

**Voraussetzungen für das syntope Vorkommen des Bläulings
Maculinea arion und seiner Wirtsameise *Myrmica sabuleti***

Fallstudie gefährdeter Biodiversität auf Halbtrockenrasen der
Schwäbischen Alb

der Fakultät für Biologie
der EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN

zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften

von

Regina Grupp, geb. Pauler

aus Reutlingen

vorgelegte

D i s s e r t a t i o n

2009

Leben ist nicht genug
sagte der Schmetterling.
Sonnenschein, Freiheit
und eine kleine Blume
gehören dazu.

Hans-Christian Andersen

Für Wolfram

**Voraussetzungen für das syntope Vorkommen des Bläulings
Maculinea arion und seiner Wirtsameise *Myrmica sabuleti***

Fallstudie gefährdeter Biodiversität auf Halbtrockenrasen der
Schwäbischen Alb

der Fakultät für Biologie
der EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN

zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften

von

Regina Grupp, geb. Pauler

aus Reutlingen

vorgelegte

D i s s e r t a t i o n

2009

Tag der mündlichen Prüfung: 06. Februar 2009
Dekan: Prof. Dr. Hanspeter Mallot
1. Berichterstatter: Prof. Dr. Wolf Engels
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Oliver Betz

Dank

Meine zoologische Arbeit wurde fachlich geleitet von Herrn Prof. Dr. Wolf Engels, der mir in zahlreichen Diskussionen wertvolle Anregungen gab und mich mit Rat und Tat bei meiner Arbeit unterstützte. An ihn geht mein herzlicher Dank in erster Linie.

Für die Übernahme des Zweitgutachtens danke ich Herrn Prof. Dr. Oliver Betz.

Mein großer Dank gilt allen, die mich bei der Erstellung der Arbeit unterstützt haben.

Für fachliche Beratung und vielfältige Unterstützung bedanke ich mich sehr bei den Herren Dr. Manfred Verhaagh, PD Dr. Josef Settele und Prof. Dr. G. Kaule. Speziell bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Thomas Hillen und Dr. Jochen Krauss für die Beratung bei der statistischen Analyse meiner Daten und Herrn Dipl. Biol. Alban Pfeiffer für wichtige Hinweise die Populationsparameter betreffend. Dipl. Ing. Wolfgang Pauler leistete wertvolle fachliche Hilfe und Beratung bei der Installation der Temperatur-Messtechnik.

Ganz besonders bedanke ich mich für ein Stipendium der Universität Tübingen für Frauen nach der Familienphase, das es mir ermöglichte, meine Arbeit abzuschließen.

Von ganzem Herzen danke ich meinen Eltern Maria und Otto, die mich stets unterstützt und meine Entwicklung und Ausbildung nach Kräften gefördert haben. Meine Geschwister Monika, Wolfgang und Herbert Pauler begleiteten mich mit Verständnis und vielfältigem freundschaftlichen Einsatz.

Ein großer Dank gilt meinem Mann Wolfram, der mich mit Verständnis und Engagement während der Zeit der Promotion so positiv begleitete und ermutigte. Auch meinen Kindern Tobias und Nico danke ich für ihre Unterstützung.

Tübingen, im Februar 2009

Regina Grupp

INHALT

	Seite
A. EINLEITUNG	1
B. MATERIAL UND METHODEN	7
UNTERSUCHUNGSGEBIETE	7
1. Kälberberg/Hochberg	8
2. Kirchenköpfe, Beuren, Köhlbergsüdhang	9
UNTERSUCHUNGSOBJEKTE	10
1. <i>Maculinea arion</i> LINNAEUS, 1758 (Lepidoptera, Lycaenidae)	10
2. Lebensweise	10
3. Habitat	13
4. Raupenfraßpflanzen	14
4.1 <i>Thymus pulegioides</i> (LINNAEUS 1753) – Feld-Thymian	14
4.2 <i>Origanum vulgare</i> (LINNAEUS 1753) – Wilder Dost	15
5. Wirtsameise: <i>Myrmica sabuleti</i> MEINERT 1860 (Hymenoptera, Formicidae)	16
6. Verbreitung	18
UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	19
1. Habitat von <i>M. sabuleti</i>	19
1.1 Temperaturverhältnisse	19
1.1.1 Auswahl und Lage der Probeflächen in Habitattypen	19
1.1.2 Temperaturmessungen	22
1.1.3 Erfassung der Nester auf Probeflächen	23
1.1.4 Statistische Auswertung	24
1.2 Analyse des Wirtameisen-Habitats	24
1.2.1 Wirtsspezifität der <i>M. arion</i> -Raupen und Kapazität der <i>M. sabuleti</i> -Nester	24
1.2.2 Nestdichte	25
1.2.3 Sonneneinstrahlung	26
1.2.4 Konkurrenzverhältnisse der <i>Myrmica</i> -Arten: Nearest-Neighbour-Analyse	26
1.2.5 Statistische Auswertung und Habitatmodelle: <i>Multipl. lineares Regressionsmodell</i>	28
<i>Binäres logistisches Regressionsmodell</i>	29
	30

2.	Markierungs-Wiederfang-Versuche mit <i>M. arion</i>	30
	2.1 Markierung und Transsektbegehungen	30
	2.1.1 Mobilität	31
	2.1.2 Populationsschätzungen	32
	2.1.3 Anwesenheitszeiten und –wahrscheinlichkeiten	33
	2.1.4 Überlebenswahrscheinlichkeit	33
3.	Eigenschaften des Falter-Habitats	34
	3.1 Eiablagepflanzen	34
	3.2 Nektarpflanzen	34
	3.3 Vegetation: Probe- und Eiablageflächen	34
	3.4 Auswahl der Probeflächen repräsentativ nach Vegetationstypen	34
	3.5 Herstellung des Flächenbezugs und GIS-Analyse	35

