), entscheidend scheint die Qualität des Nektarangebotes zu sein. Die Art gilt als Saisonwanderer zweiter Ordnung (MÜLLER-KROEHLING, 2006) und wechselt öfters zwischen den Teillebensräumen hin und her. Bemerkenswert ist die Geräuschempfindlichkeit der Falter (PRETSCHER, 2000; DEGENHARDT, 2003).

6 Nachweise aus drei unterfränkischen Naturschutzgebieten

6.1 Naturschutzgebiet „Mäusberg-Rammersberg-Ständelberg“ (Landkreis Main-Spessart)

Übersicht der Beobachtungen unter Angabe der Saugpflanzen (D = Degenhardt; R = Raftopoulo; Imag. = Imago/Imagines):

04.08.2006 (D.) 2 Imag. (*Origanum vulgare*, *Echium vulgare*)

22.07.2007 (R.) 2 Imag. (*Echium vulgare*, *Aster linosyris*)

18.08.2008 (R.) 1 Imag. (*Cirsium arvense*)

24.07.2009 (R. & D.) 2 Imag. (Baumstamm *Quercus robur*, davon ein Exemplar Saft saugend im Bereich einer Rindenverletzung)

28.07.2009 (D.) 1 Imag. (*Knautia arvensis*)

Sämtliche Beobachtungen fanden im Teilbereich „Mäusberg“ des Naturschutzgebietes in der Übergangszone von Mittelwald zu Magerrasen an blütenreichen Säumen statt.

6.2 Naturschutzgebiet „Ruine Homburg“ (Landkreis Main-Spessart)

Übersicht der Beobachtungen unter Angabe der Saugpflanzen (D = Degenhardt; R = Raftopoulo; Imag. = Imago/Imagines):

04.08.2005 (D.) 6 Imag. (*Eupatorium cannabinum*)

14.08.2005 (D.) 4 Imag. (*Eupatorium cannabinum*, *Carduus nutans*, *Achillea ptarmica*)

18.08.2007 (R. & D.) 2 Imag. (*Dipsacus fullonum*)

21.08.2008 (R. & D.) 11 Imag. (*Eupatorium cannabinum*, *Cirsium arvense*, *Cirsium palustre*)

Die Beobachtungen konnten alle im Ölgrund zwischen dem Muschelkalk-Plateau des Naturschutzgebietes und den feucht und wechselfeucht geprägten Waldflächen im Tal und an den Hängen auf wechselfeuchten Hochstaudenfluren bzw. am Waldrand gemacht werden.

6.3 Naturschutzgebiet „Bromberg-Rosengarten“ (Stadt und Landkreis Würzburg)

Übersicht der Beobachtungen unter Angabe der Saugpflanzen (D = Degenhardt; R = Raftopoulo; Imag. = Imago/Imagines; G = Garten außerhalb des Schutzgebietes):

- 30.07.2004 (R.) 1 Imag. (*Cirsium arvense*)
19.08.2004 (R.) 2 Imag. (*Buddleja-davidii*-Hybr. cv. Pink Delight, *Silybum marianum*) G
29.07.2005 (R.) 2 Imag. (*Echinops bannaticus*)
09.08.2005 (R.) 1 Imag. (*Cirsium eriophorum*)
12.08.2005 (D.) 1 Imag. (*Echinops bannaticus* cv. Blue Globe) G
17.08.2005 (D.) 2 Imag. (*Echinops sphaerocephalon* cv. Arctic Glow) G
21.08.2006 (D.) 2 Imag. (*Salvia pratensis*)
10.08.2007 (R.) 2 Imag. (*Trifolium medium*, *Stachys recta*)
26.07.2008 (D.) 4 Imag. (*Buddleja-davidii*-Hybr. cv. Empire Blue, *Buddleja-davidii*-Hybr. cv. Pink Delight) G
29.07.2008 (D.) 1 Imag. (*Senecio jacobaea*)
14.08.2009 (R.) 3 Imag. (*Centaurea scabiosa*, *Valeriana wallrothii*, *Echinops sphaerocephalon*)



Abb. 3: *Callimorpha quadripunctaria*, Imago (Foto: T. Laussmann/piclease)

22.08.2009 (R. & D.) 4 Imag. (*Buddleja-davidii*-Hybr. cv. Empire Blue) G
29.08.2009 (R.) 1 Imag. (*Solidago virgaurea*)

Es existiert ein alter Nachweis von SCHMALKE (1998), weitere bestätigte Beobachtungen sind den Autoren nicht bekannt geworden.

Die Spanische Fahne fand sich gehäuft in angrenzenden Gärten mit blühenden Exemplaren von *Echinops bannaticus* cv. Blue Globe, *Echinops sphaerocephalon* cv. Arctic Glow und den *Buddleja-davidii*-Hybriden cv. Pink Delight und cv. Empire Blue.

Die übrigen Beobachtungen wurden hauptsächlich im östlichen und nordöstlichen Teil des Schutzgebietes in Waldnähe, in der Verbuschungszone oder Richtung Bundesautobahn A3 gemacht. Zur Flugzeit des Falters waren die Nektarquellen in den Säumen des übrigen Schutzgebietes durch die Schafbeweidung zu stark ausgedünnt bzw. devastiert worden, um noch als Nektarquelle eine größere Rolle spielen zu können. Daher sollte beim Weideregime unbedingt auf den konnektiven Erhalt von blütenreichen Hecken- und Magerrasensäumen sowie der sommerlichen Hochstaudenfluren geachtet werden.

7 Gefährdung

Während *Callimorpha quadripunctaria* in den Vorgängerausgaben der Roten Listen gefährdeter Tierarten für die Bundesrepublik Deutschland in Anhang 3 (gefährdet) und für Bayern in Anhang 4R (Bestandsrisiko durch Rückgang) geführt wurde (BLAB et al., 1984; BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, 1992), so findet sich die Art aktuell in den Roten Listen für Bayern und für die Bundesrepublik Deutschland jeweils in der Gefährdungsstufe V (Vorwarnliste), wobei die Bestandsentwicklungen teilweise kritisch einzustufen sind, teilweise im Rahmen natürlicher Schwankungen liegen (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 1998; PRETSCHER, 2000; BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, 2003; DEGENHARDT, 2003).

Zudem wird die Spezies in Anhang II der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) als prioritäre Art genannt, was besondere Schutzanstrengungen impliziert und die Beobachtung der Populationsentwicklungen durch Monitoring erforderlich macht, denn die Europäische Union fordert die Ausweisung von Schutzgebieten (FFH-Gebiete für das Schutzgebietssystem NATURA 2000) für die betroffenen Arten und die Bewahrung bzw. Wiederherstellung eines „günstigen Erhaltungszustandes“ (SSYMANK et al., 1998; KIEL, 2007).

Die Spanische Fahne steht in Anhang II der FFH-RL auf derselben Stufe mit Eremit (*Osmoderma eremita*), Eurasischem Luchs (*Lynx lynx*) oder Gelbbauchunke (*Bombina variegata*).

Im Gegensatz zu der bei uns heimischen Nominat-Subspecies *C. q. quadripunctaria* gilt *C. quadripunctaria rhodosensis* DAN. als akut gefährdet und war auch der Grund für die Aufnahme in Anhang II der FFH-RL, wobei eine Gefährdung weiterer Unterarten nicht ausgeschlossen werden kann (JELINEK, 2000; PRETSCHER, 2000).

Da die Art verschiedene Teillebensräume benötigt, die oftmals nur eine geringe Flächengröße aufweisen, ist die Unterschutzstellung dieser Flächen schwierig. Bedeutend sind die fachliche Überwachung der Landschaftspflegemaßnahmen mit einer Vernetzung der notwendigen Habitatstrukturen sowie ein Monitoring der Populationsentwicklung (SCHMALKE, 1998; HAWTHORNE et BOLGEW, 1999; DEGENHARDT, 2003).

Für die fränkischen Wärmegebiete scheint sich das Vorkommen insgesamt zwar positiv zu entwickeln, dennoch kann noch nicht von einer generellen Zunahme der Art in unserem Lebensraum gesprochen werden. STADLER schrieb 1924: „*Arctia hera* (spanische Fahne) ist die größte Seltenheit in Unterfranken. Innerhalb 25 Jahren sind ganze vier Stück erbeutet worden – zwei von Zwecker bei Würzburg, eins von Adolf Singer bei Bronnbach (Odenwald), eins von Jackel bei Königsberg.“

8 Danksagung

Die Autoren danken Herrn Dipl.-Biol. Jan Wegener (Giebelstadt) vom Arbeitskreis Stadtökologie des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. für wertvolle Hinweise auf bevorzugte Saugplätze der Imagines von *Callimorpha quadripunctaria* in der Siedlungszone am Rande des Naturschutzgebietes „Bromberg-Rosengarten“.

Außerdem gilt unser Dank Herrn Dr. Wolfgang Wagner (Schwäbisch Gmünd) und Herrn Paul Friedel (Würzburg) für die Bereitstellung von Bildmaterial.

9 Literatur

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ [Hg.] (1992):
Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. – Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz **111**, Beiträge zum Artenschutz **15**.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ [Hg.] (2003):
Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. – Schr.-R. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz **166**.

BLAB, J.; et al. (1984):
Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. (4. Aufl.). – Greven.

- BERGMANN, A. (1953):
Die Großschmetterlinge Mitteleuropas, Band 3: Spinner und Schwärmer. – Leipzig.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [Hg.] (1998):
Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. – Schr.-R. Landschaftspf. u. Natursch. **55**.
- DEGENHARDT, G. (2003):
Daten zur Verbreitung der Schönbären (Callimorphinae) in Unterfranken. – (Unveröff. Gutachten).
- EBERT, G. (1978):
Die Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des Naturschutzgebietes Rußheimer Altrhein. – Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. **10**: 525 - 552.
- EBERT, G. [Hg.] (1997):
Callimorphinae. – In: EBERT, G. [Hg.]: Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 5. Nachtfalter III: 350 - 360. – Stuttgart.
- FORSTER, W.; WOHLFAHRT, T. A. (1984):
Die Schmetterlinge Mitteleuropas. Band 3: Spinner und Schwärmer (Bombyces und Sphinges). (2. Aufl.). – Stuttgart.
- FREINA, J. J. DE; WITT, T. J. (1987):
Die Bomyces und Sphinges der Westpaläarktis (Insecta, Lepidoptera). Band 1. – München.
- GAUCKLER, H. (1921):
Die Groß-Schmetterlings-Fauna Nord- und Mittel-Badens mit Berücksichtigung der Lebensweise der Raupen. (3. Aufl.). – Karlsruhe.
- GOTTHARDT, H. (1958):
Verzeichnis der Großschmetterlinge Mainfrankens. – Nachr. des Naturw. Museums d. Stadt Aschaffenburg **61**.
- HAWTHORNE, G. L. B.; BOLGEW, A. B. (1999):
On the biology, ecology and European distribution of *Callimorpha quadripunctaria* PODA (Spanish flag), Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae. – Brit. Entom. **16**: 51 - 97.
- HEUSER, R.; JÖST, H. (1959):
Die Lepidopteren-Fauna der Pfalz. Teil II: Spinner und Schwärmer. – Mitt. d. Pollichia **III**. Reihe, **6**. Band: 85 - 160.

- JELINEK, K.-H. (2000):
Callimorpha quadripunctaria – eine geeignete FFH-Art? – *Insecta* **6**: 59 - 60.
- KARSHOLT, O.; RAZOWSKI, J. [eds.] (1996):
 The Lepidoptera of Europe. A Distributional Checklist. – Stenstrup (DK).
- KIEL, E.-F. (2007):
 Erhaltungszustand der FFH-Arten in Nordrhein-Westfalen. – *Natur in NRW* **2**: 12 - 17.
- KOCH, M. (1991):
 Wir bestimmen Schmetterlinge. (3. Aufl.). – Radebeul.
- LENAU-JÜRGENS, H. (1971):
 Untersuchungen zum Migrationsverhalten von *Panaxia quadripunctaria* PODA auf der Insel Rhodos. – *Forma et functio* **4**: 1 - 45.
- MÜLLER-KROEHLING, S.; et al. (2006):
 Artenhandbuch der für den Wald relevanten Tier- und Pflanzenarten des Anhangs II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und des Anhangs I der Vogelschutz-Richtlinie Bayern. (4. Aufl.). – Freising.
- NOVAK, I.; SEVERA, F. (1980):
 Der Kosmos-Schmetterlingsführer. Die europäischen Tag- und Nachtfalter. Mit Raupen, Puppen und Futterpflanzen. – Stuttgart.
- OCHSE, M.; ROSENBAUER, F. (2004):
 Die „Großschmetterlinge“ des westlichen Unterfrankens: Tagfalter, „Spinner & Schwärmer“ (Lepidoptera: „Macrolepidoptera“). – *Beitr. z. bayer. Entomofaunistik* **6**: 1 - 93.
- OSTHELDER, L. (1933):
 Die Schmetterlinge Südbayerns und der angrenzenden nördlichen Kalkalpen. 1. Teil: Die Großschmetterlinge. 5. Heft. Nolidae bis Hepialidae. – Beilage *Mitt. Münch. Ent. Ges.* **16**: 167 - 222.
- PRETSCHER, P. (2000):
 Gefährdung, Verbreitung und Schutz der Bärenspinnerart „Spanische Fahne“ (*Euplagia quadripunctaria* PODA) in Deutschland. – *Natur u. Landsch.* **9/10**: 370 -377.
- RAFTOPOULO, J. G. (2006):
 Pflege- und Entwicklungsplan mit Zustandserfassung. Naturschutzgebiet „Bromberg-Rosengarten“. Gmkg. u. Lkr. Würzburg. – (Unveröff. Gutachten).

REUTTI, C. (1898):

Übersicht der Lepidopteren-Fauna des Großherzogtums Baden (und der anstoßenden Länder). – Berlin.

ROSENBAUER, F. (1998/99):

Die Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des Affentals und des Retztals (Landkreis Main-Spessart). – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **39/40**: 153 - 270.

ROUGEOT, P. C.; VIETTE, P. (1983):

Die Nachtfalter Europas und Nordafrikas. I. Schwärmer und Spinner (1. Teil). – Keltern.

SCHÄFER, W. (1977):

Zur Macrolepidopteren-Fauna des Neckardamms bei Stuttgart zwischen dem Berger Steg und der Daimlerbrücke. – Veröff. Natursch. Landschaftspfll. Bad.-Württ. **46**: 71 - 73.

SCHMALKE, H. (1998):

Bemerkenswerte Tag- und Nachtfaltervorkommen im NSG Bromberg-Rosengarten. – (Unveröff. Gutachten).

SCHMIDT, P. (1991):

Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lepidoptera - Arctiidae, Nolidae, Ctennchidae, Drepanidae, Cossidae und Hepialidae. – Beitr. Ent. Berlin **41**, **1**: 123 - 236.

SCHÖNBORN, C.; FRIEDRICH, E. (1995):

Spanische Flagege (*Callimorpha quadripunctaria* PODA) und Tagfalter im Gebiet der Oberen Saale in Thüringen. – Landschaftspfll. u. Naturschutz in Thüringen **32** (4): 101 - 107.

SSYMANK, A.; et al. (1998):

Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). – Schr.-R. Landschaftspfll. u. Natursch. **53**.

STADLER, H. (1924):

Einiges über die Tierwelt Unterfrankens. II. Beitrag. – Archiv für Naturgeschichte (A) **90**: 169 - 201.

STRESEMANN, E. [Hg.] (1969):

Exkursionsfauna von Deutschland. Insekten – Zweiter Halbband Wirbellose II/2 – Berlin.

WARNECKE, G. (1967):

Welcher Schmetterling ist das? – Stuttgart.

WEIDEMANN, H. J.; KÖHLER, J. (1996):

Nachtfalter. Spinner und Schwärmer. – Augsburg.

WITTSTADT, H. (1960):

Die Großschmetterlinge des Regnitzgebietes (ohne Geometriden). – Ber. Naturforschende Ges. Bamberg **37**: 62 - 154.

WOHLFAHRT, T. A. (1981):

Tierartenschutz, hier „Rote Liste Schmetterlinge“, Vorkommen gefährdeter Arten in Unterfranken. – (Unveröff. Gutachten).

Anschriften der Verfasser:

EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim G. Raftopoulos

Otto-Hahn-Straße 35

D-97218 Gerbrunn

Dipl.-Biol. Günter Degenhardt

Behamstraße 12

D-80687 München

Die Vertilgung des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx* L.) (Mammalia: Carnivora: Felidae) im Spessart

HEINZ STAUDINGER

Zusammenfassung

Verlässliche, wenn auch unvollständige Zahlen über das Vorkommen des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx* L.) im Spessart finden sich in den Rechnungen der Kurmainzer Finanzbehörden. Für den Zeitraum von 1613 bis 1715 sind dort 72 Luchse nachgewiesen.

In den Wirren des Dreißigjährigen Krieges konnte der Luchs sein natürliches Siedlungsgebiet zurückgewinnen und sich nahezu über den gesamten Spessart ausbreiten. Nach dem Westfälischen Frieden wurde die Ausrottung der Raubtiere zum staatspolitischen Ziel erklärt. Die Jagd setzte zunächst langsam ein, wurde mit Hilfe eines hohen Fanglohnes beschleunigt und erreichte in den drei Jahrzehnten von 1660 bis 1690 ihren Höhepunkt. Der Luchs mußte sich aus dem Hochspessart zurückziehen und konnte sich nur in den Steilhängen des Maintales noch eine Weile halten, bis im Jahre 1693 sein autochthoner Bestand erlosch. Seitdem ist der Spessart luchsfrei geblieben.

Summary

Reliable even though incomplete figures about the occurrence of the Eurasian lynx (*Lynx lynx* L.) in the Spessart are found in the accounts of the tax authorities from the period when Archbishops of Mainz were archchancellors of the Empire. The occurrence of 72 lynxes is proved in the period from 1613 until 1715.

In the confusion of the Thirty Years' War the lynx could regain its natural range and spread over almost the entire Spessart. After the Peace of Westphalia the extermination of the predator was declared a national-political aim. The hunt began slowly at first, but then was accelerated by a high fee and reached its climax in the decades from 1660 until 1690.

The lynx had to withdraw from the Hochspessart and could only survive in the scarps of the valleys of the river Main. In 1693 its autochthonal population died out. Since then the Spessart has remained free of lynx.