C. ERGEBNISSE

1.	Wirtsspezifität der <i>M. arion</i>-Raupen und Kapazität der <i>M. sabuleti</i>-Nester	37
2.	Habitatpräferenzen der Wirtsameise <i>M. sabuleti</i>	39
	2.1 Vorkommen von <i>Myrmica</i> -Arten in verschiedenen Habitattypen	39
	2.2 Temperaturmessungen an Nesteingängen	39
	2.3 Temperaturmessungen auf Probeflächen	41
	2.4 Konkurrenzverhältnisse im Habitat: Nearest-Neighbour-Analyse	43
	2.5 Statistische Auswertung und Habitatmodelle	47
	2.5.1 Rangpositionen der <i>Myrmica</i> -Ameisen: Habitatparameter	47
	2.5.2 Einnischung der <i>Myrmica</i> -Ameisen im <i>M. arion</i> -Habitat	50
	2.5.3 Gewichtung der Habitatparameter in Bezug auf die Nestdichte	54
	2.5.4 Einfluss der Habitatparameter auf die Nestdichte	56
	2.5.5 Einfluss von Habitatparametern auf das lokale Vorkommen	57
3.	Populationsparameter von <i>M. arion</i>	58
	3.1 Gesamtpopulationsgröße	59
	3.2 TRT ´total residence time´	59
	3.3 Überlebenswahrscheinlichkeit	59
	3.4 Geschlechterverhältnis	60
	3.5 Phänologie	61
	3.6 Mobilität	64
4.	Habitatpräferenzen von <i>M. arion</i>	65
	4.1 Eiablagepflanzen	65
	4.2 Nektarpflanzen	67
	4.3 Vegetation und Flächenbedarf	67
	4.3.1 Übersicht der potentiell geeigneten Vegetationstypen	68

D. DISKUSSION	75
1. Ziele des Projektes	75
2. Wirtsspezifität der <i>M. arion</i> -Raupen und Kapazität der <i>M. sabuleti</i> -Nester	76
3. Voraussetzungen für das Vorkommen von <i>Myrmica sabuleti</i>	77
3.1 Abiotische Faktoren	77
3.2 Biotische Faktoren	80
3.2.1 Territorialität sympatrischer <i>Myrmica</i> -Arten	80
3.2.2 Präferenz einzelner <i>Myrmica</i> -Arten für Mikrohabitate mit spezifischen Eigenschaften	81
3.2.3 Multivariates Regressionsmodell zur Nestdichte von <i>Myrmica sabuleti</i>	82
4. Voraussetzungen für das Vorkommen des Bläulings <i>Maculinea arion</i>	83
5. Die lokalen Populationen von <i>Maculinea arion</i>	84
5.1 Populationsgröße in Relation zur Habitatfläche	85
5.2 Geschlechterverhältnis	86
5.3 Mobilität der Falter	86
E. ZUSAMMENFASSUNG	89
SUMMARY	95
F. LITERATUR	99
Eigene Wissenschaftliche Arbeiten	99
Zitierte Literatur	100
G. ANHANG	
1. Schutz- und Pflege-Maßnahmen für <i>M. arion</i> in Südwest-Deutschland	
2. Protokollblätter	
3. Daten zur Berechnung der Populationsparameter von <i>M. arion</i>	
4. Daten zur statistischen Bearbeitung der Ameisen-Erhebungen	

A. EINLEITUNG

Zwischen Arthropoden und vor allem zwischen Insekten bestehen interspezifische Beziehungen in großer Vielfalt (Bronstein 1994, 2001, Thompson 1999). Sie betreffen u. a. Räuber-Beute-Verhältnisse, Parasitismus, Mimikry sowie Konkurrenz um Ressourcen (Thompson 1994, Boucher et al. 1982). Eine Besonderheit stellen die Inquiline der sozialen Insekten dar. Sie können als Spezialfall von Mimikry angesehen werden und dürften aus Nestmitbewohnern und Kommensalen auf Grund von Prädatoren-Druck entstanden sein (Stadler et al. 2001, Hoeksema & Bruna 2000). Inquiline stellen ein großes Spektrum an Gast- und Wirtsarten. Man findet bei Ihnen eine erstaunliche Breite von Tarnungsstrategien (Lunau 2002).

Prädatorische Ameisen-Arten ernähren sich vor allem von anderen Arthropoden, weshalb sich über 100 000 Arten, darunter vielfach auch Schmetterlingsraupen (Hölldobler & Wilson 1990, Atsatt 1981, Pierce 1987, Pierce et al. 2002), an diesen evolutiven Druck durch Mechanismen zur Koexistenz anpassten (Elmes 1996). Offensichtlich kann es aber auch in einem wohl stufen weisen Übergang zum Parasitismus kommen: bei Insekten sind etwa 10 000 Arten als Sozialparasiten von Ameisen bekannt (Thomas & Settele 2004).

Schmetterlingsraupen stellen Ameisennahrung im klassischen Sinn dar. Sie sind meist wehrlos, bewegen sich nur langsam fort und besitzen zudem eine weiche Cuticula (Fiedler 1991). Bläulingsraupen passten sich dem durch geeignetes Verhalten und die Entwicklung von myrmecophilen Organen an (Henning 1997), die nektarähnliche Sekrete oder sogar bereits chemisch bekannte Pheromon-Kopien produzieren (Akino et al. 1999). Damit sind sie in der Lage, die Ameisen zu besänftigen oder, bemerkenswerter Weise in Kombination mit akustischer Kommunikation (Markl 1973, De Vries et al. 1993), zu Trophallaxis und Pflegemaßnahmen zu veranlassen (Akino et al. 1999).

Solche hoch spezialisierten mutualistischen Adaptationen führten zu vielen symbiotischen Beziehungen zwischen Bläulingsraupen und ihren Gastameisen (Fiedler 1991, Pierce et al. 2002). Unter allen Lepidopteren, mit geschätzt 160 000 Arten und über 99% rein phytophagen Spezies, ist Mutualismus mit Ameisen besonders häufig bei Lycaeniden zu finden (Pierce et al. 2002) und wurde bereits bei mehr als 1000 der

bisher bekannten etwa 4400 Arten dieser Familie nachgewiesen (Harvey 1987, Pierce et al. 2002). Hiervon wurden jedoch nur wenige Beispiele detailliert untersucht (z.B. Fiedler 1991, Harvey 1987, Pierce et al. 2002, Megens et al. 2005, Kaminski 2008). Während in den Tropen Afrikas, Südamerikas und Australiens schätzungsweise über 80% der Lycaeniden myrmecophil sind, trifft dies in der Palaearktis bei generell geringerer Diversität von Ameisen und Bläulingen nur für etwa 10% der Spezies zu (Fiedler 1991, 2001). Insgesamt sind jedoch lediglich 3% aller Ameisen-Lycaeniden Beziehungen obligat und parasitischer bzw. prädatorischer Natur (Pierce et al. 2002).

Ähnlich wie bei der Spezialisierung auf Wirtspflanzen spielen bei der Myrmekophilie auch historische Zusammenhänge eine Rolle, was zu einem abgrenzbaren Konservatismus führte, der auf taxonomische Untergruppen beschränkt ist. So lassen sich einige Gattungen der Lycaeniden als insgesamt myrmecophil kennzeichnen, darunter das kleine Genus *Maculinea* (Thomas & Settele 2004, Fiedler 1991). In Deutschland kommen nur 5 Arten obligat myrmecophiler Tagfalter vor, die alle dieser Gattung angehören (Thomas & Settele 2004). Fakultativ mutualistisch mit Ameisen assoziiert sind noch einige *Polyommatus*-Arten (Daniels et al. 2005).

Maculinea-Raupen sind hochgradig spezialisiert an ihre Wirtsameisen angepasst. Ihre Cuticula ist bis zu 20x dicker als die anderer Schmetterlingsarten. Sie besitzen eine asselförmige Gestalt, ihr ungewöhnlich großes Prothorax-Schild erlaubt es, den Kopf bei unsanftem Kontakt mit Ameisen komplett einzuziehen und so zu schützen. Mit Ihren myrmecophilen Organen (Malicky 1969) nehmen sie Kontakt mit den Ameisen auf. *Maculinea*-Raupen kommunizieren auf vielfältige Weise durch adaptiertes Verhalten, akustisch mittels Stridulations-Signalen (De Vries et al. 1993) und chemisch durch Pheromon-Kopien (Akino et al. 1999) mit ihren Wirtsameisen.

Unter den bei uns vorkommenden *Maculinea*-Ameisenbläulingen haben nur *M. arion* und *Maculinea teleius* den Status eines Parasiten seiner Wirtsart, von deren Larven sie sich ernähren (Thomas et al. 1989, Pech et al. 2004). Drei weitere Arten der Gattung (*Maculinea rebeli*, *Maculinea alcon* und *Maculinea nausithous*) leben als sogenannte 'Kuckucks-Arten' in Nestern ihrer Wirtsarten, wo sie sich von den Arbeiterinnen füttern lassen. Durch diesen effizienteren Weg der Ernährung können sich pro Nest sechs mal so viele Falter entwickeln als bei den beiden prädatorisch-parasitisch lebenden *Maculinea*-Arten (Thomas & Settele 2004, Pech et al. 2004).

Die zunächst herbivoren Raupen von *M. arion* leben vom 4. Larvenstadium an obligatorisch in Nestern von *Myrmica sabuleti*. Die Arbeiterinnen dieser einzigen

Wirtsameise tragen die Raupen selbst ein. Fortan ernähren sie sich carnivor von den Ameisenlarven (Thomas et al. 1989, Thomas 2002). Dieser coevolutiv entstandene, obligate Parasitismus bedingt, dass der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling *M. arion* nur syntopisch mit *M. sabuleti* vorkommen kann. In diese obligate interspezifische Bindung sind dazu eine Reihe weiterer Habitatfaktoren einbezogen, insbesondere das Vorhandensein der einzigen Raupenfrasspflanzen *Origanum vulgare* und *Thymus*. Für *M. arion* geeignet strukturierte Biotope sind in Süddeutschland auf Halbtrockenrasen beschränkt, die vor allem auf der Schwäbischen Alb als Lebensraum unter bestimmten anthropogenen Nutzungsbedingungen entstanden sind (Beinlich 1995a, b).

Dass überlappende Ansprüche geeigneter Wirtspflanzen und –ameisen generell zu fragmentierten, kleinen Populationen führen, zeigte eine demographische Studie an Lycaeniden: Entomophagie stellte bei diesen Tieren phylogenetisch ein "Death end" mit hohem Extinktionsrisiko dar (Pierce et al. 2002). Zu einem dramatischen Rückgang der Populationen unseres größten einheimischen Bläulings führte zusätzlich die Veränderung der Landnutzung, die auch in anderen Ländern in den letzten Jahrzehnten einen beträchtlichen Verlust an Biotopfläche bedeutete (Shaffer 1981, Wilcove et al. 1986, Öckinger & Smith 2006). In ganz Deutschland wurde *M. arion* als Tagfalter von hohem Schutzinteresse eingestuft (BArtSchV 1999 in Bedomir-Kahlo 2003; Rote Liste Deutschlands in Binot et al. 1998). Der Bestand des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings gilt jedoch nicht nur hierzulande, sondern in seinem gesamten europäischen Verbreitungsgebiet als extrem gefährdet (Munguira et al. 1999, IUCN 2006)

Konkret wird ein Vorkommen des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings als charakteristisch für Kalkmagerrasen-Biotope mit hoher Biodiversität eingestuft (Weidemann 1988, Ebert & Rennwald 1991b, Settele et al. 2002). Auch wegen seiner engen Bindung an bestimmte Pflanzenarten eignet sich dieser Schmetterling besonders als Deskriptor für den Zustand entsprechender Biotope (Kratochwil 1984), insbesondere auch als Indikator für den Effekt von lokalen Naturschutz- und Management-Maßnahmen (Settele et al. 2002). Um diese erfolgreich durchführen zu können, müssen aber die Habitat-Ansprüche der restlichen hiesigen Populationen des Bläulings und seiner Wirtsameise bekannt sein. Dies ist jedoch erst unzureichend der Fall (Thomas & Settele 2004, Wynhoff 1998, Munguira et al. 1999, Pauler-Fürste & Verhaagh 2005). Da es im europäischen Raum entlang eines Nord-Süd-Gradienten über die Breitengrade erhebliche Unterschiede in den Habitat-Eigenschaften von Magerrasen gibt, können in

anderen Ländern durchgeführte Feldstudien auch nicht zu Rate gezogen werden, zumal Hinweise für eine ökologische Kompensation bei der Biotop-Bindung gefunden wurden (Elmes et al. 1998, Thomas 1998).

Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, für die Beurteilung der Verhältnisse in Baden-Württemberg mehrjährige Freiland-Untersuchungen auf der Schwäbischen Alb durchzuführen, um hier gültige Daten über die hiesigen Biotop-Ansprüche sowohl des Bläulings als auch seiner Wirtsameise zu gewinnen. Denn dem laufenden Bestandsrückgang dieser evolutionsbiologisch bemerkenswerten und ökologisch bedeutenden Artengemeinschaft sollte baldmöglichst Einhalt geboten werden (Thomas & Settele 2004, Munguira et al. 1999, Öckinger & Smith 2006).

Diese Situation war Anlass für mein Promotionsprojekt. Als Untersuchungsareal wählte ich vier Wacholderheiden aus, von denen ich zwei intensiver untersuchte. Dort sollten die biotischen und abiotischen Bedingungen des Habitats des Bläulings und seiner Wirtsameise möglichst quantitativ erfasst und statistisch ausgewertet werden. Die ermittelten einzelnen Habitat-Parameter sollten sodann hinsichtlich ihrer möglichen Rolle als Schlüsselfaktoren für die Biotop-Qualität eingestuft werden. Dieses Konzept beruhte auf folgender Hypothese:

Der Bläuling *Maculinea arion* ist auf ein Biotop mit außerordentlich spezifischen Habitat-Eigenschaften angewiesen, von denen einzelne als Schlüsselfaktoren, die entscheidend für das syntope Vorkommen der einzigen Wirtsameisenart und des Bläulings sind, ermittelt und quantifiziert werden können.

Mein Untersuchungsprogramm umfasste folgende Punkte:

1. Auf definierten Probeflächen die Vegetation und den Bestand an Ameisennestern sämtlicher sympatrischer *Mymica*-Arten erfassen, um Konkurrenzverhältnisse und Habitatansprüche zu erkennen.
2. Nachweis der Wirtsspezifität der *M. arion*-Raupen und der Kapazität von *M. sabuleti*-Nestern durch Ausgraben von Nestern und Ausbringen von Emergenzfallen über Nesteingängen bei Eiablagestellen.

3. Abiotische Faktoren, insbesondere Temperatur, Exposition und Inklination, quantitativ zu erheben um Unterschiede statistisch auszuwerten und so Schlüsselfaktoren zu identifizieren.
4. Die Populationen des Ameisenbläulings vor allem in Hinblick auf ihre Entwicklung/Schwankungen und Mobilität der Falter zu analysieren, außerdem speziell deren Bindung an Futterpflanzen zu prüfen.

Ziel meines Promotionsvorhabens war es somit, durch quantitative Freiland-Untersuchungen die Habitat-Ansprüche des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings im Hinblick auf die Schlüsselfaktoren zu präzisieren, die für das syntope Vorkommen mit *Myrmica sabuleti* entscheidend sind.

Die vom Projekt erwarteten Ergebnisse, zu welchen Bedingungen das gemeinsame Vorkommen von Bläuling und Ameise stattfinden kann, sollten schließlich als Grundlage für eine Planung Biotop-bezogener Schutzmaßnahmen dienen, um langfristig zu Erhalt und Erholung der restlichen *M. arion*-Populationen zu führen.

B. MATERIAL UND METHODEN

UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Die Freilanduntersuchungen wurden von 1994 bis 1996 auf vier Wacholderheiden in Südwest-Deutschland durchgeführt (Abb. 1 - 3). Es handelt sich dabei um das Naturschutzgebiet 'Kälberberg/Hochberg' bei Münsingen (Albhochfläche), das Naturschutzgebiet 'Beuren', das geplante Naturschutzgebiet 'Kirchenköpfe' und den 'Köhlbergsüdhang' bei Schlatt/Jungingen im Zollernalbkreis (Albtrauf). Auf allen vier Heiden wurden Markierungs-Wiederfangstudien und weitere Untersuchungen zu Habitatpräferenzen und Ökologie von *M. arion* durchgeführt. Probeflächen für die Untersuchung von Habitatansprüchen der Wirtsameise *Myrmica sabuleti* im *M. arion* Habitat befanden sich in den Gebieten Kälberberg/Hochberg und Kirchenköpfe.