1 Einleitung

Im Winter des Jahres 1644 haben die Kurmainzischen Jäger „oberhalb Lohr beim Pfistershof einen großen Luchs geschossen“ (STAUDINGER, 1999). In den Wirren des Dreißigjährigen Krieges nimmt es Wunder, daß sie Zeit dazu fanden. Sie brachten ihn zur Kellerei und forderten den herkömmlichen Fanglohn, einen Malter Korn. Ein Malter, etwa 150 Liter nach heutigem Gemäß, war viel Getreide zu einer Zeit, als man für Geld kaum Brot kaufen konnte. Der sogenannte Amtskeller verbuchte als Leiter der Finanzverwaltung diesen Fanglohn in seiner Rechnung und überlieferte somit eine Art Streckenmeldung. Die Kellerei-Rechnungen sind unsere einzige Quelle. Erzählende Akten über den Luchs fehlen völlig, auch in der mündlichen Überlieferung hat er, ganz im Gegensatz zum Wolf, keine Spuren hinterlassen. Waldabteilungen mit seinem Namen müssen erst noch gesucht werden. Bisher ist nur der „Luchschlag“ in der Hohen Wart bekannt geworden.

Die Rechnungen zu durchforsten ist ein mühsames Unterfangen, je Kellerei eine Serie, je Jahr einen Band. Deshalb hat sich in der Literatur auch noch niemand damit befaßt. Für den Zeitraum von 1630 bis 1715 finden sich 72 Luchse nachgewiesen, weniger als ein Stück im Jahr, ein verschwindend kleiner Bestand im riesigen Spessart. Doch ist zu bedenken, daß nur die kurmainzischen Zahlen vorliegen, die übrigen, im Spessart ansässigen Herrschaften jedoch fehlen. Aus der räumlichen Ausdehnung läßt sich allerdings ermessen, welch weiten Lebensraum der Luchs beansprucht, weit mehr als der Wolf. Auf derselben Fläche sind im gleichen Zeitraum 1.174 Wölfe erlegt worden, mehr als das Fünfzehnfache!

Allein aus seiner Seltenheit ergibt sich, daß der Luchs keinen allzu schweren Schaden an Wild und Weidevieh anrichten können. Und doch wurde er als schadbares Tier geächtet und mit Bär und Wolf in einem Atemzug genannt. „Alles Haar- und Federwild hat an dem Luchs einen furchtbaren Feind, und selbst der Hirsch ist vor ihm nicht sicher.“, schrieb noch 1836 ein sehr berühmter Forstmann, der es eigentlich hätte besser wissen müssen: Georg Ludwig Hartig! (HARTIG, 1836).

Bei dieser Einstellung ging es nicht darum, den Luchs kurz zu halten, sondern ihn völlig auszurotten. Wie dieser Ausrottungsfeldzug verlief, zeigt Abb. 1.

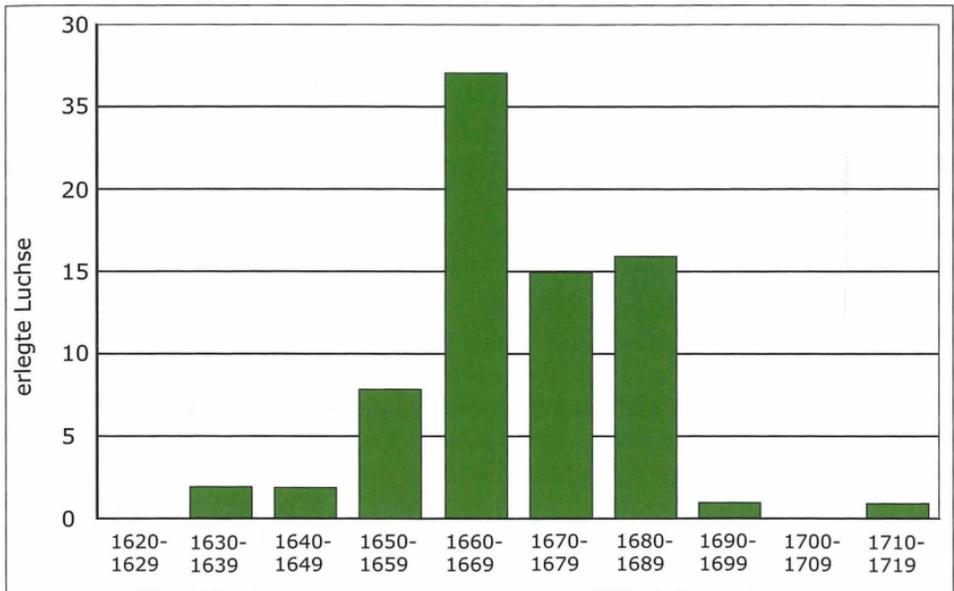


Abb. 1: Luchsstrecke zwischen 1620 und 1719. Zwischen 1630 und 1719 wurden im kurmainzischen Spessart 72 Luchse erlegt. Ab ca. 1670 begann der letzte Vernichtungsfeldzug gegen den Luchs (Grafik: H. Staudinger)

2 Erholungsphase

Für die Vorkriegszeit können wir annehmen, daß die Jägerei alles Raubwild scharf bejagt und bis auf den „eisernen Bestand“ ausgedünnt hatte. Während des Dreißigjährigen Krieges (1618 - 1648) ließ die Bejagung nach, wenn sich auch die Untertanen den üppigen Fanglohn nicht entgehen lassen wollten und den Luchs mitnahmen, wo sie ihn kriegten. So hat der Frammersbacher Friedrich Schilling beim Waldgang 1644 einen Luchs auf dem Eichbaum erspäht, ihn heruntergejagt und erschlagen (STAUDINGER, 1999).

Der Herrschaft fiel es indessen schwer, den Fanglohn zu zahlen, vor allem wenn Kriegsvölker einfielen und die Speicher plünderten. Der Luchs nutzte die Schonzeit zwischen 1618 und 1648, um seinen Bestand aufzubauen. Allerdings erreichte er den Unterrhein nicht, während der Wolf 1640 bis Klingenberg vorstieß.

Nach dem Westfälischen Frieden scheint die Jägerei anderes im Sinn gehabt zu haben. Allzu langsam lief die Bejagung an, der Bestand wuchs weiter und erreicht seinen Höchststand. Bei hohem Wildstand läßt sich leicht Beute machen. Dem Untertanen Erasmus Stürmer von Breitenbrunn fiel 1644 ein Ge-

heck mit zwei Jungen in die Hände. Ausgehobene Welpen machten beim Wolf mehr als ein Drittel der Strecke aus; beim Luchs wurde nur dieser eine Fall bekannt.

Auch die Luchsin muß öfters auf Streifzug ausgehen. Ließ sie sich mit ihrem Anhang blicken, waren meist alle drei verloren. Der Förster Lorenz Muth von Rieneck hat 1662 die Fähe mitsamt den Jungen vom Baum heruntergeschossen. Drei Jahre später hat sein Kollege Hans Stenger von Habichsthal mit den Hunden eine Luchsin gefangen, noch bevor sie aufbaumen konnte.

Zufällige Ereignisse hat auch der oberste Jagdherr gerne mitgenommen. Auf seinem berühmten Jagdzug anno 1880 hat Kurfürst Anselm Franz von Ingelheim auf der Sauhatz einen seltenen Beifang gemacht: einen Luchs! Sein Leibarzt beschreibt in einem langatmigen Gedicht, betitelt „Der Spaß im Spesart“, wie die Herren Kavaliere sich einen Spaß daraus machten, dieses seltene Wildpret zu verspeisen (STAUDINGER, 1999):

„Wir haben kurz darauf den Luchs genommen ein
Am Tisch, das lasset mir einen Leckerbissen sein.“

3 Der „Luchskrieg“ (1666 - 1693)

Nachdem die dringlichsten Aufbauarbeiten erledigt waren, konnte sich der Staat dem Luchs zuwenden. In der Forstordnung von 1666 erklärte er die „Vertilgung der schadbaren Tiere“ zum staatspolitischen Ziel. In erster Linie zielte dies zwar auf den Wolf ab, der Luchs war aber ebenfalls gemeint.

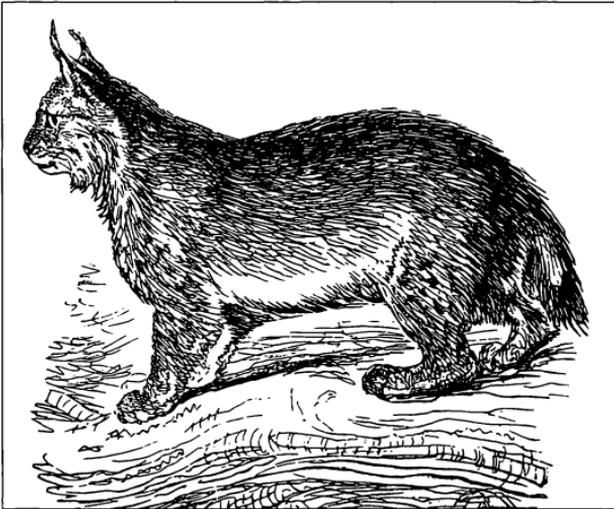


Abb. 2: „Der Lux“ (Zeichnung von Conrad Greuther, 1706)

Der Kurfürst schaffte eiserne Fallen an und ließ sie unter die Jäger und Forstknechte verteilen. Mit diesen eisernen Fallen, die der Luchs weit weniger als der Wolf scheuen soll, machten die erfolgreichsten Kurmainzer Luchstöter ihre Strecke. Der Jäger Michel Braun von Rothenbuch und der Förster Klaus Ruppert von Langenprozelten haben in mehr als zwanzig Jagdjahren jeder für sich sechs Luchse gefangen. Beide zählten zudem zu den erfahrensten Wolfsjägern im Erzstift. Braun steht mit 45 Wölfen auf Platz eins, Ruppert mit 29 auf Platz drei der Rangliste.

Ein regelrechter Luchskrieg war entbrannt, die Strecke stieg auf ihren Höhepunkt. Daraufhin zog sich der Luchs aus den Randlagen zurück, 1663 aus dem Nordspessart und 1667 aus dem Süden.

In den 1670er Jahren schienen sich die wirtschaftlichen Verhältnisse soweit gebessert zu haben, daß ein Sack Getreide keinen großen Anreiz mehr darstellte. Um den Jagdeifer anzuspornen, erging 1676 der kurfürstliche Befehl an alle Kellereien, statt des Getreides einen Goldgulden als Fangprämie zu zahlen. Als Folge wurden die höchsten Jahresstrecken erzielt, jeweils fünf Luchse in den Jahren 1683 und 1688.

Diese Verluste konnte der Luchs nicht mehr verkraften. Im Hochspessart erlosch der autochthone Bestand des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx* L.), auch Nordluchs, Europäischer oder Gewöhnlicher Luchs genannt, um 1685.

Nur noch in den Steillagen des Maintals konnte sich eine Restpopulation halten, bis 1693 die Erlegung des letzten Luchses im Amt Lohr den Abschluß des



Abb. 3: „Der Luchs“
(Zeichnung aus
FLEMMING, 1749)

Vernichtungsfeldzuges markiert. Ungerührt verbuchte der Keller das Fanggeld „vor einen todt geschlagenen Lux“ (STAATSARCHIV WÜRZBURG, O. J.).

Von Ingelheims Nachfolger auf dem Heiligen Stuhl zu Mainz, der jagdlustige Kurfürst Lothar Franz von Schönborn, bekam zu seinem Leidwesen keinen Luchs mehr in freier Wildbahn zu sehen. Wohl oder übel mußte er ein Bild in Auftrag geben – „einen Luchs, nach dem Leben gemalt!“

4 Letzter Rückkehrversuch

Unerwartet hat sich im Winter des Jahres 1715 wieder ein Luchs spüren lassen im Spessart, wohl auf altem Fernwechsel zugewandert. Sofort wurde die Jägerei aufgeboten und die Fährte so lange ausgegangen, bis der Luchs steckte – und sollte die Suche Tage und Wochen dauern. Wie die Jagd ausging, hat der Keller beim Auszahlen des Fanglohnes vermerkt: „Die Jäger im Spessart empfangen von einem Luchs, welchen sie darin aufgesucht und geschossen.“

Dieses Waidmannsheil wurde triumphal gefeiert – da wird es im Spessart nicht viel anders zugegangen sein, als im benachbarten Thüringer Walde. In munterem Jagdzug marschierte die Jägerei nach Rothenbuch, voraus der Oberjäger



Abb. 4: Eurasischer Luchs (*Lynx lynx*) (Foto: P. Soural)

zu Pferde, Treiber trugen die Beute an einer Stange, die Dorfmusik spielte, Jubel erschallte. Der Zug hielt vor der Kellerei und lieferte unter dreimaliger Gewehrsalve den Luchs ein. Während ihn die Jäger im Wirtshaus weidlich tottranken, wurde er in der Kellerei zur Schau gestellt und fand reichlichen Zulauf bis in die tiefe Nacht hinein.

Seitdem ist der Spessart luchsfrei geblieben, dreihundert Jahre lang. Heutzutage wird viel über eine Wiederansiedlung gesprochen. Wer sie fordert, sollte dies nicht forstgeschichtlich unvorbereitet tun, damit sich nicht die gleichen Fehler wiederholen wie bei der Wildkatze. Denn eine Aussetzung wird nur dann von Erfolg gekrönt sein, wenn man die Ausrottungsgeschichte kennt. Übrigens ist Kurfürst Lothar Franz doch noch zu seinem leibhaftigen Luchs gekommen. Wie er den Balg verwendete, hat er die Nachwelt wissen lassen: als „Camisol mit Luxheuthen“ – als pelzgefütterte Weste!

5 Literatur

FLEMMING, J. F. VON (1749):

Der vollkommene Teutsche Jäger. – Leipzig.

HARTIG, G. L. (1836):

Lexikon für Jäger und Jagdfreunde. – Berlin.

STAATSARCHIV WÜRZBURG (O. J.):

Bestand. Rechnungen der Kellereien: Oberkellerei Aschaffenburg, R 27289 - 27376;

Kellerei Klingenberg, R 30942 - 31044;

Kellerei Lohr, R 28164 - 28268;

Kellerei Rieneck, R 8911 - 8957;

Kellerei Rothenbuch, R 15986 - 16003;

Kellerei Stadtprozelten, R 30708 - 30707.

STAUDINGER, H. (1999):

Die Ausrottung des Wolfes im Kurmainzer Spessart. – **In:** Aschaffener Jahrbuch 20. – Aschaffenburg.

Anschrift des Verfassers:

Heinz Staudinger

Erlenstraße 10

D-97828 Marktheidenfeld

**Hans Schiffmeyer (1867 - 1953).
Biologe, Mathematiker,
Studienprofessor, Förderer des
Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V.**

ELMAR ULLRICH

Zusammenfassung

Dieser Aufsatz bringt Erinnerungen an Hans Schiffmeyer (1887 - 1953) und Daten zu seinem Werdegang. Er war ein verdientes Mitglied des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. (NWV) und ein hervorragender Naturwissenschaftler. Der Autor berichtet zudem über die Tätigkeiten Schiffmeyers als Lehrer und Lehrerbildner, der es ausgezeichnet verstand, bei seinen Schülern Begeisterung für die Natur zu wecken.

Summary

This article gives reminiscences and an account of the biography of Hans Schiffmeyer (1887 - 1953). He was a deserving member of the "Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V." (NWV) and a important natural scientist. Schiffmeyer also was an engaged teacher, who believed in the benefits of visual instruction to wake his students' enthusiasm for nature.

1 Erinnerungen

Es gibt Lehrer, die man nie vergißt, weil sie einen geprägt haben, und denen man zeitlebens ein treues Andenken bewahrt. Ein solcher Lehrer war Hans Schiffmeyer, der Biologe und Mathematiker.

Zusammenfassung und Summary von Joachim G. Raftopoulo

„Um die Sache kurz zu machen“, diesen Ausdruck hat er gerne verwendet, schon als Fünfjähriger hatte ich großes Interesse für Pflanzen, Tiere und Steine. Mein Vater hat mir bei Spaziergängen viel gezeigt und erklärt. Zudem hatte ich Lehrer wie Cornel Schmitt (ULLRICH, 1993) und Adam Guckenberger, die diese Grundkenntnisse erweiterten. Hans Schiffmeyer hat darauf aufgebaut und mich entscheidend gefördert. Leider unterrichtete er in Mathematik (mein „Schmerzensfach“) zwei Jahre zu spät – wir hatten zuvor einen Mathematiker, der zwar viel redete, aber nichts erklären konnte. Er hat uns trotz ehrlicher Bemühung vor der Mathematik das Fürchten gelehrt.

„Schiffes“ war ganz anders. Er verstand es, uns mit ganz einfachen Worten die Schwierigkeiten von Algebra und Geometrie zu entschärfen, so daß wir schließlich auch verstanden, worum es ging. Nur fehlten uns manche Grundlagen, die sein Vorgänger nicht verständlich erklärt hatte. Schiffmeyer verstand es auch glänzend, uns die Schönheit der Mathematik aufzuzeigen.

Gelegentlich verblüffte er uns mit Rätseln und Paradoxien – wir staunten. Einmal, es war gerade Fasching, „bewies“ er uns, daß eins gleich zwei ist.

Frage: Wo steckt der Fehler? Wie machte er das?

„Also, wir nehmen eine Zahl und bezeichnen sie mit a . Dann nehmen wir eine gleichgroße Zahl, die wir b nennen. Wir haben also die Gleichung

$$a = b$$

Multiplizieren wir beide Seiten mit a , dann erhalten wir:

$$a^2 = ab$$

Nun subtrahieren wir von beiden b^2 , dann ergibt sich:

$$a^2 - b^2 = ab - b^2 \text{ oder } a^2 - b^2 = b(a - b)$$

$a^2 - b^2$ läßt sich zerlegen in $(a + b)(a - b)$ (Differenz der Quadrate);

$(a - b)$ läßt sich auf beiden Seiten verkürzen.

Es bleibt also: $a + b = b$. Setzen wir für a die Zahl 1, dann erhalten wir $1 = 2$. Wo steckt der Fehler?“

Wir probierten. „Schiffes“ ließ uns etwas zappeln.

Und dann die Lösung: $1 - 1 = 0$.

Wir hatten eine Division durch Null durchgeführt und eine solche ist unmöglich, da man keine Zahl durch Null dividieren kann.

Ein anderes Mal verblüffte er uns mit folgender Aufgabe: „Spannen wir um unsere Erdkugel eine Schnur (am Äquator) und verlängern wir nun die Schnur um einen Meter. Wie weit steht die Schnur von der Erdoberfläche ab? Kann da gerade eine Ameise durchkriechen? Oder ein Mensch?“

Es ergibt sich, daß bei der Lösung der Erdradius herausfällt. Der Abstand beträgt etwa 64 cm.