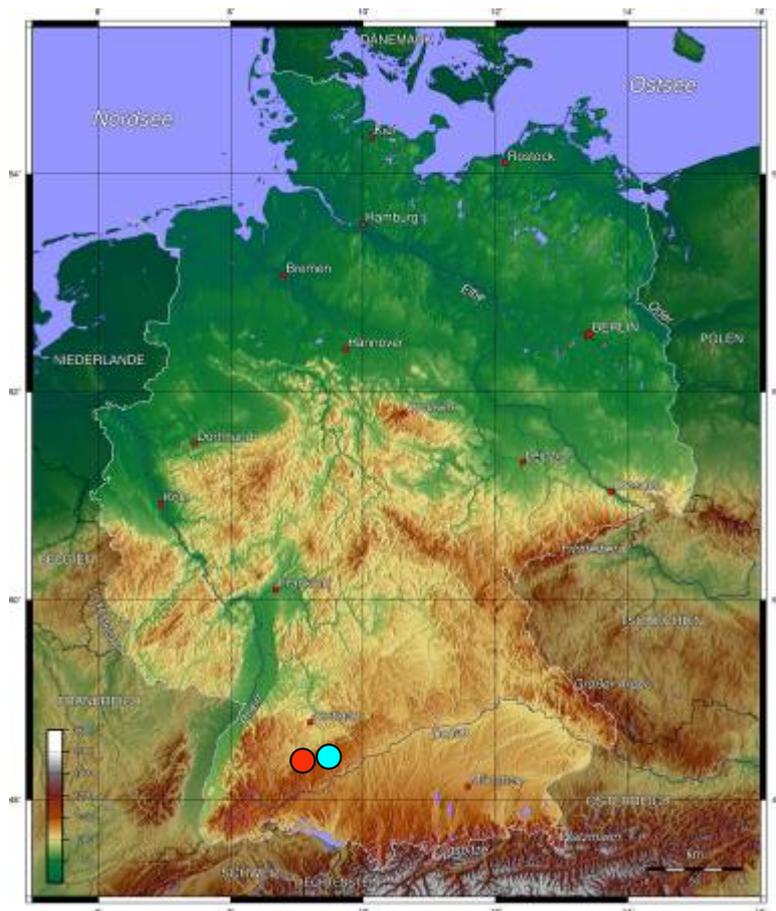


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete in Süddeutschland

- Kälberberg/Hochberg
- Beuren, Kirchenköpfe, Köhlbergsüdhang

1. Kälberberg/Hochberg

Lage und naturräumliche Gliederung: Der Kälberberg/Hochberg im Kreis Reutlingen auf der Gemarkung der Gemeinde Münsingen wurde 1994 als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Seine Fläche von 60 ha liegt auf 700-771m ü.NN.

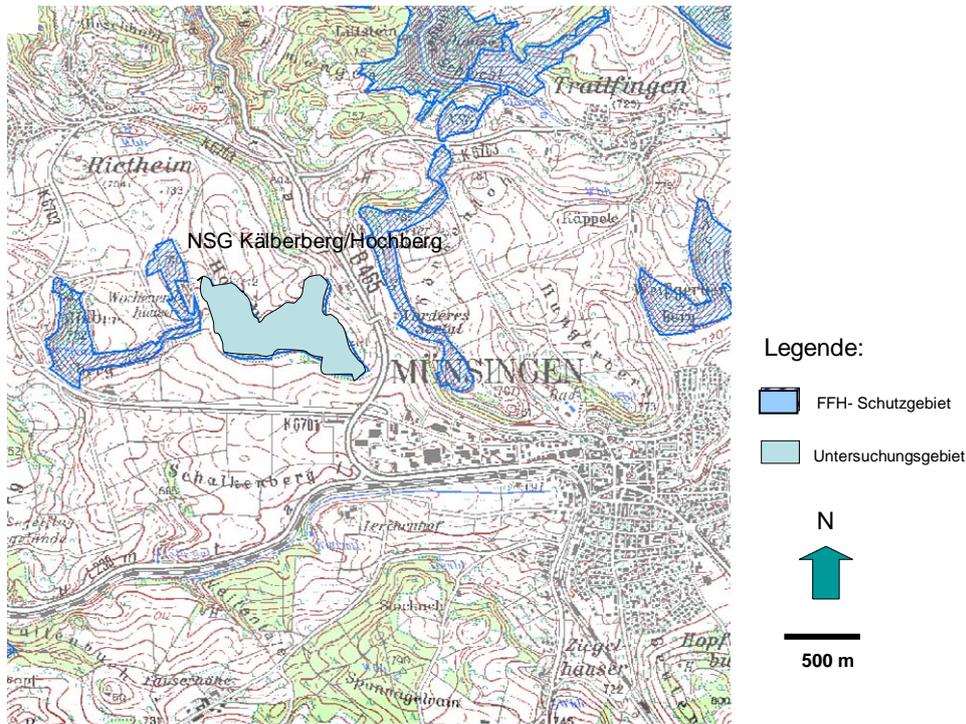


Abb. 2: Lage des Untersuchungsgebiets Kälberberg/Hochberg auf der Gemarkung Münsingen (Kreis Reutlingen). Verkleinerter Ausschnitt der Topographischen Karte 1:25 000 (Blatt 7523 Münsingen).

Klima: Das Jahresmittel der Temperatur beträgt zwischen 6 - 7°C und liegt damit etwa 2°C niedriger als im mittleren Albvorland um Reutlingen (Deutscher Wetterdienst 1953, 1991).

Geologie und Böden: Das Untersuchungsgebiet liegt auf weißem Jura (Gwinner 1982). Auf seinen flachen Kuppen und Hügeln finden sich Lehm-Rendzinen, die als Schafweiden genutzt werden (Beinlich 1995b).

Vegetation und Nutzung: Im Naturraum 'Mittlere Kuppenalb' umfasst das Gebiet beweidete Wacholderheiden mit Halbtrockenrasen, Hecken, Steinriegeln, Waldflächen sowie dazwischen liegende landwirtschaftliche Grünland- und Ackerflächen. Die Halbtrockenrasen werden mindestens einmal jährlich von Schafherden beweidet.

2. Kirchenköpfe, Beuren, Köhlbersüdhang

Lage und naturräumliche Gliederung: Die Untersuchungsgebiete befinden sich im Gebiet der Schwäbischen Alb, Naturraum „Vorland der westlichen Schwäbischen Alb/Hohe Schwabenalb“, am Nordtrauf der Westalb im Zollernalbkreis. Sie liegen etwa 5-8 km östlich von Hechingen in den Gemarkungen der Gemeinden Beuren, Schlatt und Jungingen direkt unter dem Steilabfall der Schwäbischen Alb (Abb. 3).