„Schiffes“ als echter Pädagoge liebte die direkte Anschauung. Beim Biologie-Unterricht brachte er oft die durchzunehmenden Objekte mit. Mir sind da in Erinnerung: Beinwell (*Symphytum spec.*), Osterluzei (*Aristolochia clematidis*), Aronstab (*Arum spec.*), Wurmfarne (*Dryopteris spec.*), Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*). Einmal war die unter Naturschutz stehende Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*) dabei, worauf er eindringlich hinwies. An diesen Pflanzen erklärte er uns die Tricks der Natur zur Arterhaltung, so die Kesselfliegenfalle bei Osterluzei und Aronstab, das Prothallium beim Farn und anderen Sporenpflanzen, das „Hebelwerk“ bei der Bestäubung der Blüte des Wiesen-Salbeis usw. Bei der Fliegen-Ragwurz erklärte er uns den „Sex-Trick“:

Sie lockt durch einen Duftstoff bestimmte Fliegenmännchen an, die dann bei ihren Begattungsversuchen die Blüte bestäuben.

Im Mikroskop sahen wir die Schraubenalge (*Nostoc spec. u.a.*), vor allem aber die Infusorien, besonders die Pantoffeltierchen (Paramecien). So erfuhren wir durch „Schiffes“ viel Interessantes über die Lebewelt im Kleinen – für das bloße Auge nicht sichtbar, aber von größter biologischer Bedeutung – wie etwa Schimmelpilze, Hefepilze und Bakterien.

Man durfte „Schiffes“ jede Pflanze, jedes Tier mitbringen – er wußte Bescheid. Einmal brachte ich ihm eine hübsche Raupe mit. Es war die Raupe eines herbstlichen Schmetterlings, des Kleinen Bürstenspinners (*Orgyia antiqua*). Wir Buben sagten natürlich „Bürstenbinder“.

Einmal fand ich im Ringpark eine nußähnliche Frucht. „Schiffes“ sagte sofort: „Das ist eine amerikanische Verwandte unserer Walnuß, nämlich die Schwarzwalnuß, *Juglans nigra*.“

„Schiffes“ führte uns sogar in die Grundlagen der Astronomie ein. Er hielt auch Führungen über den Sternenhimmel und über die Pracht des Weltalls für den Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg. Bei der Behandlung der sphärischen Trigonometrie berechneten wir Sonnenaufgänge und lernten die Orts- und Zeitbestimmung kennen. Und er lehrte uns das Staunen über die Größe des Weltalls und die Ehrfurcht vor der Schöpfung. Dies interessierte mich sehr und so bewältigte ich die hier auftretenden mathematischen Probleme leicht. Doch mit der Algebra hatte ich es nicht so sehr. Unser guter Professor Schiffmeyer sagte einmal zu mir in seiner typisch betonten Redeweise: „Ullrich, Sie sind ein Al-ge-bräikerr! Das heißt aber nicht, daß Sie Algebra können – ich meine das im Sinne von Rheumatiker, einem, der darunter zu leiden hat.“ Seine Sprache war stets deutlich akzentuiert – obwohl er Unterfranke war. Mundart oder Anklänge von Dialekt, so etwas gab es bei ihm nicht. Seine Sprache war gepflegt, deutlich und unmißverständlich.

Nicht nur wir (in den Jahren 1936 - 1945) schätzten unseren „Schiffes“ sehr – das taten schon die Studenten der Lehrerbildungsanstalt. Sie nannten ihn „Pi“ (π).

1937/38 führte er uns Vogelstimmen auf Schallplatten vor, die ihm sein Freund Guckenberger (ULLRICH, 2002/03) besorgt hatte. Er verstand es meisterhaft, uns auf typische Singweisen aufmerksam zu machen, zum Beispiel auf die „Würzgebier“-Strophe vom Buchfink (*Fringilla coelebs*) oder auf den Paarungsruf der Kohlmeise (*Parus major*) „zizi bee, zizi bee“.

Als wir die Säugetiere durchnahmen, erzählte er uns Beispiele von der „Klugheit“ seines Hundes, der ein besonderes Gespür hatte, um verlorene Gegenstände (besser ausgedrückt: weggeworfene Gegenstände) aufzuspüren und zu bringen.

Als er in Zoologie die Quallen und Polypen behandelte, brachte er uns in einem Glas einen lebenden grünen Süßwasserpolyphen mit (*Chlorohydra viridissima*).

Ein anderes Mal berichtete er, daß Malaria nicht durch Bakterien hervorgerufen wird, sondern durch ein Tier (*Plasmodium spec.*), das über eine bestimmte Stechmücken-Gattung (*Anopheles*) verbreitet wird. Er erklärte uns auch den höchst komplizierten Entwicklungsvorgang (Generationswechsel). Als Soldat später in Rußland, während des Zweiten Weltkriegs, mußten wir regelmäßig Atebrin-Tabletten schlucken zur Vorbeugung gegen die in Rußland häufige Malaria tertiana – da dachte ich oft an „Schiffes“.

Und wenn ich Urlaub hatte, besuchte ich ihn, ebenso wie seinen Freund Guckenberger. Leider riß die gute Verbindung ab, als ich im Oktober 1943 in russische Kriegsgefangenschaft geriet, aus der ich erst im Herbst 1949 zurückkehrte. Ich habe ihn leider nie wieder gesehen – ich erfuhr, daß er an Tuberkulose erkrankt war. Er verbrachte die letzten Lebensjahre in Arnstein. Am 17. Januar 1953, nach langer, schwerer Krankheit, ist er in die Ewigkeit eingegangen. Auf dem Friedhof Maria-Sontheim hat er seine letzte Ruhestätte gefunden, bei der schönen Wallfahrtskirche mit den Gedenkstätten der Familie der Freiherren von Hutten. Ich besuche immer wieder das Grab, wo er mit seiner Frau Sophie beigesetzt ist. Viele seiner ehemaligen Schüler tun es ebenso.

2 Hans Schiffmeyer und der Naturwissenschaftliche Verein Würzburg

Seine Biologiestunden hat er gerne genutzt, um für Besuche im Fränkischen Museum für Naturkunde zu werben und – vor allem in den Oberklassen – um Mitgliedschaft beim NWV. Seine Werbeaktion war sehr erfolgreich – der größte Teil unserer Klasse war Mitglied.

Er war zwar mit uns nicht im Museum – das tat sein Freund Guckenberger (ULLRICH, 2002/03), aber er forderte uns auf, das Museum zu besuchen, speziell die Abteilung mit den Objekten, die er im Unterricht durchnahm.

3 Leben und Entwicklung

Hans Schiffmeyer wurde am 14. September 1887 in Willanzheim geboren. Er besuchte dort die Volksschule und anschließend die Präparandenschule in Arnstein. Danach war er im Königlichen Lehrerseminar Würzburg, wo er am 14. Juli 1905 seine Abschlußprüfung ablegte.

Darauf war er Schulverweser und Aushilfslehrer in Sulzfeld, Karlstadt, Laufach, Königshofen und Arnstein. Am 5. Dezember 1909 legte er die Anstellungsprüfung (damalige Bezeichnung: Staatskonkurs) ab.

Vom 1. Mai bis zum 21. August 1911 wirkte er als Präparanden-Aushilfslehrer und wurde im gleichen Jahr Präparandenlehrer in Arnstein.

Nach Ende des Ersten Weltkriegs bot sich Schiffmeyer die Gelegenheit zu studieren, zunächst in Würzburg, dann folgte ein zweijähriges Hochschulstudium in München. 1922/23 legte er die Prüfung für das Lehramt an Lehrerbildungsanstalten ab – in den Fächern Mathematik und Beschreibende Naturwissenschaften.

Am 20. November 1923 wurde er Studienrat und am 1. Mai 1924 wurde er an die Lehrerbildungsanstalt Würzburg versetzt. Die Amtsbezeichnung „Studienprofessor“ wurde ihm am 20. November 1939 verliehen.

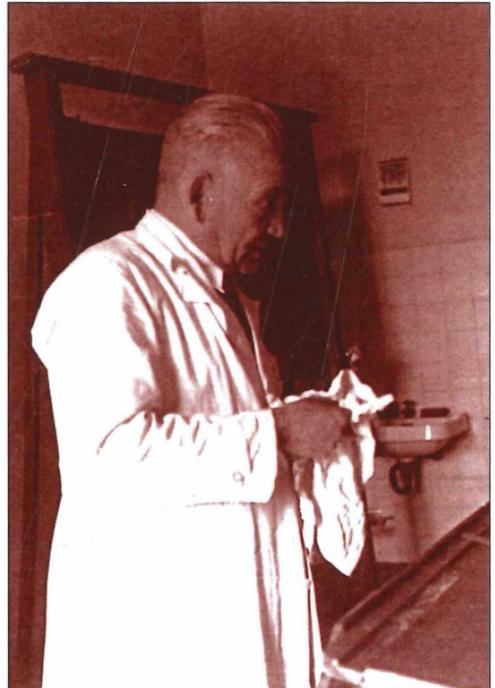


Abb. 1: Hans Schiffmeyer (1887 - 1953) (Foto: Archiv Dr. Ullrich)

1937 war er Stellvertretender Direktor der Deutschen Aufbauschule nach dem Ausscheiden von Studienprofessor Karl Wolf. Dieses Amt übte er zusammen mit seinen Kollegen Hans Rix bzw. Grünholz (nach der Einberufung von Rix zur Wehrmacht) von der Oberrealschule aus.

Am 1. Oktober 1952 wurde Schiffmeyer pensioniert, bereits schwer krank. Er starb am 17. Januar 1953. Die Tuberkulose wurde bei einer Röntgen-Reihenuntersuchung entdeckt.

Hans Schiffmeyer hatte einen Sohn, Waldemar (er ist 1983 verstorben), und eine Tochter, Hildegard, die in Reutlingen lebt. Er teilte ihr einmal mit, nachdem er von mir von der Front Post erhalten hatte: „Das ist ein treuer, anhänglicher Bursche, auch wenn er nicht immer gute Noten bei mir hatte.“ Und diese Aussage hat sie mir übermittelt.

4 Danksagung

Es wurde nahezu keine Literatur verwendet. Der Text dieser Arbeit beruht hauptsächlich auf Erlebnissen und Augenzeugenberichten des Verfassers. Die Daten über das Leben von Hans Schiffmeyer verdankt der Verfasser Frau Hildegard Herb, Reutlingen, der Tochter von Hans Schiffmeyer

5 Literatur

ULLRICH, E. (1993):

Cornel Schmitt (1874 - 1958). Lehrer – Musiker – Biologe – Lehrerbildner – Pionier des Naturschutzgedankens. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **34**: 185 - 208.

ULLRICH, E. (2002/03):

Adam Guckenberger (1886 - 1964). Studienprofessor, Lehrerbildner, Naturwissenschaftler und einer der Pioniere des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **43/44**: 209 - 221.

6 Anhang

Anmerkung:

Wir Buben (heute: Teenager) haben uns Gedanken gemacht, wie Hans Schiffmeyer reagieren würde, wenn einer von uns bei ihm aufkreuzen würde: „Herr Professor, ich kann ohne Ihre Tochter nicht leben!“

Er hätte sicherlich gesagt: „O weh, Sie Ärmster, da müssen Sie sterben!“ . Das war so seine typische Art, ja, „um die Sache kurz zu machen“...

Ich weiß, daß seine Tochter schon verlobt war, aber leider ist ihr Partner 1941 zu Beginn des Ostfeldzuges gefallen. Ich habe durch einen Feldpostbrief meines Bruders davon erfahren und Schiffmeyer sofort kondoliert. Schicksale!

Anschrift des Verfassers:

Dr. Elmar Ullrich
Sandstraße 3
D-97218 Gerbrunn

**Paarungsquartiere des Großen Abendseglers
(*Nyctalus noctula* SCHREBER)
(Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae)
im Würzburger Ringpark**

KLAUS WENGER

Zusammenfassung

Im Sommer 2004 hat der Autor im Würzburger Ringpark Balzquartiere des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula* SCHREBER, 1774) dokumentiert. Zur Einordnung der Entdeckung gibt er eine kurze Übersicht über die Lebensweise dieser Fledermausart und referiert den bisherigen Kenntnisstand über Vorkommen des Großen Abendseglers in und um Würzburg.

Summary

In summer 2004, the author discovered “advertisement songs“ out of mating roosts by male noctule bats (*Nyctalus noctula* SCHREBER, 1774) inside the annular city park (Ringpark) in the old town of Würzburg. As a support for assessment, he gives a short overview of the behaviour of this species and refers the knowledge of presence of noctule bat in the area.

1 Neuentdeckung von Balzquartieren im Ringpark

Sommerquartiere der baumbewohnenden Fledermausarten sind relativ schwer zu entdecken. Sie befinden sich in aufgelassenen Spechthöhlen oder unter abgeplatzter Rinde morscher Bäume, und in der Regel in größerer Höhe. So ist man auf Zufallsfunde angewiesen, zum Beispiel bei der Kontrolle von Fledermauskästen oder beim Fällen der Bäume.

Eine Ausnahme macht der Große Abendsegler (*Nyctalus noctula* SCHREBER, 1774): Im August besetzen adulte Männchen Baumhöhlen, aus denen sie regelmäßig rufen, um Weibchen anzulocken und um ihr Revier abzugrenzen.

Bei Begehungen mit dem Bat-Detektor konnten im August 2004 an 14 Stellen des Würzburger Ringparks diese Balzrufe festgestellt werden, an fünf von diesen Stellen gelang sogar die Lokalisierung des Quartierbaumes (siehe Abb. 5).

Ein Gebiet liegt zwischen Ludwigsbrücke und Sanderstraße, ein zweiter Bereich mit schwächerer Aktivität befindet sich am Friedrich-Ebert-Ring in Höhe von Klein-Nizza und ein dritter an der Martin-Luther-Straße in Höhe des Hauptfriedhofs. Ein isoliertes Quartier am Congress Centrum Würzburg hängt wohl mit der Nähe zum Main zusammen. Der Alte Hafen ist ein stark frequentiertes Jagdgebiet der Tiere.

Auffällig ist, daß sich alle Quartiere am Außenrand des Ringparks befinden (Süden, Südosten). Möglicherweise werden sie dort besser von der Sonne erreicht.



Abb. 1: Quartierbaum, Nähe Ludwigsbrücke (Foto: K. Wenger)

2 Bedeutung der Balzquartiere

Um den Fund einordnen zu können, folgen nun einige Hinweise zur Lebensweise dieser Fledermausart.

Die Geschlechter verbringen den Winter gemeinsam in größeren Gruppen in Baumhöhlen oder in Spaltquartieren an Gebäuden, und zwar vom winterwarmen Südwesten Deutschlands bis in die Schweiz und Frankreich hinein. Die Quartiere müssen vor strengen Frösten geschützt sein, dürfen aber nicht zu warm werden, da sonst der energiesparende Winterschlaf nicht möglich ist.

Im Überwinterungsgebiet findet man im Sommer nur Männchen. Im Mai verlassen nämlich die trächtigen Weibchen die Quartiere und wandern mehrere hundert Kilometer nach Nordosten in die Seengebiete Brandenburgs und Mecklenburg-Vorpommerns. Dort bekommen sie ihre Jungen. Sobald diese ausgeflogen sind, beginnt im August die Rückwanderung in die Überwinterungsgebiete. Hier fressen sie sich im Oktober den letzten Winterspeck an, zum Teil schon am späten Nachmittag, um das nun reiche Angebot zu nutzen (GEBHARD, 1997), sind doch um diese Jahreszeit Schwalben und Mauersegler schon in den Süden abgezogen, die im Sommer tagsüber die Insekten am Himmel abräumen. In diesen Zeitraum fallen auch die Balz und die Paarung.

3 Bisher bekannt gewordene Beobachtungen in der Region

Bisher war bekannt, daß Große Abendsegler in Unterfranken überwintern. So entdeckte man schlafende Tiere zum Beispiel bei Holzarbeiten im Würzburger Ringpark (mündl. Mitteilung Gartenamt Würzburg), im Taubertal (KERTH et OTREMBIA, 1991), im Guttenberger Forst (KERTH et OTREMBIA, 1991), im Stadtpark von Aschaffenburg (SCHÖNMANN, KUCHENMEISTER et KUNKEL, 2001). In Lohr am Main überwintern über 100 Große Abendsegler im Glockenturm der Pfarrkirche St. Michael (SCHÖNMANN, KUCHENMEISTER et KUNKEL, 2001). Im Jahre 2003 wurden in Schweinfurt bei Bauarbeiten an einem Hochhaus rund 800 (sic!) schlafende Große Abendsegler entdeckt, das größte bayerische Winterquartier seit 100 Jahren (RUDOLPH, 2003).

Jagende Große Abendsegler kann man den ganzen Sommer über in der Region feststellen, mit Schwerpunkten in den Wandermonaten April/Mai und Mitte August bis Ende Oktober (KERTH et OTREMBIA, 1991). Sie sind relativ leicht nachzuweisen, da sie schon in der frühen Dämmerung ausfliegen und aufgrund ihrer Größe, ihrer Silhouette und ihres markanten Flugstils (im freien Luftraum über den Baumwipfeln) leicht zu erkennen sind. Die Ortungsrufe sind aufgrund der Ruffrequenz und der Lautstärke unverwechselbar. Außerdem findet man sie in Fledermauskästen. Offensichtlich halten sich in diesem Zeitraum zumindest Männchen (einzeln oder in Gruppen) hier auf.



Abb. 2: Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*) bei einer Kastenkontrolle im Prosselsheimer Wald (Lkr. Würzburg) im August 2004 (Foto: K. Wenger)

Während der Zugzeit jagen die Tiere schon vor Sonnenuntergang, zum Beispiel konnte man am 16. und am 21. April 2007 in Würzburg jeweils fünf bis acht Tiere kurz nach 20.00 Uhr in Würzburg über den Mainwiesen an der Talavera und über den Alleebäumen der Weißenburger Straße beobachten.

Den Sommer über erscheinen die Großen Abendsegler erst in der frühen Dämmerung und jagen einzeln. Man trifft sie sehr oft jagend über dem Main und über den Auwaldresten im Maintal an, aber auch in den Nebentälern, wie zum Beispiel im Pleichtal zwischen „Europa-Stern“ und Versbach, im Kürnachtal zwischen Lengfeld und Estenfeld oder am Höchberger Waldsportplatz (Lkr. Würzburg).

Erst im Herbst sieht man sie wieder in Gruppen am hellen Tag jagen, zum Beispiel flogen am 23. und am 25. September 2005 ab 19.30 Uhr circa zwölf Große Abendsegler längere Zeit auf der Keesburg unterhalb der Wetterstation in zwei bis vier Meter Höhe über den Weinbergen, unbeachtet von den meisten Passanten, die in der Abendsonne direkt unter ihnen spazieren gingen!