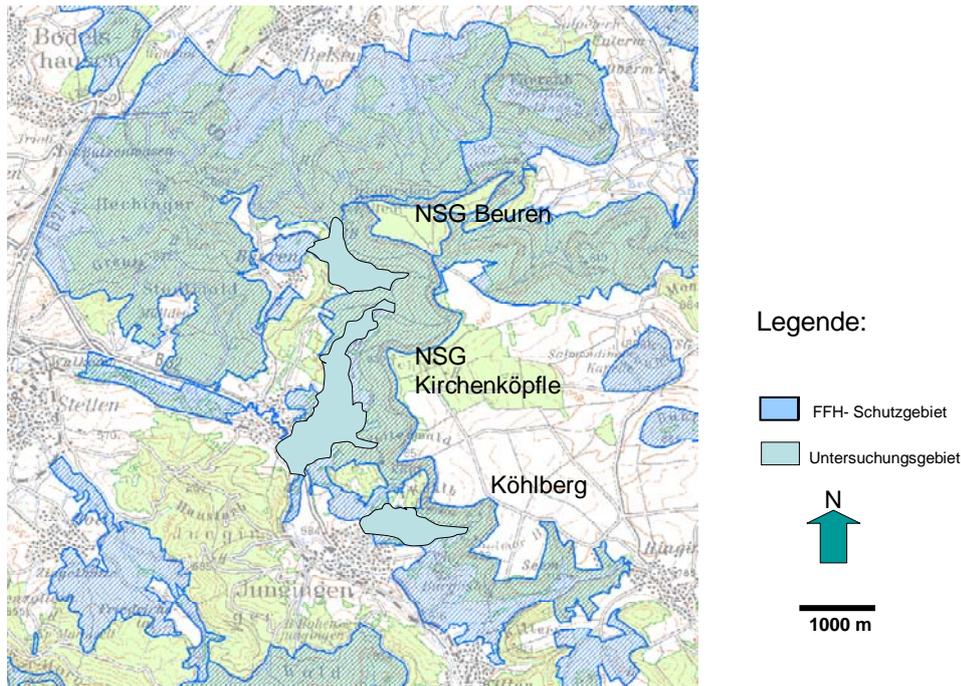


Abb. 3: Lage der Untersuchungsgebiete Beuren, Kirchenköpfe und Köhlbersüdhang auf den Gemarkungen Beuren, Schlatt und Jungingen (Zollernalbkreis). Verkleinerter Ausschnitt der Topographischen Karte 1:25 000 (Blatt 7620 Jungingen).

Beuren weist eine Fläche von 31,6 ha auf und befindet sich auf einer Höhe von 640m-702m ü. NN. Nur etwa 5 ha, vorwiegend im oberen Hangdrittel, können aufgrund des Vorkommens von Thymian als potentielles Habitat für *M. arion* bezeichnet werden.

Das Kirchenköpfe erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 118,6 ha, wovon fast die Hälfte aus Halbtrockenrasen besteht (Hacker 1992). Etwa 25 ha der Fläche können vorab als potentielles Habitat (s. o.) für *M. arion* bezeichnet werden.

Die nicht bewaldete Fläche des Köhlbergsüdhangs beträgt etwa 25 ha. Als geeignete Habitatfläche werden 5 ha im oberen Hangdrittel geschätzt.

Klima: Bedingt durch die Lage der Untersuchungsgebiete am westlichen Albtrauf ist die Niederschlagsmenge wesentlich höher als auf der Albhochfläche (Hornung 1991). Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8,2° C (Deutscher Wetterdienst 1991).

Geologie und Böden: Die Untersuchungsgebiete erstrecken sich über wechselnde Schichtfolgen des Braunen und Weißen Jura (Geologisches Landesamt 1975). Es gibt zahlreiche Hangrutschungen, welche vor allem in den Gebieten Beuren und Köhlbergsüdhang zu sehen sind (Hugger 1980).

Vegetation und Nutzung: **Beuren** wurde 1990 als Naturschutzgebiet ausgewiesen und auf den steileren, weniger ertragreichen Flächen schon seit dem 18. Jahrhundert als Schafweide genutzt. Es handelt sich um eine das Landschaftsbild prägende Wacholderheide mit mageren Halbtrockenrasen und dazwischen liegenden wechselfeuchten Standorten im Hangbereich. Seit Beginn der 60er Jahre wurde die Heide im oberen Teil extensiv beweidet und durch Pflegemaßnahmen des Regierungspräsidiums Tübingen offen gehalten. Die Kalkmagerwiesen im unteren, flacheren Teil des Gebiets werden einmal jährlich gemäht und abgeräumt (Beiter 1991). Der vorwiegend südwestlich exponierte Hang der Wacholderheide am **Köhlbergsüdhang** erstreckt sich über eine Höhe von etwa 660m – 760m ü. NN. Der Wacholderheidenhang wird seit etwa 1945 als Schafweide genutzt und etwa alle 10 Jahre durch Pflegemaßnahmen offen gehalten. Ab 1981 wird der Köhlberghang im Hutungs-Weidebetrieb mit etwa 400 Schafen für 1-2 Wochen im August beweidet.

Das Untersuchungsgebiet **Kirchenköpfe** liegt im Nordosten der Gemeinde Schlatt auf einer Höhe von 630m – 700m ü. NN direkt unterhalb des Steilabfalls der Schwäbischen Alb. Etwa zwei Drittel der Gesamtfläche (ca. 80 ha) werden heute als Schafweide genutzt. Seit 1960 wird das Gebiet von der Gemeinde an einen Schäfer verpachtet, die Ackernutzung wurde aufgegeben. Ab 1981 wird die Schlatter Heide im Hutungs-Weidebetrieb mit etwa 400 Schafen von Anfang Mai bis Ende Oktober verhältnismäßig intensiv beweidet.

UNTERSUCHUNGSOBJEKTE

1. *Maculinea arion* LINNAEUS, 1758 (Lepidoptera, Lycaenidae)

Die Oberseite der Falter ist leuchtend blau mit weißen Fransen und einer breiten schwarzbraunen Randbinde. Beim Weibchen sind die schwarzen Postdiskalflecken (Abb. 4) größer als beim Männchen (Higgins & Riley 1971). Die Unterseite ist grau-braun mit schwarzen, weiß beringten Flecken. Im Gegensatz zu den übrigen *Maculinea* – Arten ist bei *Maculinea arion* die Basis der Hinterflügel unterseits hellblau bestäubt (Elmes &

Thomas 1987). Die Vorderflügelänge variiert beim Männchen zwischen 16 und 20 mm (Higgins & Riley 1971).



Abb. 4: *Maculinea arion* (♀), Kirchenköpfe (650m), 08.07.1992.

2. Lebensweise

Der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling ist eine Art der Halbtrocken-Magerrasen unter den fünf Arten der Gattung *Maculinea*, die ansonsten alle, außer *Maculinea rebeli*, feuchte Standorte besiedeln (Settele et al. 1995).

Die *M. arion* Falter leben univoltin und fliegen von Ende Juni an etwa für 4 Wochen (Pauler et al. 1995, Pauler-Fürste et al. 1996). Die Weibchen legen die Eier an die Knospen von *Thymus spec.* und Wildem Dost (*Origanum vulgare* LINNAEUS) ab. Das Ei ist anfangs reinweiß, nach einigen Tagen grünlich, mit feinwabiger Struktur. Die Raupe schlüpft meist basal nach etwa einer Woche (Thomas 1989, Pauler et al. 1995), und frisst sich nach dem Schlüpfen in die Blütenknospen ein, von deren Samenanlagen sie sich für 2-3 Wochen ernährt. In diesem Stadium lebt die Raupe teils kannibalisch, d.h. sie frisst auch kleinere Raupen derselben Art (Elmes & Thomas 1987). Bis zum L4

Stadium benötigt sie etwa 16 Blütenknospen, dann lässt sie sich von der Futterpflanze fallen und wartet dort, bis sie von einer *Myrmica*-Arbeiterin entdeckt wird.

Die Raupen sind in ihrem letzten Stadium obligatorisch myrmecophil: Falls sie nicht nach 1-2 Tagen von einer *Myrmica*-Arbeiterin 'adoptiert' und in ein Nest eingetragen werden, sterben sie. Der 'Adoptionsvorgang' dauert bis zu vier Stunden (Thomas 1989). Hier spielen die myrmecophilen Organe der Bläulingsraupe eine wichtige Rolle: Wie sämtliche Larven der Arten des Tribus Polyommattini besitzen die Raupen von *M. arion* alle Typen der bei Schmetterlingsraupen bekannten myrmecophilen Organe (Fiedler 1991): PCO's (Pore cupula organs = Porenkuppelorgane), DNO (Dorsal nectary organ = dorsales Nektarorgan), TO's (Tentacle organs = Tentakelorgane, reduziert).



Abb. 5: Erwachsene Raupe (L4) von *M. arion* an einer Blütenknospe von *T. pulegioides*.

Diese Organe dienen zur Erlangung der Aufmerksamkeit der Ameisen und der Erhaltung stabiler Beziehungen zu ihnen und sind in Henning (1983a, b), Maschwitz & Fiedler (1988) und Akino et al. (1999) näher erläutert.

Nach dem Auffinden der Raupe wird diese von der *Myrmica*-Arbeiterin mit deren Fühlern betastet, worauf die Raupe aus ihrem dorsalen Nektarorgan (DNO) ein süßes Sekret absondert, welches von der Ameise getrunken wird. Ist das 'Adoptionsritual' beendet, wird die Raupe von der Ameise mit den Mandibeln ergriffen und in das Nest

getragen. Alle im *M. arion*-Habitat vorkommenden Ameisenarten der Gattung *Myrmica* tragen *M. arion*-Raupen in ihre Nester ein, sie überleben jedoch fast ausschließlich nur in Nestern von *M. sabuleti* (Thomas et al. 1989; Thomas 2002; Elmes et al. 2002). Hier ernährt sich die L4 von den *M. sabuleti*-Ameisenlarven, wobei sie zu jeder Zeit nur die größten verfügbaren Larven, also Ameisenlarven kurz vor der Verpuppung frisst; Puppen stehen für die Raupen als Nahrung nicht zur Verfügung. Durch diese Strategie wird die Kapazität des Ameisennests zur Ernährung der *M. arion*-Raupe vergrößert und damit ihre Überlebenschance verbessert (Thomas & Wardlaw 1992). Da sich *M. arion*-Raupen ausschließlich räuberisch von Ameisenlarven ernähren und nicht, wie die meisten anderen *Maculinea*-Arten, auch von den Arbeiterinnen gefüttert werden, kann sich pro Nest meist nur eine *M. arion*-Raupe entwickeln (bei *M. rebeli* bis zu 20 Raupen). Die Raupe benötigt bis zu ihrer Verpuppung etwa 230 Ameisenlarven als Nahrung (Thomas & Wardlaw 1992), *M. sabuleti*-Nester besitzen jedoch nur ca. 300-800 Arbeiterinnen, etwa gleichviel Brut überwintert. Aus diesem Grund sind die Falter von *M. arion* nur in vergleichsweise geringer Individuendichte anzutreffen.

Die Mortalität der *M. arion* Raupen im Ameisennest ist hoch: Bei zu geringer Kapazität des *Myrmica*-Nests verlassen die Ameisen ihr Nest, wenn die gesamte Brut aufgefressen wurde. Die *Maculinea*-Raupe bleibt im Nest zurück und verhungert in der Regel, falls nicht ein anderes *M. sabuleti*-Volk mit Brut zeitnah einzieht (Thomas & Wardlaw 1992). Besonders bei der Anwesenheit zahlreicher Königinnen im Nest werden die großen Ameisenlarven, welche sonst zu Königinnen würden, von den Arbeiterinnen vernachlässigt und angegriffen. Dies gilt auch für die Raupen von *M. arion*, da sie kurz nach der Adoption im gleichen Größenstadium sind (Thomas et al. 1989; Thomas 2002).

Nach ca. 10 Monaten im Ameisennest verpuppt sich die Raupe im nächsten Frühsommer, Ende Mai bis einschließlich Juni, nahe der Oberfläche. Die Falter schlüpfen nach etwa vier Wochen (Elmes & Thomas 1987).

3. Habitat

Da *M. arion* auf *Myrmica sabuleti* als Wirtsameise seiner Raupen angewiesen ist, decken sich die Habitatansprüche der beiden Arten in den unterschiedlichen Gebieten in vielen Punkten. In Nordeuropa und den Alpen ist das Vorkommen von *M. arion* begrenzt auf südliche Abhänge oder Moränenhänge, da hier *M. sabuleti* in genügender Anzahl nur

auf den wärmsten, spärlich und kurz bewachsenen Stellen mit *Thymus*-Bewuchs vorkommt. Im Gegensatz dazu ist der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling in Südeuropa in geringen Höhen in Origanum-reichen Heuwiesen zu finden, die ein bis zwei Jahre brachlagen (Elmes & Thomas 1987).