Oder am 23. September 2006: Mindestens acht Große Abendsegler jagten um 18.00 Uhr über einer Hecke an der Straße zwischen Gaibach und Volkach (Lkr. Kitzingen), und eine halbe Stunde später waren circa 15 Tiere westlich

des Prosselsheimer Lagerhauses (Lkr. Würzburg) zwanzig Minuten lang zu beobachten.

Unbekannt sind bisher die Sommerquartiere der vielen beobachteten Großen Abendsegler.

Sicher sind die Baumhöhlen im Würzburger Ringpark auch vor der Balzzeit schon besetzt. Möglicherweise gibt es in der Region aber auch ein größeres Spaltenquartier an einem Gebäude.

Über Balzrufe aus Paarungsquartieren liegt bisher nur eine Mitteilung aus dem Klosterforst bei Kitzingen vor (KERTH et OTREMB, 1994).

Wochenstuben wurden in unserem Raum bisher nur selten entdeckt, zum Beispiel in Birkenfeld (Lkr. Main-Spessart) (SCHÖNMANN, KUCHENMEISTER et KUNKEL, 2001). Im Jahre 1991 wurde ein verletztes Jungtier in Veitshöchheim (Lkr. Würzburg) gefunden (KERTH et OTREMB, 1991).

Offen bleibt, ob die Balzrufe im Würzburger Ringpark durchziehenden Weibchen gelten, oder ob die „Bräute“ hier überwintern. Offen bleibt auch, ob die Paarungsquartiere in Kitzingen und Würzburg in unserem Raum die einzigen sind, oder ob sie nur die ersten sind, die mit den (mittlerweile auch für Amateure erschwinglich gewordenen) Bat-Detektoren entdeckt worden sind.

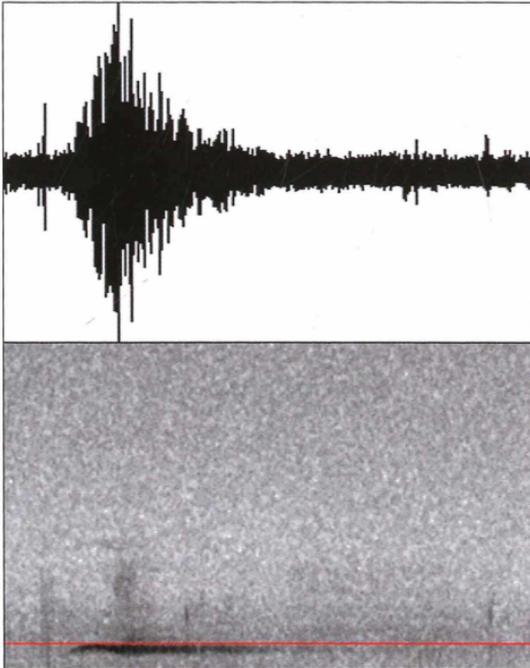


Abb. 3: „Sehnsuchtsruf“ eines Männchens des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*). Aufgenommen am 20.08.2004 im Würzburger Ringpark, Nähe Congress Centrum Würzburg; Dauer circa 0,5 Sekunden. Oben: Amplitude Schalldruck. Unten: Spektrogramm (10 kHz - 60 kHz); die Linie markiert ungefähr die obere Hörschwelle des Menschen (16 kHz), der Frequenzbereich unterhalb der Linie kann als hohes „Fiepen“ wahrgenommen werden. (Abbildung: K. Wenger)

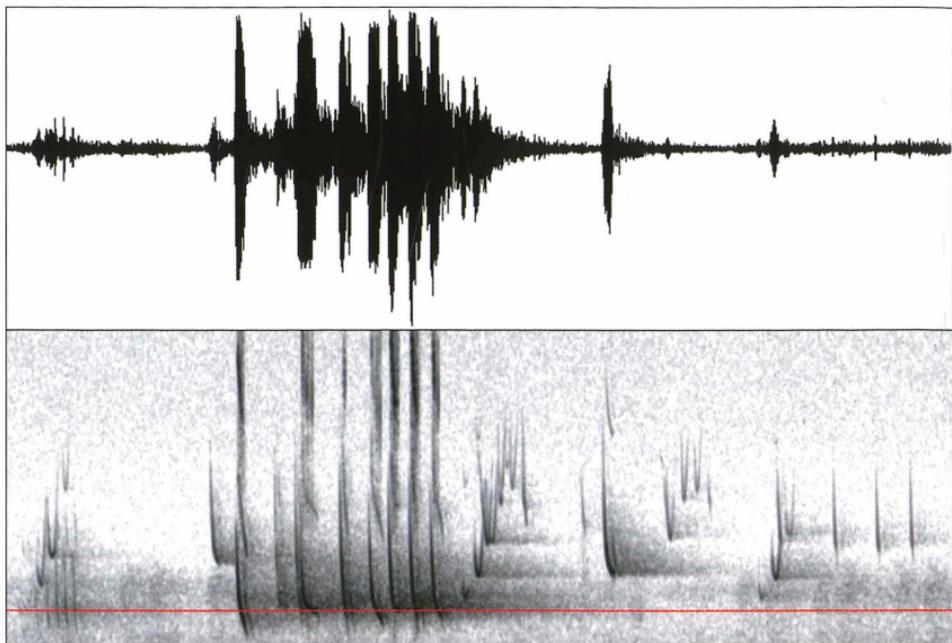


Abb. 4: Balzruf eines Männchens des Großen Abendseglers (*Nyctalus noctula*). Aufgenommen am 19.08.2004 um 21.30 Uhr im Würzburger Ringpark, Nähe Berliner Ring; Dauer circa eine 1,0 Sekunden. Oben: Amplitude Schalldruck. Unten: Spektrogramm; die Linie markiert ungefähr die obere Hörschwelle des Menschen (16 kHz), der Frequenzbereich unterhalb der Linie kann als hohes „Fiepen“ wahrgenommen werden. (Abbildung: K. Wenger)

4 Zwei exemplarische Aufnahmen von Rufen

Die Abb. 3 stellt den „Sehnsuchtsruf“ eines Männchens des Großen Abendseglers im Würzburger Ringpark physikalisch dar.

Das Tier ruft „auf Verdacht“, um von vorüberfliegenden Weibchen wahrgenommen zu werden. Da hohe Schallfrequenzen von der Luft stärker gedämpft werden, benutzt das Tier hier konstant tiefe Töne, die zu einer größeren Reichweite führen.

Die Abb. 4 zeigt den Balzruf eines Männchens des Großen Abendseglers. Hier wird ein vorüberfliegendes Tier beworben. Der „Sänger“ gibt sich wesentlich mehr Mühe, als bei den eintönigen Balzrufen.

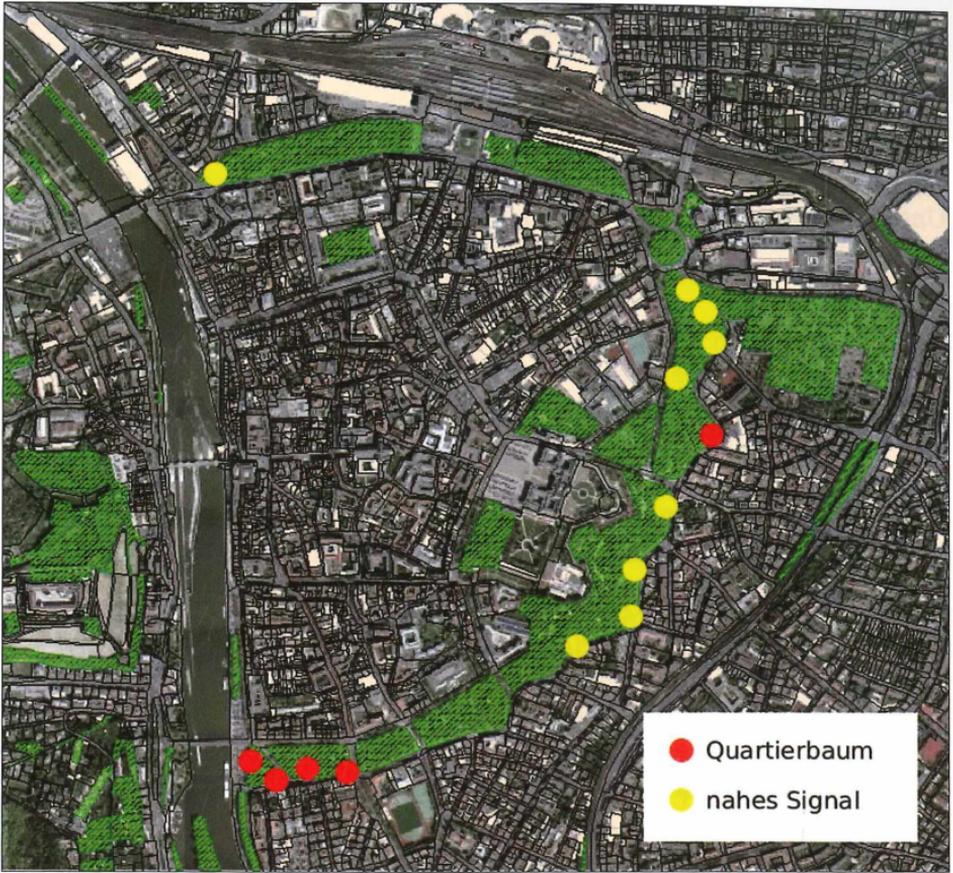


Abb. 5: Die Lage der Fledermausquartiere und detektierten Rufe im Würzburger Ringpark (August 2004). Grundlage: Luftbild (Umweltamt, Stadt Würzburg); leicht verändert (K. Wenger)

5 Die Lage der Balzquartiere

Die Abb. 5 zeigt die Lage der Balzquartiere des Großen Abendseglers im Würzburger Ringpark (August 2004) als Luftbild-Übersicht.

6 Verwendete Technik

Bei den Untersuchungen für diesen Beitrag wurde folgendes technisches Material verwendet: Pettersson Ultrasound Detektor D 240 (Detektor), Sharp

Minidisk-Recorder IM-DR 420 H (Aufnahme) und Praat 4.2 (Auswertungssoftware).

7 Danksagung

Der Autor dankt Herrn Günter Wolf vom Umweltamt der Stadt Würzburg, Untere Naturschutzbehörde, für die freundliche Bereitstellung des Luftbildes.

8 Literatur

GEBHARD, J. (1997):

Fledermäuse. – Basel (CH).

KERTH, G.; OTREMBA, W. (1991):

Fledermausvorkommen in Stadt und Landkreis Würzburg zwischen 1985 und 1991. – Abh. Naturwiss. Ver. Würzburg **32**: 67 - 108.

KERTH, G.; OTREMBA, W. (1994):

Zweiter Zwischenbericht zur Fledermauserfassung in den Landkreisen Würzburg und Kitzingen, November 1993 bis November 1994. – (Unveröff. Gutachten).

SCHÖNMANN, H.; KUCHENMEISTER, B.; KUNKEL, M. (2001):

Flora und Fauna im Landkreis Main-Spessart. Band 3. Fledermäuse. – Karlstadt.

RUDOLPH, B.-U. (2003):

Regionalabkommen zur Erhaltung der Fledermäuse in Europa. Bericht für das Bundesland Bayern. 2000 bis Frühjahr 2003. – Augsburg.

Anschrift des Verfassers:

Klaus Wenger
Händlerstraße 11
D-97074 Würzburg

Nekrolog

Zum Gedenken an Professor Dr. Leopold Schuà (03.10.1922 - 14.11.2005)

Am 14. November 2005 ist unser Kollege Professor Dr. Leopold Schuà, Universitätsprofessor und Leitender Regierungsdirektor i. R., in Würzburg verstorben.

Beide Autoren dieses Nachrufs waren ihm fachlich durch ihre Tätigkeit an der Universität Würzburg und im unterfränkischen Naturschutz sowie auch persönlich eng verbunden und möchten ihrem befreundeten Kollegen „Pol-di“ diesen Nachruf in den Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. widmen.

Leopold Schuà wurde am 3. Oktober 1922 in Buchau, Kreis Lütitz, Sudetenland, geboren. Sein Abitur bestand er 1941 in Kommotau.

Am 15. April 1945 erfolgte seine Fernimmatrikulation zunächst als stud. med. an der Deutschen Karls-Universität Prag, die dann im Verlauf des gleichen Semesters in eine Immatrikulation für das Studium der Biologie und der Geographie an der Prager Universität umgewandelt wurde.

Nach dem Zweiten Weltkrieg und der Entlassung aus der Kriegsgefangenschaft hat er an der Universität München Biologie und Chemie studiert und wurde am 15. November 1950 mit einer Dissertation über das Thema „Untersuchungen über die Einwirkung meteorologischer Elemente auf die Saugleistung und das Verhalten der Honigbiene“ zum Dr. rer. nat. promoviert. Die Doktorarbeit entstand im Arbeitskreis des weltberühmten Bienenforschers und späteren Nobelpreisträgers Professor Dr. Karl von Frisch und wurde in dessen Auftrag von Frau Professor Ruth Beutler betreut.

In dieser Zeit sind wir im Rahmen der von unserem Doktorvater Professor Dr. Karl Gößwald (Universität Würzburg) zusammen mit Professor Dr. Drs. hc. P. P. Grassé (Universität Paris) gegründeten I.U.S.S.I. (Internationale Union zum Studium der sozialen Insekten) Leopold Schuà und seiner Frau Romi erstmals begegnet, ehe sie 1954/55 nach Würzburg umgezogen sind. Dort wurde ihm bei der Regierung von Unterfranken das Fachgebiet „Aufsicht über die Gewässergüte“ übertragen. Vor seiner Berufung in dieses Sachgebiet war er für einige Jahre an der Bayerischen Landesanstalt für Reinhaltung der Gewässer und Abwasserbiologie in München tätig. Diese Münchner Landesanstalt war damals führend für dieses Gebiet. Sie stand unter Leitung von Professor Dr. H. Liebmann, der zusammen mit seinen Mitarbeitern das „Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie“ (München, 1962) herausgab und 1969 den „Gewässergüteatlas, seine Methodik und Anwendung“ publizierte.

Im Jahre 1970 entstand in Würzburg das von Leopold und Roma Schuà gestaltete Kosmos-Buch (Band 268), „Lebensraum Wasser – Geheimnisse in einer unbekanntten Welt“, insgesamt 86 Seiten mit 44 meisterhaft gestalteten Abbildungen. Dieses didaktisch hervorragend aufbereitete Bùchlein hat den Autoren groÙe Anerkennung verschafft und ist vielfach, besonders im Biologie-Unterricht an Hòheren Schulen, verwendet worden.

Zurùck zum Verlauf seiner Tàtigkeit bei der Regierung von Unterfranken: Am 27. Màrz 1956 erfolgte die Ernennung zum Regierungsrat, Aufgabengebiet „Gewàssergùte-Aufsicht“. Anfang der 70er Jahre folgte die Übertragung des Sachgebietes IV/ 7, „Wasserwirtschaft und Gewàssergùte-Aufsicht“.

Von Ende 1969 bis Ende 1970 war er Regierungsbeauftragter für Naturschutz in Unterfranken.

Am 9. April 1969 erfolgte die Ernennung zum Oberregierungsrat, am 14. August 1970 zum Regierungsdirektor und schließlich am 1. September 1979 zum Leitenden Regierungsdirektor.



Abb. 1: Prof. Dr. Leopold Schuà
(Foto: Archiv Dr. R. Schuà)

In der Würzburger Zeit ist er in engen Kontakt mit unserem gemeinsamen Mutterinstitut, dem Institut für Angewandte Zoologie, getreten, dessen Direktor Professor Dr. Karl Gößwald bis zum Kriegsende bei der ehemaligen Biologischen Reichsanstalt Berlin-Dahlem in Eberswalde das Sachgebiet „Waldameisenschutz“ abgewickelt hatte. Er konnte sich 1967 für Zoologie an der Universität Würzburg habilitieren und war zuerst ao. Professor und dann als o. Professor für Zoologie an der Universität Würzburg tätig.

Da Professor Dr. Karl Gößwald primär terrestrischer Ökologe und Entomologe war, bedurfte es im zoologischen Unterricht dringend einer Ergänzung nach der gewässerkundlichen Seite.

Deshalb hat er 1971/72 die Ernennung von Dr. Leopold Schuà zum Honorarprofessor an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Würzburg betrieben.

Am 25. Februar 1972 erfolgte die Ernennung von Dr. Leopold Schuà zum Honorarprofessor an der Naturwissenschaftlichen Fakultät mit dem Auftrag, die Gebiete „Angewandte Hydrobiologie“ und „Gewässerschutz“ im Rahmen des Lehrgebietes „Angewandte Zoologie“ zu vertreten.

Professor Dr. Leopold Schuà wurden nachstehende Ehrungen zuteil:

Bundesverdienstkreuz am Bande (01.03.1971); Bundesnaturschutzmedaille in Silber (07.11.1972); Verdienstmedaille in Gold des Fischereiverbandes Unterfranken (25.09.1977), welche ihm zwei Jahre zuvor in Silber verliehen worden war; Bayerische Umweltmedaille (17.07.1998).

Professor Dr. Leopold Schuà war mit dem Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg e.V. eng verbunden.

Denkwürdig bleiben seine lebhaften Vorträge, wie zum Beispiel „Gewässerschutz – eine Lebensnotwendigkeit“ (10.06.1960), „Der Main – der schmutzigste Fluß der Bundesrepublik?“ (24.05.1963) oder „Natur- und Landschaftschutzgebiete in Unterfranken“ (11.07.1969).

Einige seiner Veröffentlichungen in den Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. hatten wegweisenden Charakter für die Entwicklung des Gewässergütesystems in der Bundesrepublik Deutschland. Hier sind zu nennen: „Siebzehn Jahre Gewässergüteuntersuchungen am Main im Regierungsbezirk Unterfranken/Bayern“ (Band 9 – 1968) oder „Die Reaktivierung biologisch-ökologischer Systeme zur Stärkung der Selbstreinigung im Main, als Ausgleich für die ökologischen Schäden des Ausbaues zur Schifffahrtsstraße“ (Band 21/22 – 1980/81).

Während seiner Tätigkeit bei der Regierung von Unterfranken ging der Ausbau der Rhein-Main-Donau-Wasserstraße weiter. Nur der Weitsicht des geschulten Gewässerfachmannes und Naturschützers ist es zu verdanken, daß trotz des aus verkehrspolitischen Gründen erforderlichen Mainkanals zwischen

Volkach und Gerlachshausen, die herrliche Kulturlandschaft der Mainschleife von Astheim bis Schwarzenau als Ausgleichsgebiet erhalten wurde. Hierfür sind nicht nur die Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V., sondern alle Anliegergemeinden und Besucher dieses bedeutenden Fremdenverkehrsgebietes Professor Dr. Leopold Schuà zu Dank verpflichtet...

Wir möchten mit dieser Veröffentlichung sein Gedenken bewahren!

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Werner Kloft
Hofstatt 6
D-97209 Veitshöchheim

Prof. Dr. Gerhard Kneitz
Hans-Gebhardt-Straße 40
D-97280 Remlingen

Vereinsnachrichten über das Jahr 2004

1 Mitgliederstand

Am 1.1.2004: 290, am 31.12.2004: 283 Mitglieder.

2 Veranstaltungen

2.1 Vorträge

- 09.01.04: Robert Pfeifer, Bayreuth: „Neue Erkenntnisse zur Biologie Bayerischer Brutvögel“.
- 06.02.04: Prof. Dr. Jucundus Jacobeit, Univ. Würzburg: „Natürliche Klimaschwankungen - Anthropogene Klimaveränderungen“.
- 18.06.04: Prof. Dr. Gerhard Kneitz: „Der Beitrag des Naturwissenschaftlichen Vereins zum Jubiläumsjahr der Stadt Würzburg 2004: Naturkundemuseen in Würzburg – eine verlorene Tradition“.
- 22.10.04: Peter Fromke, Würzburg: „Lilien und Lilienverwandte in ihrer besonderen Schönheit“.
- 12.11.04: Dr. Frank Holzförster, Univ. Würzburg: „Karoo – eine fossile Welt im Süden Afrikas“.
- 03.12.04: Dipl.-Ing. Michael Schwahn, München: „Die Ringparkanlagen in Würzburg – ihre Entwicklung und ihre Gestalter: Lindahl, Swenson und Sturm“.

2.2 Exkursionen und andere Veranstaltungen

- 03.04. - Naturkundliche Exkursion ins Wattenmeer um Hallig Hooge, Nordfriesland. Leitung: Prof. Dr. Gerhard Kneitz.
- 06.04.04: Naturkundliche Exkursion ins Wattenmeer um Hallig Hooge, Nordfriesland. Leitung: Prof. Dr. Gerhard Kneitz.
- 23.04.04: Adonisröschen-Wanderung zum Sodenberg. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 02.05.04: Maiwanderung durch den Guttenberger Wald. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 08.05.04: Vogelkundliche Exkursion in das Höchstadter Weihergebiet. Leitung: StD. Hubert Schaller.
- 16.05.04: Frühlingwanderung durch die Erthaler Berge (Vorderrhön). Leitung: Dr. Elmar Ullrich.

- 20.05. u.
23.05.04: Baumkundliche Führung im Ringpark: Ökologie, Nutzwert, Brauchtum.
Leitung: EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim G. Raftopoulo.
- 23.05.04: Durch die Steppenheide zur Diptamblüte. Wanderung zum „Edelweiß“ bei Gambach. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 31.05.04: Waldmeister-Exkursion zum Sodenberg.
Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 12.06.04: Bau- und Werksteine in Würzburg – eine stadtgeologische Führung. Leitung: Dr. Wolfgang Trapp.
- 20.06.04: Baumkundliche Führung im Ringpark: Parkhistorie, Ökologie, Nutzwert, Brauchtum.
Leitung: EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim G. Raftopoulo.
- 18.08.04: Fledermauskundliche Exkursion mit Bat-Detektoren.
Leitung: Dr. Wolfgang Otremba.
- 19.09.04: Tag des Geotops 2004: Wanderung zu den Quaderkalk-Steinbrüchen bei Lindelbach. Leitung: Dr. Wolfgang Trapp.
- 26.09.04: Enzian-Wanderung zum nördlichsten Weinberg in Bayern bei Feuerthal. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 27.11.04: Besuch des Naturkundemuseums Bamberg mit seinem historischen Ausstellungssaal. Führung durch Dr. Matthias Mäuser.
- 05.12.04: Die Bäume der Ringparkanlagen: Knospen, Zweige, Rinde, Ökophysiologie.
Leitung: EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim C. Raftopoulo.

2.3 Arbeitskreis Aquaristik

Die abendlichen Treffen des Arbeitskreises finden seit 2003 in der Realschule Höchberg ein- bis zweimal im Monat statt. Folgende Themen wurden im Laufe des Jahres 2004 eingehender behandelt:

- 13.01.04: Wasserhärtemessung
27.01.04: Video „Malawisee“
17.02.04: Video „Viktoriasee“
09.03.04: Pflege von Buntbarschen aus den ostafrikanischen Seen
30.03.04: Haltung von Weichkorallen
20.04.04: Nitratabbau im Süß- und Seewasser
11.05.04: Kohlenstoffdüngung mit organischen Säuren
25.05.04: Dia-Serie „In den Urwäldern Amazoniens“
15.06.04: Video „Die Welt im Wassertropfen“

- 06.07.04: Video „Abstammung der Fische“
- 20.07.04: Das Aquarium im Urlaub
- 14.09.04: Dia-Serie „Sicherheitsprobleme“
- 05.10.04: Mikroskopie von Pflanzenquerschnitten
- 26.10.04: Der sog. Säuresturz im Süßwasseraquarium
- 16.11.04: Stickstoffprobleme im Seewasseraquarium
- 07.12.04: Video „Diskus-Zucht“
- 21.12.04: Video „Tropische Korallenriffe“

W. Holzmann

2.4 Arbeitskreis Zoologie, Arbeitsgruppe Ornithologie

In den Jahren 2002 bis 2004 arbeiteten die Mitglieder an verschiedenen Projekten mit. Seit Jahrzehnten – ohne Unterbrechung und bei jedem Wetter – wurden die Daten für die internationale Wasservogelzählung erarbeitet. Alle besonderen Beobachtungen im Laufe eines Jahres wurden bei den regelmäßigen Treffen diskutiert und in den jeweiligen Jahresberichten dokumentiert. Zum Beispiel etablierte sich die Mittelmeermöwe in Oberbayern und erschien daher gelegentlich auch in Unterfranken. Der Brutерfolg der Wanderfalken in und um Würzburg wurde festgestellt und weitergeleitet. Das Vorkommen und die Habitatansprüche der Zippammer wurden untersucht. Einem Adlerbussard, der sich über den Winter 2002/03 bei Seligenstadt aufhielt, wurde ein Bericht gewidmet.

2003 wurden die Bestände des unmittelbar vom Aussterben bedrohten Ortolans kartiert. Auch an einer groß angelegten Zählung der Nachtigall im Maintal 2004 beteiligten sich unsere Mitglieder; das Ergebnis war sehr erfreulich.

Regelmäßig wurde über die phänomenale Ansiedlung der Wiesenweihe berichtet.

In Reiseberichten wurde über die Vogelwelt verschiedener europäischer und afrikanischer Regionen von Finnland, Mallorca bis Tunesien mit Hilfe digitaler Photos eindrucksvoll berichtet.

Ferner ging es zum Beispiel über „Die katabatischen Winde des Vatnajökull als Biofalle für den Eissturmvogel“ und über die Bruthilfe für artfremde Vögel, um nur einiges zu nennen.

Langfristig zu nutzen sind die über die Jahre hinweg laufenden Beobachtungen der Vogelwelt um Remlingen; diese Daten sind v.a. für die Zukunft wertvoll, wenn die Verschiebung der Zugzeiten diskutiert wird.

Erstmals wurde der ausgeräumten Agrarlandschaft ein besonderes Augenmerk gewidmet; dabei wurden zur Zugzeit Trupps unter anderem von Goldregenpfeifern und Mornellregenpfeifern entdeckt, daneben Raritäten wie Sumpfohreulen, Rauhfußbussard, Merlin und Brachpieper.

Zum Vereinsleben gehörten auch die Exkursionen zu den winterlichen Wasservogelansammlungen oder zu ergiebigen Vogelschutzgebieten.

Ungebrochene Beliebtheit fanden die traditionellen Vogelstimmenwanderungen in und um Würzburg.

H. Schaller (ab Sommerhalbjahr 2003)

2.5 Arbeitskreis Botanik

Trotz Änderungen im Mitarbeiterstab konnten die floristischen und vegetationskundlichen Kartierungen in den Gemarkungen Ochsenfurt, Winterhausen und Veitshöchheim fortgeführt werden. Einen Schwerpunkt bildet im auswertenden Teil der Vergleich von Altdaten früherer Kartierungen mit den aktuellen Daten. Die Ergebnisse werden gegebenenfalls in den Abhandlungen sukzessive veröffentlicht werden.

J. G. Raftopoulo

2.6 Arbeitskreis Stadtökologie

Im Jahr 2004 wurden mit leider verminderter Mitarbeiterzahl die faunistischen Erhebungen im Würzburger Ringpark fortgesetzt. Die Ergebnisse der Kartierungen sollen ab 2007 in einer Broschürenserie allgemeinverständlich und in den Abhandlungen des Vereins wissenschaftlich publiziert werden.

J. G. Raftopoulo

3 Jahresmitgliederversammlung am 11.02.2005

3.1 Tätigkeitsbericht des 1. Vorsitzenden Prof. Dr. Gerhard Kneitz über das Jahr 2004

Der Mitgliederstand hält sich seit längerer Zeit in etwa auf gleichem Niveau bei leicht abnehmender Tendenz. Gegenüber dem Vorjahreszeitraum sank die Anzahl der Mitglieder geringfügig von 290, bei 4 Zugängen, 9 Austritten und durch den Tod von 2 Mitgliedern auf 283 Personen. Es verstarben während des Jahres die Mitglieder Erich Adam und Frau Hilde Wolf. Die Anwesenden erheben sich in ehrendem Gedenken an die Verstorbenen.

In der Vergangenheit konnte der Naturwissenschaftliche Verein lediglich zu Zeiten des Bestehens des Naturkundlichen Museums in der Residenz, während der Jahre von 1919 bis 1945, auf einen deutlich höheren Bestand an Mitgliedern von zeitweise über 300 Personen zurückblicken. Heute bemüht sich der Verein vor allem durch ein reichhaltiges Jahresprogramm an Vorträgen und Geländeaktivitäten wie auch durch die Herausgabe seiner wissenschaftlichen Abhandlungen in die Öffentlichkeit hinein zu wirken und einen interessierten Menschenkreis anzusprechen.

Während des Berichtszeitraums fanden 6 Vortragsveranstaltungen sowie 15 Exkursionen und Führungen statt, die überwiegend auf gute Resonanz stießen. Im Rückblick vermittelt der 1. Vorsitzende dem Auditorium die Bedeutung und das unterschiedliche Gelingen der Veranstaltungen. – Exkursionen und Führungen boten sich in der gewohnten Vielfalt dar. Baumkundliche, ornithologische und fledermauskundliche sowie geologische Aktivitäten standen neben einer Reihe von natur- und heimatkundlichen Wanderungen im unterfränkischen Raum, in bewährter Weise durchgeführt von Vereinsmitglied Elmar Ullrich. – Als besondere Unternehmung führte eine 4-tägige Fahrt zur Hallig Hooge ins nordfriesische Wattenmeer. Den Teilnehmern wurde dieser einmalige und sensible Lebensraum im Gelände wie auch im gerade neu eröffneten Wattenmeermuseum eindrucksvoll nahegebracht.

Der 1. Vorsitzende dankt den Vorstandsmitgliedern für die erfolgreiche Zusammenarbeit während des Jahres. Besonders hebt er die Tätigkeit von Frau Diethild Uhlich hervor, die „still im Hintergrund, aber effektiv“ für das Wohl des Vereins wirkt. In ihren Händen liegt die Geschäftsführung des NWV seit rund 23 Jahren, mit der Betreuung der Mitglieder und der Organisation zahlreicher Aktivitäten. Durch ihre langjährigen ornithologischen Untersuchungen hat sie sich zu einer bedeutenden Kennerin der unterfränkischen Vogelwelt entwickelt. Die Ergebnisse dieser Arbeit haben bereits in den Abhandlungen des NWV, Bd. 32 (1991), ihren Niederschlag gefunden. In Würdigung ihrer Verdienste um den Verein und als Dank für den unermüdlichen Einsatz verleiht der 1. Vorsitzende im Namen der Mitglieder und der Vorstandschaft Diethild Uhlich die Ehrenmitgliedschaft des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg.

3.2 Bericht des Schatzmeisters

Karl-Hermann Kleinschnitz verliest den Kassenbericht des Vereins für das Jahr 2004. Trotz aller Zurückhaltung schlagen bei den Ausgaben diesmal die Aufwendungen für Vorträge deutlich höher zu Buche, während die übrigen Posten im Vergleich zu den Vorjahren im gewohnten Rahmen liegen. Der bemerkenswert gute Kontostand erklärt sich daraus, daß die geplante Drucklegung der Abhandlungen wegen zweier noch ausstehender Beiträge erneut eine Verzögerung erfuhr. – Die Prüfung der Haushaltsführung wurde durch Wolfgang Holzmann ohne Beanstandung durchgeführt.

3.3 Aussprache

Prof. Kneitz dankt Herrn Kleinschnitz für die bereits über 40 Jahre zuverlässig und einwandfrei ausgeübte Kassenführung sowie für die übersichtliche

Darlegung des Vereinshaushaltes. Herrn Wolfgang Holzmann dankt er zugleich für seine Bereitschaft die Aufgabe der Kassenprüfung wahrzunehmen. Auch an die Leiter und aktiven Mitarbeiter der Arbeitskreise richtet der 1. Vorsitzende für alle während des Jahres eingebrachten Initiativen seinen besonderen Dank.

3.4 Neuwahl des 2. Vorsitzenden

Seit dem Tod von Dr. Walter Füchtbauer im Jahr 2003 war die Stelle des 2. Vorsitzenden/stellvertr. Vorsitzenden des NWV nicht besetzt. Nach längerer Zeit des Suchens kann Prof. Kneitz nun der Versammlung einen Kandidaten für diese Aufgabe aus den Reihen der Mitglieder, Herrn Dr. Wolfgang Otremba, vorstellen. Dieser erklärt sein Interesse an der Mitarbeit im Vorstand und schildert kurz seine Bindung an den Verein. Bereits als Schüler fand er durch eine Facharbeit über die Vogelwelt der Würzburger Ringparkanlagen Zugang zum Naturwissenschaftlichen Verein. Seit einigen Jahren ist Wolfgang Otremba mit den fledermauskundlichen Veranstaltungen aktiv in der Vereinsarbeit engagiert. – Da kein weiterer Wahlvorschlag seitens der Mitglieder eingebracht wird, stellt der 1. Vorsitzende den Kandidaten zur Wahl. Die Versammlung bestätigt Wolfgang Otremba einstimmig für die Stelle des 2. Vorsitzenden des NWV. Dr. Otremba dankt für das erwiesene Vertrauen und nimmt die Wahl an.

Kassenbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. für das Geschäftsjahr 2004

Salden per 01.01.2004:

Kasse	223,78 €
Girokto. Hypo-Vereins-Bank	5.167,15 €
Girokto. Post-Bank	1.166,83 €
Pfandbriefe	<u>5.000,00 €</u>
	<u><u>11.55776 €</u></u>

Ausgaben 2004:

Programme-Druck	789,02 €
Plakate-Druck	799,01 €
Aufwendungen für Vorträge	919,60 €
Aufwendungen für Exkursionen	176,00 €
Porto-Kosten	549,89 €
Telefon- / Fax- Kosten	18,15 €
Kosten Büromaterial/EDV, etc.	79,50 €
Bank-Gebühren	172,13 €
Beitrag Unfall-Versicherung	106,76 €
Beitrag Landw. Berufsgenossensch.	59,71 €
Eintrag Registergericht	47,53 €
Kosten f. Aquarienabteilung	421,58 €
Miete für Archiv	306,72 €
	<u>4.445,60 €</u>

Einnahmen 2004:

Mitglieder Beiträge	4.824,03 €
Zinsen für Pfandbriefe	256,25 €
Spenden diverse	606,01 €
Eintritt für Vorträge	100,50 €
Verkauf von Abhandlungen	343,50 €
Teilnahmegeb. Exkursionen	<u>431,00 €</u>
	<u><u>6.561,29 €</u></u>

Salden per 31.12.2004:

Kasse	133,20 €
Girokto. Hypo-Vereins-Bank	7.140,04 €
Girokto. Post-Bank	1.400,21 €
Pfandbriefe (5.000 €)	<u>5.000,00 €</u>
	<u><u>13.673,45 €</u></u>

18.119,05 €

18.119,05 €

Würzburg, 13.01.2005

K. H. Kleinschnitz
(Schatzmeister)

Vereinsnachrichten über das Jahr 2005

1 Mitgliederstand

Am 1.1.2005: 294, am 31.12.2005: 279 Mitglieder.

2 Veranstaltungen

2.1 Vorträge

- 14.01.05: Dr. T. Lubjuhn, Univ. Bonn: „Fremdgehen bei Vögeln. Mögliche Ursachen und Konsequenzen!“.
- 11.02.05: Prof. Dr. Gerhard Kneitz: „Vielfalt des Lebens, Ästhetik und Naturschutz. Gedanken zu einem hochaktuellen Thema“.
- 17.06.05: Mark Schmidbauer, Donaustauf: „Der Biber in Bayern“.
- 28.10.05: Dr. Peter Prokosch, Frankfurt a. M.: „Vom Wattenmeer zum Naturschutz in der Arktis. Eine Historie zum WWF-Engagement im Norden“. – Einführung von Prof. Dr. Detlev Drenckhahn, Univ. Würzburg.
- 11.11.05: Dipl.-Biol. Christian Stern, Univ. Bonn: „Zugvögel als Verschlepper von Zecken und Borreliose-Erregern“.
- 23.11.05: Dipl.-Ing. Wolfgang Williges, Würzburg: „Geschichte und Bedeutung der Bahnhofsquellen in Würzburg“.
- 02.12.05: PD Dr. Ralf Großmann, Univ. Würzburg: „Bluterkrankheit Hämophilie – Geißel der Könige“.

2.2 Exkursionen und andere Veranstaltungen

- 20.02.05: Winterbeobachtung von Wasservögeln am Main / Schonunger Bucht. Leitung: StD. Hubert Schalter.
- 26.02.05: Fahrt zum neugeschaffenen ‚Museum und Archiv für Naturschutzgeschichte‘ am Drachenfels bei Königswinter a. Rh. Leitung: Prof. Dr. Gerhard Kneitz.
- 24.04.05: Adonisröschen-Wanderung zum Sodenberg. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 01.05.05: Maiwanderung im Guttenberger Wald. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 16.05.05: Waldmeister-Exkursion zum Sodenberg. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.

- 22.05.05: Orchideen-Wanderung in der Fränkischen Steppenheide am ‚Edelweiß‘ bei Gambach. Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 05.06.05. Baumkundliche Führung im Würzburger Ringpark: Ökologie, Nutzwert, Brauchtum, Volksheilkunde. Leitung: EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim G. Raftopoulos.
- 05.06.05: Wanderung in den Erthaler Bergen
Leitung: Dr. Elmar Ullrich.
- 12.06.05: Vogelkundliche Exkursion zu den Altmühlseen.
Leitung: Dr. Stephan Kneitz.
- 18.06.05: Naturkundliche Exkursion zu den Astheimer Sanden.
Leitung: Dipl.-Biol. Peter Krämer, Kitzingen.
- 25.06.05: Geologische Exkursion in den Keuper des südlichen Steigerwaldes. Leitung: Dr. Wolfgang Trapp.
- 17.08.05: Fledermauskundliche Exkursion mit Bat-Detektoren.
Leitung: Dr. Wolfgang Otremba.
- 10.09.05: Besuch der Fossilfundstelle Grube Messel bei Darmstadt.
Führung durch Dr. Winkelmann, TU Darmstadt.
- 25.09.05: Bäume, Bauten, Denkmäler im und am Ringpark.
Leitung: Stadtrat Willi Dürrnagel und EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim G. Raftopoulos.
- 30.10.05: Baumkundliche Herbstführung im Klein-Nizza.
Leitung: EurBiol., Dipl.-Biol. Joachim C. Raftopoulos.
- 05.11.05: Was erzählen Bausteine und Pflaster? Eine stadatgeologische Führung. Leitung: Dr. Wolfgang Trapp

2.3 Arbeitskreis Aquaristik

Die abendlichen Treffen des Arbeitskreises finden ein- bis zweimal im Monat in der Realschule Höchberg statt. Folgende Themen wurden im Laufe des Jahres 2005 eingehender behandelt:

- 11.01.05: Neue Meßreagenzien
- 25.01.05: Video „Tanganjikasee“
- 15.02.05: Video „Diskus-Zucht in Asien“
- 01.03.05: Der Eiweißabbau
- 15.03.05: Phosphatbekämpfung
- 05.04.05: Ammoniak und Nitrit als gefährliche Fischgifte
- 26.04.05: Video „Der asiatische Kampffisch“

- 10.05.05: Koi-Zucht in Asien
- 07.06.05: Algen und ihre Bekämpfung
- 21.06.05: Der Sauerstoffgehalt im Aquarium
- 12.07.05: Wir machen unser Aquarium fit für den Urlaub
- 13.09.05: Probleme bei der Eientwicklung von Fischen
- 04.10.05: Pflanzenzucht nach dem System Dennerle
- 18.10.05: Japanische Naturaquarien
- 15.11.05: Das Redoxpotenzial
- 29.11.05: Die Denitrifikation
- 13.12.05: Video „In tropischen Korallenriffen“
- 17.12.02: Video „In den Flüssen Südamerikas“

W. Holzmann

2.4 Arbeitskreis Zoologie, Arbeitsgruppe Ornithologie

Erstes Halbjahr 2005: siehe Vereinsnachrichten über das Jahr 2004 (ab Seite 195).

H. Schaller (bis Sommerhalbjahr 2005)

In der Jahresmitte 2005 übergab StD. Hubert Schaller im Zuge seiner Pensionierung die Leitung der ornithologischen Arbeitsgruppe an Dr. Stephan Kneitz. Der bisherige Treffpunkt für die Besprechungsabende, das Friedrich-König-Gymnasium in Würzburg, stand deshalb nicht mehr zur Verfügung. Mit Unterstützung des Vereinsvorsitzenden, Professor Dr. Gerhard Kneitz, konnte im Ökohaus der Kreisgruppe Würzburg des Bund Naturschutz eine neue, dauerhafte „Heimat“ gefunden werden. Hierfür ein herzliches Dankeschön an die Kreisgruppe Würzburg des Bund Naturschutz, insbesondere auch an Herrn Klaus Isberner (Bildungsreferent).

In der zweiten Jahreshälfte fand ein abendliches Arbeitstreffen statt (21.11.2005), das mit elf Teilnehmern gut besucht war. Es wurden hierbei aktuelle Beobachtungen ausgetauscht, ergänzt durch Digitalbilder von Herrn Rainer Jahn zu einigen Besonderheiten.

Berichte zum Brutbestand der Wiesenweihe 2005 sowie zum zahlreichen Auftreten von Nordischen Gimpeln („Trötengimpel“) und Seidenschwänzen im Winter 2004/2005 sowie die Vorstellung neuester Ausgaben einschlägiger Fachzeitschriften ergänzten das Programm.

Dr. S. Kneitz (ab Sommerhalbjahr 2005)

2.5 Arbeitskreis Botanik

Neben den floristischen und vegetationskundlichen Erhebungen in den Gemarkungen Ochsenfurt, Randersacker und Winterhausen wurden auch Parkanlagen Würzburgs botanisch bearbeitet, so das Bismarckwäldchen und der Parkwald am Nikolausberg.

Die Ausarbeitung und Datenanalyse wird zwar noch einige Zeit in Anspruch nehmen, dennoch zeichnen sich bereits interessante Ergebnisse ab, die in den nächsten Jahren in den Vereinsabhandlungen publiziert werden könnten.

Das Vegetationsjahr beendete der Arbeitskreis mit einem Schnefer in den Botanischen Garten Würzburg mit anschließendem Schlußhock in Heidingsfeld am 8. Oktober.

J. G. Raftopoulo

2.6 Arbeitskreis Stadtökologie

Auch im Jahre 2005 wurden die Arbeiten im Ringpark Würzburg mit den faunistischen Spezialkartierungen (Kleinsäuger, Tagfalter, Singvögel) fortgesetzt. Spezialführungen für interessierte Bürger und Fachgruppen wurden von Mitarbeitern des Arbeitskreises ebenfalls durchgeführt. Insgesamt fanden sechzehn Führungen zu den Themen Schmetterlinge, Singvögel, Käfer, Wanzen und Kryptogamen statt, die 221 Personen erreichten.

J. G. Raftopoulo

3 Jahresmitgliederversammlung am 13.01.2006

3.1 Tätigkeitsbericht des 1. Vorsitzenden Prof. Dr. Gerhard Kneitz über das Jahr 2005

Während des Berichtszeitraums bot der Naturwissenschaftliche Verein ein reichhaltiges Programm von 7 Vortragsveranstaltungen sowie 16 Exkursionen und Führungen an. Die Themen der Vorträge spannten sich von evolutionsbiologischen Fragestellungen und Gedanken zur Vielfalt des Lebens über Naturmanagement (Biber) und die Bedeutung des Naturschutzes in der Arktis bis hin zu hochaktuellen medizinischen Problemkreisen (Borreliose, Hämophilie). Ebenso war das Exkursionsangebot weit gefächert.

Der 1. Vorsitzende dankt allen, die durch ihre aktive Mitarbeit dem Verein Hilfe und Förderung zukommen ließen, wie auch den Mitgliedern und

Teilnehmern an den Veranstaltungen für ihr Interesse und ihre bewährte Treue. Besondere Anerkennung wird dem Vereinsmitglied Elmar Ullrich zuteil für seine traditionellen natur- und heimatkundlichen Wanderungen im unterfränkischen Raum.

Die Zahl der Mitglieder verringerte sich während des Berichtszeitraums von 283 auf 279 Personen bei 3 Zugängen, 5 Austritten und durch den Tod von 2 Mitgliedern. Im Laufe des Jahres verstarben die Mitglieder Maximilian Strasser und Prof. Dr. Leopold Schuà. Leopold Schuà wirkte durch seine Vorträge und Schriften insbesondere zur Wasserbelastung und -veränderung auch über den Naturwissenschaftlichen Verein in eine breite Öffentlichkeit hinein. Die Anwesenden erheben sich zum Gedenken an die Verstorbenen.

3.2 Bericht des Schatzmeisters

In Vertretung für K.-H. Kleinschnitz verliest der stellvertretende Vorsitzende Dr. W. Trapp den Kassenbericht für das Jahr 2005. Neben den Aufwendungen für Vorträge schlagen auf der Ausgabenseite besonders die Kosten für den Druck der Programme und Plakate zu Buche. Bemerkenswert hoch ist hingegen auf der Einnahmenseite die Summe der Spenden. Dies ist vor allem das Verdienst des Ehrenvorsitzenden Prof. Kloft, der anlässlich seines 80. Geburtstags eine Spendenaktion zugunsten des NWV, insbesondere zur Finanzierung der Abhandlungen, anregte. Das Bank- und Kassenvermögen des Vereins ist gegenwärtig relativ hoch, weil sich die für 2005 vorgesehene Drucklegung des Jubiläumsbandes der Abhandlungen abermals verzögerte.

3.3 Aussprache und Entlastung des Vorstands

Prof. Kneitz weist im Zusammenhang mit der anstehenden Herausgabe der Abhandlungen auf die nach wie vor schwierige finanzielle Situation hin, nachdem so gut wie alle öffentliche Förderung für den Verein versiegt ist. – Neben allgemeinen Kosten-Steigerungen wird der Vereinshaushalt künftig auch durch eine spürbare Erhöhung der Raummiete für die Vortragsveranstaltungen zusätzliche Belastung erfahren. Der Vorstand will sich um Lösungsmöglichkeiten bemühen.

Da seitens der Anwesenden keine weitere Wortmeldung erfolgt, bittet der 1. Vorsitzende die Versammlung um Entlastung des Vorstands. Prof. Kloft spricht dem gesamten Vorstand den Dank der Vereinsmitglieder aus und schlägt der Versammlung die Entlastung des Vorstands vor. Diese wird ohne Gegenstimme erteilt.

3.4 Neuwahl des Vorstands

Satzungsgemäß ist die Neuwahl des Vorstands fällig. Da alle bisherigen Vorstandsmitglieder zur weiteren Mitarbeit bereit sind, schlägt der Wahlleiter, Prof. Kloft, der Versammlung die gemeinsame Wiederwahl der 7 bisherigen Vorstandsmitglieder vor. Zugleich fragt er die Versammlung ob weitere Vorschläge für eine Kandidatur bestehen. Dies ist nicht der Fall und die Anwesenden stimmen der Wiederwahl der bisherigen Vorstandsmitglieder in unveränderter Besetzung zu. Die Wahl erfolgt einstimmig, bei Stimmenthaltung der anwesenden Vorstandsmitglieder.

Der neu gewählte Vorstand setzt sich wie bisher zusammen aus: Prof. Dr. Gerhard Kneitz (1.Vors.), Dr. Wolfgang Otremba und Dr. Wolfgang Trapp (stellv. Vors.), Diethild Uhlich und Hanne Schaller (Schriftführer/stellv. Schriftf.), Karl-Hermann Kleinschnitz (Schatzmeister) und Joachim G. Raftopoulos (Schriftleiter). – Das Amt des Kassenprüfers wird weiterhin durch Wolfgang Holzmann wahrgenommen.

Kassenbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. für das Geschäftsjahr 2005

Salden per 01.01.2005:

Kasse	133,20 €
Girokto. Hypo-Vereins-Bank	7140,04 €
Girokto. Post-Bank	1.400,21 €
Pfandbriefe	5.000,00 €
	<hr/>
	13.673,45 €
	<hr/> <hr/>

Ausgaben 2005:

Programme-Druck	845,19 €
Plakate-Druck	1.001,69 €
Aufwendungen für Vorträge	835,50 €
Aufwendungen für Exkursionen	90,00 €
Aufwendungen für Abhandlungen	254,77 €
Porto-Kosten	293,55 €
Telefon-/ Fax-Kosten	18,70 €
Kosten Büromaterial/EDV, etc.	65,42 €
Bank-Gebühren	220,83 €
Beitrag Unfall-Versicherung	106,76 €
Beitrag Landw. Berufsgenossensch.	70,77 €
Eintrag Registergericht	52,01 €
Beitrag Deutscher Naturschutzring	100,00 €
Miete für Archiv	306,72 €
	<hr/>
	4.261,91 €
	<hr/> <hr/>

Einnahmen 2005:

Mitglieder Beiträge	3.874,03 €
Zinsen für Pfandbriefe	256,25 €
Spenden diverse	1.371,01 €
Eintritt für Vorträge	220,50 €
Verkauf von Abhandlungen	343,50 €
Teilnahmegeb. Exkursionen	316,00 €
	<hr/>
	6.037,79 €
	<hr/> <hr/>

Salden per 31.12.2005:

Kasse	217,28 €
Girokto. Hypo-Vereins-Bank	8.403,61 €
Girokto. Post-Bank	1.828,44 €
Pfandbriefe (5.000 €)	5.000,00 €
	<hr/>
	15.449,33 €
	<hr/> <hr/>

19.711,24 €

19.711,24 €

Würzburg, 04.01.2006

K. H. Kleinschnitz
(Schatzmeister)

Mitgliederverzeichnis

Stand 31.10.2010.

A Ehrenmitglieder

- 001 Beck, Dr. Hilmar (Gerbrunn)
- 002 Kleinschnitz, Karl-Hermann (Würzburg)
- 003 Kloft, Prof. Dr. Werner (Veitshöchheim)
- 004 Kneitz, Prof. Dr. Gerhard (Remlingen)
- 005 Kneitz, Hermann (Würzburg)
- 006 Uhlich, Diethild (Würzburg)
- 007 Ullrich, Dr. Elmar (Gerbrunn)

B Ordentliche Mitglieder

- 001 Alban, Hans G. (Rimpar)
- 002 Apel, Friedrich K. (Würzburg)
- 003 Arnold, Manfred (Kist)
- 004 Balling, Edwin (Zell a. Main)
- 005 Barthel, Prof. Dr. Woldemar (Würzburg)
- 006 Bauer, Manfred (Veitshöchheim)
- 007 Behr, Dr. Andrea (Würzburg)
- 008 Behring, Ursula (Höchberg)
- 009 Bemmerlein, Wolfgang (Würzburg)
- 010 Berg, Helmut (Würzburg)
- 011 Berg, Matthias (Zell a. Main)
- 012 Biedermann, Harald (Ochsenfurt)
- 013 Binzenhöfer, Birgit (Zeil a. Main)
- 014 Böhm, Katharina (Gerbrunn)
- 015 Brandt, Christiane (Würzburg)
- 016 Breuter, Heinrich (Kürnach)
- 017 Brick, Hartmut (Kitzingen)
- 018 Brock, Herbert (Gerbrunn)
- 019 Brümmer, Alexander (Veitshöchheim)
- 020 Brustmann, Anne (Würzburg)
- 021 Büll, Dr. Lothar (Münsterschwarzach)
- 022 Burger, Henriette (Würzburg)
- 023 Buschbom, Dr. Uwe (Würzburg)
- 024 Buß, Michael (Weikersheim)
- 025 Bütchorn, Nina (Ebsdorfergrund)
- 026 Büttner, Horst (Würzburg)
- 027 Cezanne, Rainer (Darmstadt)
- 028 Degenhardt, Heinz (Würzburg)

- 029 Dettmar, Christian (Würzburg)
030 Ditzel, Günter (Estenfeld)
031 Dörfler, Rita (Würzburg)
032 Dörr, Hans-Peter (Margetshöchheim)
033 Dünkel, Manfred (Würzburg)
034 Ebert, Dieter (Bad Wildungen)
035 Ebert, Horst (Würzburg)
036 Ehrenberg, Prof. Dr. Maria (Würzburg)
037 Ehrlicher, Hartwig (Margetshöchheim)
038 Eitschberger, Dr. Ulf (Marktleuthen)
039 Elsner, Otto (Aidhausen)
040 Endres, Wolfram (Würzburg)
041 Eppel-Hotz, Angelika (Würzburg)
042 Ernstson, Dr. Konrad (Höchberg)
043 Faust, Jürgen (Karlstadt)
044 Foltyn, Regine (Würzburg)
045 Frank, Josef (Veitshöchheim)
046 Fugel, Alfons (Rottendorf)
047 Gaedecke, Jürgen (Würzburg)
048 Gerner, Ilse (Würzburg)
049 Gloy, Dorothee (Rottendorf)
050 Gögelein, Joachim (Würzburg)
051 Grieb, Gerhard (Goßmannsdorf)
052 Gründel, Ingeborg (Würzburg)
053 Guckelsberger, Gerhard (Würzburg)
054 Günther, Maria (Würzburg)
055 Hainzmaier, Michael (Würzburg)
056 Hartmann, Walter (Bad Kissingen)
057 Hartmann, Peter (Lohr a. Main)
058 Haun, Friedhelm (Kulmbach)
059 Heckelmann, Reinhold (Würzburg)
060 Heidrich, Ursula (Frankfurt a. Main)
061 Heilmann, Willi (Veitshöchheim)
062 Heinzmann, Erich (Kirchheim)
063 Herold, Jürgen (Burgsinn)
064 Hesse, Günther (Würzburg)
065 Hiemer, Waltraud (Winterhausen)
066 Hildel, Werner (Marktheidenfeld)
067 Hirsch, Hanns-Rainer (Würzburg)
068 Höfer, Amelie (Zell a. Main)
069 Hoh, Edgar (Würzburg)
070 Holzmann, Wolfgang (Würzburg)

- 071 Horn, Karsten (Dormitz)
072 Hufnagel, Dr. Heinz (Isernhagen)
073 Hünig, Ulrike (Würzburg)
074 Huppmann, Bernd (Geroldshausen)
075 Hurrlein, Günther (Himmelstadt)
076 Hußlein, Dietlind (Schweinfurt)
077 Iff, Meta (Würzburg)
078 Jäger, Helmut (Würzburg)
079 Jäger, Hermann (Würzburg)
080 Jahn, Rainer (Zell a. Main)
081 Janczewski, Paul (Würzburg)
082 Jarchau, Dr. Thomas (Würzburg)
083 Jórasz, Margitta (Waldbüttelbrunn)
084 Kallus, Bernhard (Würzburg)
085 Kamin, Kurt (Kist)
086 Kampmann, Horst (Höchberg)
087 Kapune, Dr. Renate (Sugenheim)
088 Karl, Johanna (Giebelstadt)
089 Keidel, Henriette (Rottendorf)
090 Keller, Kurt (Würzburg)
091 Keller, Dr. Hans-Peter (Würzburg)
092 Kempf, Walter (Höchberg)
093 Kerth, Prof. Dr. Gerald (Würzburg)
094 Kiderlen, Dr. Horst (Würzburg)
095 Kinne, Gudrun (Würzburg)
096 Kirchner, Anna (Würzburg)
097 Kissling, Dr. Natascha (Würzburg)
098 Kittel, Klaus (Wiesthal)
099 Klauer, Michael (Würzburg)
100 Klein, Winfried (Kürnach)
101 Klöck, Werner (Würzburg)
102 Klüglein, Ludwig (Würzburg)
103 Kneitz, Dr. Stephan (Remlingen)
104 Kölbl, Niels (Würzburg)
105 Königsreuter, Emil (Prichsenstadt)
106 Kornberger, Günter (Hettstadt)
107 Krach, Dr. J. Ernst (Ingolstadt)
108 Kracht, Peter (Retzstadt)
109 Krämer, Peter (Kitzingen)
110 Kreß, Hiltrud (Würzburg)
111 Kühlwein, Helmut (Würzburg)
112 Kühnapfel, Peter (Würzburg)

- 113 Kutscheidt, Gerhard (Gemünden a. Main)
114 Landgraf, Martha (Würzburg)
115 Lange, Prof. Dr. Otto L. (Würzburg)
116 Laubender, Herbert (Schweinfurt)
117 Liesering, Dr. Rudolf (Würzburg)
118 Lösch, Dr. Rainer (Aschaffenburg)
119 Löwe, Sylvie (Zell a. Main)
120 Ludwig, Dr. Wolfgang (Marburg)
121 Lusin, Dr. Jörg (Würzburg)
122 Luwe, Dr. Michael (Kempen)
123 Mack, Manfred (Würzburg)
124 Malkmus, Walter (Partenstein)
125 Mandery, Dr. Klaus (Ebern)
126 Markgraf, Gloria (Würzburg)
127 Marquart, Hubert (Kist)
128 Maul, Stefan (Partenstein)
129 Maunz, Dieter (Würzburg)
130 Meierott, Prof. Dr. Lenz (Gerbrunn)
131 Meixner, Hans-Joerg (Würzburg)
132 Melber, Markus (Würzburg)
133 Melzer, Beate (Kitzingen)
134 Meyen, Edda (Würzburg)
135 Michel, Volker (Marktbreit)
136 Michel, Christian (Arnstein)
137 Miethaner, Alfons (Würzburg)
138 Mrosek, Michael (Waldbüttelbrunn)
139 Nembach, Peter (Würzburg)
140 Niessen, Norbert (Würzburg)
141 Noell, Jörg (Würzburg)
142 Novitovic, Horst (Würzburg)
143 Nowak, Klaus (Karsbach)
144 Nützel, Rosemarie (Würzburg)
145 Oberthür, Elisabeth (Würzburg)
146 Oesterling, Irene (Würzburg)
147 Ohlsen, Dr. Knut (Würzburg)
148 Otremba, Dr. Wolfgang
149 Pecher-Fries, Peter (Würzburg)
150 Perner, Dirk (Würzburg)
151 Peschel, Erhard (Würzburg)
152 Pfister, Elmar (Hausen b. Würzburg)
153 Philipp, Doris (Höchberg)
154 Pickel, Hans-Günter (Würzburg)

- 155 Preißl, Albert (Höchberg)
156 Przybylski, Dr. Alfred (Gerbrunn)
157 Pürkhauer, Claudia (Würzburg)
158 Raftopoulos, Joachim G. (Gerbrunn)
159 Rapps, Hermann (Würzburg)
160 Rath, Dr. Winfried (Forchheim)
161 Rdest, Dr. Ursula (Würzburg)
162 Reiß, Annerose (Würzburg)
163 Renner, Elfie (Würzburg)
164 Rességuier, Peter (Marktheidenfeld)
165 Richter, Wolfgang (Gerbrunn)
166 Riemenschneider, Susanne (Würzburg)
167 Ritter, Christian (Würzburg)
168 Rodic, Dr. Günter (Kitzingen)
169 Röhrig, Rose M. (Würzburg)
170 Röhrig, Dr. Uwe (Würzburg)
171 Roll, Dr. Herbert (Eisingen)
172 Romeyke, Dieter (Würzburg)
173 Rosa, Dieter (Estenfeld)
174 Rudolph, Friedrich (Höchberg)
175 Rudolph, Otto (Würzburg)
176 Rupprecht, Hans (Würzburg)
177 Sagmeister, Bettina (Veitshöchheim)
178 Sauer, Josef (Würzburg)
179 Schäfer, Elfriede (Fulda)
180 Schäflein, Alfred (Würzburg)
181 Schaller, Hanne (Würzburg)
182 Schaller, Hubert (Würzburg)
183 Scheer, Prof. Dr. Ulrich (Kitzingen)
184 Scheuring, Ludwig (Würzburg)
185 Scheuplein-Bellmann, Elisabeth (Würzburg)
186 Schlereth, Dr. Klaus (Würzburg)
187 Schlessmann, Erika G. (Würzburg)
188 Schlütter-Scheller, Ingrid (Euerfeld)
189 Schmid, Prof. Dr. Gerhard (Neustadt a. Rübenberge)
190 Schmid, Dr. Wolfram (München)
191 Schmid, Dr. Günther (Würzburg)
192 Schmidt, Hermann (Würzburg)
193 Schmitt, Martin (Randersacker)
194 Schneemann, Jürgen (Karlstadt)
195 Schnell, Hannelore (Würzburg)
196 Schöberl, Dr. Wolfgang

- 197 Scholl, Dr. Gunter (Schweinfurt)
198 Schüll, Rolf (Güntersleben)
199 Schulz, Dr. Reinhold (Rottendorf)
200 Schuster, Alexandra (Würzburg)
201 Schwartz, Gerda (Würzburg)
202 Schwind, Dr. Peter (Fribourg/CH)
203 Seidel, Karin (Würzburg)
204 Seidenspinner, Emilie (Würzburg)
205 Seufert, Dr. Peter (Wesel)
206 Seufert, Wolfgang (Ramsthal)
207 Stange, Rolf (Gerbrunn)
208 Steiniger, Dr. Hartmut (Meckel)
209 Stempfle, Georg (Würzburg)
210 Stenke, Eva M. (Remlingen)
211 Stich, Dr. Klaus (Würzburg)
212 Stock, Ernst (Würzburg)
213 Stöbel, Frank (Zell a. Main)
214 Stumpf, Helmut (Würzburg)
215 Stumpf, Thomas (Großebstadt)
216 Suhr, Emma (Würzburg)
217 Thomas, Manfred (Margetshöchheim)
218 Trapp, Rotraud (Würzburg)
219 Trapp, Dr. Wolfgang (Würzburg)
220 Treutlein, Barbara (Würzburg)
221 Türk, Dr. Winfried (Heroldsberg)
222 Vater, Hans (Würzburg)
223 Vater, Armin (Würzburg)
224 Vicedom, Roland (Zell a. Main)
225 Vollkommer, Günther (Würzburg)
226 Vollrath, Prof. Dr. Heinrich (Bayreuth)
227 Waffler, Reiner (Höchberg)
228 Wagner, Prof. Dr. Horst G. (Würzburg)
229 Wahl, Elmar (Würzburg)
230 Walde, Volker (Würzburg)
231 Weber, Erhard (Würzburg)
232 Wehner, Max (Würzburg)
233 Wehner, Karl-Heinz (Gerbrunn)
234 Wellstein, Dr. Hartmut (Würzburg)
235 Weiß, Dr. Walter (Erlangen)
236 Welzenbach, Andrea (Würzburg)
237 Wenger, Klaus (Würzburg)
238 Werchowetzky, Wolfgang (Veitshöchheim)

- 239 Weschta, Dr. Wilhelm (Würzburg)
- 240 Westphal, Prof. Dr. Wolfgang (Würzburg)
- 241 Willig, Siegfried (Schweinfurt)
- 242 Winterbauer, Rudolf (Würzburg)
- 243 Wölfel, Susanne (Höchberg)
- 244 Wrede, Dr. Joachim (Würzburg)
- 245 Zeller, Wolfram (Münnerstadt)
- 246 Zwirner, Detlef (Würzburg)

C Korporative Mitglieder

- 001 Akan e.V. (Würzburg)
- 001 Halbig-Druck GmbH (Würzburg)
- 002 Verschönerungsverein Würzburg e.V. (Würzburg)
- 003 Vogelschutzverband (Maibach)

Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V.

Band 1, Heft 1 (1956): vergriffen

ROSENBERGER, W.: Die Vogelwelt der Würzburger Parkanlagen.

Band 1, Heft 2 (1959): vergriffen

AUVERA, H.: Naturschutzgebiet Gregor-Kraus-Park, Geburtsstätte der modernen, experimentellen Pflanzenökologie. Seine Flora und ihre Lebensbedingungen.

SCHNABEL, E.: Die Türkentaube nun auch in Würzburg.

SCHNABEL, E.: Wanderungen unterfränkischer Fischreier.

RUTTE, E.: Neue Beobachtungen in der Fundstelle altpleistozäner Säugetiere von Randersacker bei Würzburg.

Band 1, Heft 3 (1960): vergriffen

HARZ, K.: Ein Beitrag zur Biologie der Schaben (Blattodea).

Band 2, Heft 1 (1961): vergriffen

KNEITZ, G.: Geographische Charakteristik der Rhön.

KNEITZ, G. / VOSS, G.: Die Vegetationsgliederung der Rhönhochmoore.

HANUSCH, G.: Zur zoologischen Erforschung der Rhön.

GÖSSWALD, K. / HALBERSTADT, K.: Zur Ameisenfauna der Rhön.

EHRHARDT, P. / KLOFT, W. / KUNKEL, H.: Zur Aphidenfauna der Hochrhön.

SCHMIDT, G. H. / SCHULZE, E.-F.: Ökologische Untersuchungen zur Orthopteren-Fauna des Rhöngebirges.

BERWIG, W.: Einige Bemerkungen zur Käferfauna der Hochrhön.

SCHUG, A.: Bemerkung zur Odonaten-Fauna der Rhön.

KIRCHNER, W.: Einige Bemerkungen zur Ökologie der Araneiden im Roten und Schwarzen Moor.

RIEDL, A.: Ökologische Untersuchungen über terrestrische Milben aus Rhönmooren.

STADLER, H.: Von der Vogelwelt des Spessarts.

HÄUSNER, H. / OKRUSCH, M.: Das kristalline Grundgebirge des Vorspessarts.

Band 3, Heft 1 (1962): vergriffen

HALTENHOF, M.: Lithologische Untersuchungen im Unteren Muschelkalk von Unterfranken (Stratonomie und Geochemie).

Band 3, Heft 2 (1962): 2,50 Euro

WEISE, R.: Vegetation und Witterungsverlauf 1961 im Würzburger Raum.

MATHEIS, P.: Ein seltener Pilzfund in Würzburg.

Amanita (Lepidella) echinocephala (VITT.) QUEL.

STADLER, H.: Die Mollusken des Naturschutzgebietes Romberg/See von Sendelbach.

STADLER, H.: Die unbekannte Larve eines bekannten Ameisengastes (*Amphotis marginata*).

KROMA, J.: Karstmorphologische Untersuchungen im westlichen Unterfranken.

HARZ, K.: Seltsame Schmetterlingsnahrung.

AUVERA, H.: Die Flora des Klosterforstes und seiner Randgebiete.

- RUTTE, E.: Der Hauptmuschelkalk am Maintalhang von Köhler.
SANDER, K.: Beobachtungen über die Fortpflanzung der Kleinzikade *Aphrodes bicinctus* SCHRK.
HOFFMANN, U.: Zur Geologie des Maintales bei Marktbreit.

Band 4, Heft 1 (1963): 2,50 Euro

- PRASHNOWSKY, A. A.: Ursprung und Entwicklung des Lebens auf der Erde.
WEISE, R.: Vegetation und Witterungsverlauf 1962 im Würzburger Raum.
OKRUSCH, M.: Die Anfänge der mineralogisch-petrographischen Erforschung des Vorspessarts.
KRUMBEIN, W.: Über Riffbildungen von *Placunopsis ostracina* im Muschelkalk von Tiefenstockheim bei Marktbreit in Unterfranken.
WEISS, J.: Die „Würzburger Lügensteine“.

Band 5/6 (1964/65): vergriffen

- HOFMANN, W.: Laubwaldgesellschaften der Fränkischen Platte.
WEISE, R.: Vegetation und Witterungsverlauf 1963 im Würzburger Raum.

Band 7 (1966): 2,50 Euro

- AUVERA, H.: Die Rebhügel des mittleren Maingebietes, ihre Flora und Fauna.
WEISE, R.: Vegetation und Witterungsverlauf im Würzburger Raum 1964-1965.
WEISE, R.: Bodenwasserhaushalt 1964-1965 im Würzburger Talkessel.
HEROLD, A.: Naturgeographische Grenzsäume und altertümliche Anbautraditionen.
MATHEIS, P.: Der weiße oder Frühlingsknollenblätterpilz (*Amanita verna* FRIES ex BULLARD 1782).

Band 8 (1967): 2,50 Euro

- RUTTE, E.: Die Cromer-Wirbeltierfundstelle Würzburg-Schalksberg.
GROSSMANN, A.: Bemerkenswerte Pflanzenfunde in der Rhön und im Fuldaer Gebiet.
BUSCH, K.: Der Keuper im Steigerwald bei Gerolzhofen.
KNEITZ, G. / KNEITZ, H.: Beobachtungen zum Vorkommen von Enten- und Rallenvögeln auf dem unterfränkischen Main unter Berücksichtigung des extremen Winters 1962/63.

Band 9 (1968): 2,50 Euro

- SCHUA, L.: Siebzehn Jahre Gewässergüteuntersuchungen am Main im Regierungsbezirk Unterfranken/Bayern.

Band 10 (1969): 2,50 Euro

- AUST, H.: Lithologie, Geochemie und Paläontologie des Grenzbereiches Muschelkalk - Keuper in Franken.

Band 11 (1970): 2,50 Euro

- KNEITZ, G.: 50 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg e.V.
DIPPOLD, H.: Gegenwartsprobleme der Forstwirtschaft in Unterfranken.
SCHNEEBERGER, J.: Landschaft und Flurbereinigung – Widerspruch oder Synthese?

- GROSSMANN, A.: Neue Beiträge zur Flora der Rhön und des Fuldaer Landes.
VOSSMERBÄUMER, H.: Zur bathymetrischen Entwicklung des Muschelkalk-
Meeres in Mainfranken.
MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Larve des Feuersalamanders (*Salamandra
salamandra salamandra* und *terrestris*) im Spessart.
KNEITZ, G.: Dr. Hermann Zillig, der Begründer des Naturwissenschaftlichen
Vereins e.V. 1919 und Initiator des Fränkischen Museums für Naturkunde.
MATHEIS, P.: Zum Gedenken an Dr. Heinrich Zeuner.
HOFMANN, W.: Eine Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern
und ihre Bedeutung für die geobotanische und geographische Forschung in
Mainfranken.

Band 12 (1971): 2,50 Euro

- MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Molche im Spessart.
MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Larve des Feuersalamanders (*Salamandra
salamandra salamandra* und *terrestris*) im Spessart (Ergänzung).
KNEITZ, G.: Max Schultze und das Gelehrtenleben um die Jahrhundertwende in
Würzburg.

Band 13 (1972): 2,50 Euro

- ULLMANN, I.: Das Zeubelrieder Moor. Pflanzensoziologische und vegetations-
kundliche Untersuchungen des Naturschutzgebietes.
KNEITZ, G.: Otto Appel und die Botanische Vereinigung Würzburg.

Band 14 (1973): 2,50 Euro

- WEISE, R.: Der Einfluß der Staustufen und der Baggerseen auf das Bestandsklima
der Weinberge am Main.
SCHUA, L.: Geheimnisvolles Wasservogelsterben im Schönbuschsee bei Aschaff-
enburg – eine Folge der Umweltverschmutzung.
MALKMUS, R.: Verbreitung der Schlingnatter (*Coronella austriaca*) im Spessart.
MALKMUS, R.: Die Laichplätze der Amphibien des Spessarts.
MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Molche im Spessart (Ergänzung I).

Band 15 (1974): 2,50 Euro

- BROD, W. M.: Eine Beobachtung über den Zug der Fische im Main aus dem
Jahre 1812.
RITSCHEL, G.: Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung xero- und basiphiler Erd-
flechten in Mainfranken.
SCHMIDT, G. H. / BAUMGARTEN, M.: Untersuchungen zur räumlichen
Verteilung, Eiablage und Stridulation der Saltatorien am Sperbersee im
Naturpark Steigerwald.
KNEITZ, G.: Haferl, der Prediger oder über die Kunst trotzdem zu leben.

Band 16 (1975): 2,50 Euro

- TRUSHEIM, F.: Die Fundstelle Pleistozäner Säugetiere im Karst von Karlstadt
am Main.

- BETHGE, E.: Eulen im Würzburger Raum und ihre Ernährung vor allem im Hinblick auf das Vorkommen von Kleinsäugern.
- LINK, O.: Wildstand und Jagd im Bereich des Forstamtes Neuwirthshaus – Einst und Heute.
- MALKMUS, R.: Zur Biologie und Verbreitung der Kröten im Spessart.

Band 17/18 (1976/77): 2,50 Euro

- KNEITZ, G. / HAGENOW, B.: Zum Rückgang des Weißen Storches (*Ciconia ciconia* L.) in Unterfranken.
- DEUERLING, G. / KNEITZ, G.: Bestandesverteilung und Bestandesentwicklung der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) in Unterfranken seit der Jahrhundertwende.
- SIMON, J.-P. / BEHRINGER, J. / KNEITZ, G.: Die Veränderung des Rinderbestandes in Unterfranken seit der Jahrhundertwende.
- FENSKE, G.: Zeitstufenplan für die Flurbereinigungsverfahren im unterfränkischen Raum.
- DITTRICH, K.: Versuch der Wiedereinbürgerung von *Helleborus foetidus* L. im Naturschutzgebiet Edelmannswald in den Gemarkungen Veitshöchheim und Thüngersheim, Landkreis Würzburg.
- BOCK, W.: Aktualisiertes Verzeichnis der im See von Sendelbach gefundenen Diatomeen.
- ZEIDLER, H.: Die Querceten des fränkischen Schwanbergs.
- ZEIDLER, H.: Ackerpflanzengesellschaften im Landkreis Würzburg.
- STADLER, H.: Die Egel (Hirudinea) in Unterfranken.
- ELBERT, A.: Bemerkenswerte Käferfunde aus dem Hochspessart.
- KNEITZ, G. / KNEITZ, H.: Bemerkenswerte Wiederfunde beringter Singvögel aus Franken. Eine Auswertung von Altdaten.

Band 19 (1978): 2,50 Euro

- KNEITZ, G. / u.a.: Karten zur Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten im Lebensraum Unterfranken. I. Floristischer Teil.

Band 20 (1979): 2,50 Euro

- KNEITZ, G. / u.a.: Karten zur Verbreitung von Pflanzen- und Tierarten im Lebensraum Unterfranken. II. Faunistischer Teil.

Band 21/22 (1980/81): 2,50 Euro

- VAUPEL, A.: Das Klima in Mainfranken – prägender Bestandteil seiner Umwelt.
- RUTTE, E.: Bemerkungen zu einer geologischen Karte des Landkreises Würzburg.
- KARL, H.: Unterfränkische Aspekte zur Entwicklung des Naturschutzes bis zum Ende des 2. Weltkrieges.
- BUSCHBOM, U.: Der Botanische Garten der Universität Würzburg.
- LÖSCH, R.: Die Ökologie der mainfränkischen Kalktrockenrasen.
- RITSCHEL-KANDEL, G.: Naturschutzkartierung im Regierungsbezirk Unterfranken. Ein Aufruf zur Mitarbeit.
- MICHEL, V.: Über die Entstehung und Erhaltung der Kulturlandschaft im Würzburger Raum.

SCHUA, L.: Die Reaktivierung biologisch-ökologischer Systeme zur Stärkung der Selbstreinigung im Main, als Ausgleich für die ökologischen Schäden des Ausbaues zur SchiffsstraÙe.

ULLMANN, I.: Die Vegetation in den unterfränkischen Regionen 1 und 2.

GÖSSWALD, K.: Unsere Ameisen im Mittleren Maingebiet.

GRÜNSFELDER, M.: Arzneipflanzen in Mainfranken.

MEIEROTT, L.: Verlust und Gefährdung des Bestandes an Höheren Pflanzen in Unterfranken.

REIF, A.: Die Hecken in Mainfranken.

KRAUS, K.: Die Cladoceren (Wasserflöhe) der Main-Altässer zwischen Würzburg und Randersacker.

ZIEGLER, R.: Beobachtungen zum unauffälligen Leben der Moose im fränkischen Muschelkalkgebiet.

WITTMANN, O.: Die Böden der Weinberge in Franken.

FALKENHAN, H.-H.: 25 Jahre Pilzberatung auf dem Marktplatz in Würzburg.

Band 23/24 (1982/83): 2,50 Euro

BAUCHHENS, E. / SCHOLL, G.: Bodenspinnen einer Weinbergsbrache im Maintal (Steinbach, Lkr. Haßberge). Ein Beitrag zur Spinnenfaunistik Unterfrankens.

LÖSCH, R.: *Helianthemum x sulphureum* WILLD. und die Blüh-Phänologie der unterfränkischen *Helianthemum*-Arten.

RITSCHEL-KANDEL, G. / KIMMEL, C. / SCHÄFER, E.: Der Gute Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*) in der Rhön.

RITSCHEL-KANDEL, G. / MEIEROTT, L.: Lebensräume in Unterfranken: Der Getreideacker.

RITSCHEL-KANDEL, G. / Kimmel, C. / Schäfer, E.: Die Wuchsorte von *Blysmus compressus* (Zusammengedrücktes Quellried) in Unterfranken.

MÜHLENBERG, M. / LINSENMAIR, K. E.: Die Ökologische Station der Universität Würzburg in Fabrikschleichach.

MALKMUS, R.: Soziale Thermoregulation bei Larven des Grasfrosches (*Rana temporaria* L.).

ULLRICH, E.: Voltaires Raumfahrerzählung „Micromégas“ und die Astronomie von damals und heute.

GRÜNSFELDER, M.: Zum Gedenken an Paul Matheis (1900 - 1981).

Band 25 (1984): 2,50 Euro

RITSCHEL-KANDEL, G.: Hilfsprogramm für Spinnen und Insekten. Ungedüngte Altgrasstreifen.

STRASSEN, R. ZUR: Phaenologie und Dominanz von Fransenflüglern (Insecta: Thysanoptera) im Muschelkalkgebiet des Kalbensteins bei Karlstadt/Main in Unterfranken.

SERGEL, R.: Der Europäische Laternenträger in Unterfranken (Homoptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Dictyopharidae).

SERGEL, R.: Ein weiterer Nachweis der Cixiide *Hyalesthes obsoletus* SIGNORET in Franken (Homoptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea).

Band 26 (1985): 2,50 Euro

TÜRK, W.: Waldgesellschaften im Schweinfurter Becken.

MALKMUS, R.: Witterungsbedingte Verhaltensänderungen der Erdkröte (*Bufo bufo* L.) während des Laichzuges (Frühjahr 1984).

RITSCHEL-KANDEL, G. / MARZINI, K. / HAPPEL, S.: Die Bedeutung des Ackerrandstreifenprogrammes für den Artenschutz seltener Ackerunkräuter in Unterfranken.

Band 27 (1986): vergriffen

RAFTOPOULOU, J. G.: Würzburger Ringpark. Baumkundlicher Führer.

Band 28 (1987): 2,50 Euro

MÄUSER, M.: Raubtiere und ihre Spuren im Altpleistozän von Würzburg-Schalksberg.

BANDORF, H. / PFREIM, U.: Die Vögel des Naturschutzgebietes „Lange Rhön“.

LEIPOLD, D. / FISCHER, O.: Die epigäische Spinnen-, Laufkäfer- und Kurzflügelkäferfauna des Großen Moores im NSG „Lange Rhön“ (Araneae; Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae).

RITSCHEL-KANDEL, G. / HESS, R.: Zur Lage des Artenschutzes in den Steppenheiden Unterfrankens.

Band 29 (1988): 2,50 Euro

BUSCHBOM, U.: Das Würzburger Naturschutzgebiet „Bromberg-Rosengarten“.

Band 30 (1989): 2,50 Euro

KARL, H.: Über den Naturschutz in Unterfranken. Anfänge, Aufbauzeit und Tätigkeitsschwerpunkte bis Ende der 80er Jahre.

HESS, R. / RITSCHEL-KANDEL, G.: Die Umsetzung von Entwicklungskonzepten für Trockenstandorte in Unterfranken. Fallbeispiel: Naturschutzgebiet „Trockengebiete bei der Ruine Homburg“.

ZOTZ, G. / ULLMANN, I.: Die Vegetation des NSG Kleinochsenfurter Berg.

REIF, A.: Die Grünlandvegetation im Weihergrund, einem Wiesental des Spessart.

STAMATIS, G.: Die chemische Beschaffenheit der Quellwässer im mittleren Bereich des Maindreiecks (Unterfranken/Süddeutschland).

Band 31 (1990): 2,50 Euro

MÜLLER, J.: Funktionen von Hecken und deren Flächenbedarf vor dem Hintergrund der landschaftsökologischen und -ästhetischen Defizite auf den Mainfränkischen Gäuflächen.

Band 32 (1991): 5,- Euro

UHLICH, D.: Die Vogelwelt im Landkreis und der Stadt Würzburg.

KERTH, G. / OTREMBIA, W.: Fledermausvorkommen in Stadt und Landkreis Würzburg zwischen 1985 und 1991.

Band 33 (1992): 5,- Euro

RITSCHEL-KANDEL, G. / RICHTER, K.: Beobachtungen zum Vorkommen der Heidelerche in Unterfranken und Maßnahmen des Naturschutzes zur Verbesserung der Lebensräume.

- VOGEL, K.: Welchen Einfluß haben Hügel der Wiesenameise *Lasius flavus* auf die Flora und Fauna einer schafbeweideten Hudefläche?
- BAUCHHENS, E.: Epigäische Spinnen an unterfränkischen Muschelkalkstandorten.
- HESS, R. / RITSCHEL-KANDEL, G.: Die Beobachtung der Rotflügeligen Ödland-schrecke (*Oedipoda germanica*) in Unterfranken als Beispiel für das Management einer bedrohten Art.

Band 34 (1993): 5,- Euro

- RAFTOPOULOU, J. G.: Struktur und Naturschutzwertigkeit von Schlehenbeständen im fränkischen Wellenkalkgebiet: Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Mäusberg“ (Landkreis Main-Spessart).
- SEUFERT, P.: Grundlagen zum Schutz der Tagfalter (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) im Naturschutzgebiet „Mäusberg“ (Landkreis Main-Spessart).
- ULLRICH, E.: Cornel Schmitt (1874 - 1958), Lehrer – Musiker – Biologe – Lehrerbildner – Pionier des Naturschutzgedankens.

Band 35/36 (1994/95): 5,- Euro

- HOLTERMAN, D.: Die Gehäuseschneckenfauna (Gastropoda) der Technozönose Weinberg und deren Beziehung zu angrenzenden naturnahen Biotopen im Raum Würzburg.
- ELSNER, O. / MEIEROTT, L.: Die Roggen-Gerste (*Hordeum secalinum* SCHREB.) in Unterfranken.
- HARTMANN, P.: Ein neuer Fundort des Springfrosches (*Rana dalmatina* BONAPARTE) aus dem Landkreis Main-Spessart in Unterfranken.

Band 37/38 (1996/97): 7,50 Euro

- BAUMANN, T.: Die epigäische Weberknechtfauna (Arachnida: Opiliones) des Sandgebietes bei Haid (Landkreis Forchheim).
- BUSCHBOM, U.: Zum dreihundertjährigen Bestehen des Botanischen Gartens in Würzburg.
- EBERTH, W.: Die officinellen Pflanzen des Landgerichtsbezirks Hammelburg um 1860.
- ELSNER, O.: Die Kopf-Binse (*Juncus capitatus* WEIGEL) in Unterfranken.
- KRACHT, P.: Methoden der Fischbestandserfassung im gestauten Main.
- MALKMUS, R.: Die Verbreitung der Kreuzotter (*Vipera berus* L.) im Spessart.
- OCHSE, M.: Die Tagfalterfauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) des Naturschutzgebietes „Kleinochsenfurter Berg“ (Landkreis Würzburg).
- PERNER, D.: Invasionsverhalten und Reproduktionserfolg der Milbe *Varroa jacobsoni* in Abhängigkeit zur Zellverdeckelungsdauer der Honigbiene *Apis mellifera*.
- RAFTOPOULOU, J. G.: „Siebold-Pflanzen“ – ostasiatische Kostbarkeiten in unseren Gärten.

Band 39/40 (1998/99): 7,50 Euro

- BRACKEL, W. VON / DUNK, K. VON DER: Moos- und Flechtenvorkommen in der Umgebung von Ebrach (Landkreis Bamberg) im Steigerwald.

- CASPARI, T.: Die anthropogene Beeinträchtigung des Basalt-Blockmeeres am Bauersberg bei Bischofsheim a. d. Rhön (Landkreis Rhön-Grabfeld) und deren Auswirkungen auf Standort und Biozönose.
- EBERTH, W.: Wetterbeobachtungen der königlichen Landgerichtsärzte im Bereich des heutigen Landkreises Bad Kissingen 1861.
- ELSNER, O.: Seltene Ackerwildkräuter am Romberg bei Sendelbach (Lohr am Main, Landkreis Main-Spessart).
- MANDERY, K.: Die Stechimmen der Sammlung RUPPERT (Coburg und Umgebung 1910 - 1925) im Naturalienkabinett des Klosters Münsterschwarzach (Landkreis Kitzingen) (Hymenoptera: Aculeata: Apidae, Sphecidae, Pompiloidea, Vespoidea, Scoliidea).
- RAFTOPOULOU, J. G.: Die Tagfalterfauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) des Naturschutzgebietes „Giebel“ (Landkreis Main-Spessart).
- ROSENBAUER, F.: Die Großschmetterlinge (Macrolepidoptera) des Affentals und des Retztals (Landkreis Main-Spessart).
- SCHÖNMANN, H.: Die bewegte Geschichte des Rombergs bei Sendelbach (Lohr am Main, Landkreis Main-Spessart).

Band 41/42 (2000/01): 10,- Euro

- EBERTH, W.: Geologie und Botanik in der heute Hessischen Rhön nach den Physikatsberichten der Gerichtsärzte der königlich bayerischen Landgerichte Hilders und Weyhers.
- ELSNER, O.: Die bewegte Geschichte der Urwiese bei Unfinden (Landkreis Haßberge).
- KNEITZ, G.: 100 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein Würzburg.
- KNEITZ, G. / KNEITZ, H. / ULLRICH, E.: Ein Besichtigungsgang 1938 durch das Fränkische Museum für Naturkunde.
- RAFTOPOULOU, J. G.: 100 Jahre Ringpark Würzburg.
- ULLRICH, E.: „Nimm wahr dein Glück“. Zum Andenken an Johannes Foersch (1878 - 1952).
- ULLRICH, E.: Ein Leben mit dem Naturwissenschaftlichen Verein Würzburg.

Band 43/44 (2002/03): 12,50 Euro

- DITTRICH, K.: Botanische Spaziergänge auf Veitshöchheimer Gemarkung (Landkreis Würzburg).
- ECKERT, H.: Geschichte und Zusammensetzung des geweihten Kräuterbüschels in Franken.
- KNEITZ, S.: Vergleich der Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) in unterschiedlich bewirtschafteten Weinbergen in Mainstockheim (Landkreis Kitzingen).
- RAFTOPOULOU, J. G.: Die Tagfalterfauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) des Naturschutzgebietes „Mäusberg-Rammersberg-Ständelberg“ (Landkreis Main-Spessart).
- RAFTOPOULOU, J. G.: Bemerkungen zu Flora und Heuschrecken-Fauna (Orthoptera: Saltatoria: Caelifera, Ensifera) des Naturschutzgebietes „Trockenhänge bei Unleben“ (Landkreis Rhön-Grabfeld).
- ULLRICH, E.: Adam Guckenberger (1886 - 1964). Studienprofessor, Lehrerbildner, Naturwissenschaftler und einer der Pioniere des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V.

ZEIDLER, H.: Die Kormophyten im Landkreis Kitzingen. Alphabetisches Verzeichnis.
ZEIDLER, H.: Die Hirschwurz-Saumgesellschaft in Rhön und Steigerwald.

Band 45/46 (2004/05): 15,- Euro

- DEGENBECK, M.: Artenreiche Ansaaten auf Ackerflächen als neues Hauptinstrument des Naturschutzes. Faunistische Ergebnisse von zwei Pilotprojekten im Landkreis Würzburg.
- MALKMUS, R.: Der Unkenreflex beim Grasfrosch (*Rana temporaria* L.) (Amphibia: Anura: Ranidae) während des Amplexus
- NICKEL, K.: Untersuchungen zum Schadnematoden *Xiphinema index* THORNE et ALLEN (Nematoda: Dorylaimida: Longidoridae) und dem Grapevine Fanleaf Virus (Comoviridae)
- RAFTOPOULOU, J. G.: Bemerkungen zur Tagfalterfauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) des Naturschutzgebietes „Trockenhänge bei Unsleben“ (Landkreis Rhön-Grabfeld) unter besonderer Berücksichtigung des Segelfalters (*Iphiclides podalirius* L.)
- RAFTOPOULOU, J. G. / DEGENHARDT, G.: Aktuelle Nachweise der Spanischen Fahne (*Callimorpha quadripunctaria* PODA) (Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae: Callimorphinae) in drei unterfränkischen Naturschutzgebieten
- STAUDINGER, H.: Die Vertilgung des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx* L.) (Mammalia: Carnivora: Felidae) im Spessart
- ULLRICH, E.: Hans Schiffmeyer (1867 - 1953). Biologe, Mathematiker, Studienprofessor, Förderer des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V.
- WENGER, K.: Paarungsquartiere des Großen Abendseglers (*Nyctalis noctula* SCHREBER) (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) im Würzburger Ringpark

Sonderpublikationen:

RUTTE, E. (1957): Einführung in die Geologie von Unterfranken. (*vergriffen*)

Broschüren: je 0,50 Euro

- Heft 1: Lebensräume in Unterfranken: Der Getreideacker. (*vergriffen*)
- Heft 2: Hilfsprogramm für Spinnen und Insekten – Ungedüngte Altgrasstreifen.
- Heft 3: Die Ökologische Station der Universität Würzburg in Fabrikschleichach. (*vergriffen*)
- Heft 4: Das Ackerrandstreifenprogramm in Unterfranken.

Bestellungen an:

NWV Würzburg e.V.
Schriftleitung
c/o Joachim G. Raftopoulos
Otto-Hahn-Straße 35
D-97218 Gerbrunn
(Tel. 0931/707537)

Abhandlungsverzeichnis auch im Internet unter
www.nwv-wuerzburg.de
Stand 31.12.2005.
Bisherige Preislisten verlieren ihre Gültigkeit.

Inhalt

MARTIN DEGENBECK:

Artenreiche Ansaaten auf Ackerflächen als neues Hauptinstrument des Naturschutzes.
Faunistische Ergebnisse von zwei Pilotprojekten im Landkreis Würzburg 3

RUDOLF MALKMUS:

Der Unkenreflex beim Grasfrosch (*Rana temporaria* L.) (Amphibia: Anura: Ranidae)
während des Amplexus 43

KAROLIN NICKEL:

Untersuchungen zum Schadnematoden *Xiphinema index* THORNE et ALLEN
(Nematoda: Dorylaimida: Longidoridae) und dem Grapevine Fanleaf Virus
(Comoviridae) 49

JOACHIM G. RAFTOPOULO:

Bemerkungen zur Tagfalterfauna (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) des
Naturschutzgebietes „Trockenhänge bei Unsleben“ (Landkreis Rhön-Grabfeld)
unter besonderer Berücksichtigung des Segelfalters (*Iphiclides podalirius* L.) 121

JOACHIM G. RAFTOPOULO et GÜNTER DEGENHARDT:

Aktuelle Nachweise der Spanischen Fahne (*Callimorpha quadripunctaria* PODA)
(Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae: Callimorphinae) in drei unterfränkischen
Naturschutzgebieten 151

HEINZ STAUDINGER:

Die Vertilgung des Eurasischen Luchses (*Lynx lynx* L.) (Mammalia: Carnivora:
Felidae) im Spessart 165

ELMAR ULLRICH:

Hans Schiffmeyer (1867 - 1953). Biologe, Mathematiker, Studienprofessor,
Förderer des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. 173

KLAUS WENGER:

Paarungsquartiere des Großen Abendseglers (*Nyctalis noctula* SCHREBER) (Mammalia:
Chiroptera: Vespertilionidae) im Würzburger Ringpark 181

Nekrolog

Zum Gedenken an Professor Dr. Leopold Schuà 189

Vereinsnachrichten über das Jahr 2004 193

Vereinsnachrichten über das Jahr 2005 200

Mitgliederverzeichnis 207

Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Würzburg e.V. 214