In Baden-Württemberg bewohnt *M. arion* Magerrasen an warmen, trockenen Hängen, wie z.B. Wacholderheiden und Schafweiden der Schwäbischen Alb und des Neckartauberlandes, mit teilweise lückiger Vegetation. Es handelt sich hauptsächlich um Flächen des Mesobromion und dessen frühe Versaumungsstadien (Ebert & Rennwald 1991b, Settele et al. 1995).

4. Raupenfraßpflanzen

4.1 *Thymus pulegioides* (LINNAEUS 1753) – Feld-Thymian (Fam. Lamiaceae)

Als Raupenfutterpflanze für *M. arion* wird von vielen Autoren (z.B. Weidemann 1986, 1988, Carter & Hargraves 1987) als Sammelbezeichnung *Thymus serpyllum* angegeben, da Thymian in zahlreiche, über ganz Europa bastardierende Kleinarten zerfällt (Rothmaler 1990). In meinen Untersuchungsflächen handelte es sich um *Thymus pulegioides*.



Abb. 6 : Blütenstände von *Thymus pulegioides* mit *M. arion*-Weibchen bei der Eiablage auf der Schlatter Heide, 20.07.1992.

Beschreibung: *Thymus pulegioides* ist durch die kurze Behaarung der vier Stengelkanten leicht von den anderen *Thymus*-Arten zu unterscheiden. Wie alle Lamiaceen ist *Thymus* reich an ätherischen Ölen, vor allem an Thymol. Die Einzelblüten sind zu Scheinquirlen angeordnet, die Pflanze wird 5-40 cm hoch und blüht von Juni bis Oktober (Rothmaler 1990).

Verbreitung: Die Art ist häufig und nach Ellenberg et al. (1991) in fast allen 10km x 10km großen Rasterfeldern Deutschlands vertreten (Haeupler & Schönfelder 1988). Sie gilt als nicht gefährdet.

Ökologisches Verhalten: Pflanzensoziologisch wird *T. pulegioides* als Charakterart in die Gruppe der Anthropo-zoogenen Heiden und Rasen eingestuft. Die Lichtzahl 9 zeichnet ihn als ausgesprochene Lichtpflanze aus (Ellenberg et al. 1991). Die Art kann sich am besten in kurzer Vegetation vegetativ vermehren. Das Keimen erfolgt jedoch langsam und ist auf Flächen, wo Gras bereits Fuß gefasst hat, selten erfolgreich (Elmes & Thomas 1987). Die Art zeigt stickstoffarme und trockene Böden an (Ellenberg et al. 1991).

4.2 *Origanum vulgare* (LINNAEUS 1753) – Wilder Dost (Fam. Lamiaceae)

Beschreibung: Wie *Thymus* ist *Origanum vulgare* reich an ätherischen Ölen. Die Blüten sind in lockeren, endständigen Rispen angeordnet, die Pflanze wird 20-60cm hoch und blüht von Juli-September.

Verbreitung: Die Art ist in großen Teilen Mitteleuropas verbreitet und in Deutschland häufig (in etwa 75% der 10km x 10km Rasterfeldern) (Haeupler & Schönfelder 1988). Im Norden Deutschlands ist ihr Vorkommen zerstreut, im Nordwesten fehlt die Art (Rothmaler 1990). Sie gilt als nicht gefährdet.

Ökologisches Verhalten: Wilder Dost ist pflanzensoziologisch charakteristisch für die Klasse der Trifolio-Geranietaea (Staudensäume an Gehölzen), kommt aber auch im Mesobrometum vor (Ellenberg et al. 1991, Rothmaler 1990). Er wird als 'Halblichpflanze' eingestuft und gilt als Trockenheitszeiger, der meist auf Kalkböden vorkommt. Die Art kommt auf stickstoffärmeren Standorten häufiger vor als auf mittelmäßig stickstoffreichen (Ellenberg et al. 1991).

5. Wirtsameise: *Myrmica sabuleti* MEINERT, 1860

Myrmica sabuleti gehört zu einer Gattung, die in Mitteleuropa mit 17 Arten vertreten ist (Seifert 1996). Vier *Myrmica*-Arten kamen im *M. arion*-Habitat auf den von mir untersuchten Flächen vor: *Myrmica sabuleti*, *Myrmica rubra* (LINNAEUS, 1758), *Myrmica scabrinodis* (NYLANDER, 1846) und *Myrmica schencki* (EMERY, 1894).

Beschreibung: *Myrmica*-Ameisen zeichnen sich durch zwei Knoten zwischen Thorax und Gaster aus: Petiolus und Postpetiolus (Abb. 7, dies trifft auf alle Arten der Unterfamilie Myrmicinae zu). Sie sind ca. 5mm lang und besitzen eine dicke, stark sklerotisierte Cuticula. Ihre Mandibeln sind dreieckig und schaufelförmig (Seifert 1996, Kutter 1977). Bei *M. sabuleti* läuft das Propodeum in zwei spitze, dorsolaterale Fortsätze aus, wovon der deutsche Name 'Säbeldornige Knotenameise' abgeleitet wurde.

Verbreitung und Habitat: Die Wirtsameise *Myrmica sabuleti* ist palaearktisch verbreitet (Barony Urbani & Collingwood 1977) und lebt in Europa in verschiedenen Habitaten (Elmes & Wardlaw 1982a, Seifert 1986, 1988, 1996; Elmes et al. 1998), in welchen bestimmte Temperaturbedingungen entscheidend für ihr Vorkommen zu sein scheinen. Dies spiegelt sich in einer Form von ökologischer Kompensation entlang der Breitengrade wieder (Thomas 1998). In Nordeuropa und in den Alpen sind die Standorte kurz bewachsene (beweidete) Südhänge, in tiefer gelegenen Regionen Südeuropas ist *M. sabuleti* eine Art der Heuwiesen und im hohen Gras entlang von Strassen zu finden (Elmes & Thomas 1987).

In Deutschland ist die Art weit verbreitet und in Baden-Württemberg bis 1000m ü. NN zu finden (Seifert 1996). *M. sabuleti* bewohnt ausschließlich wärmere, unbedingt trockene Standorte (Elmes & Thomas 1987, Seifert 1996, Münch 1991) und ist xerothermophil, meidet aber extrem heiße Standorte (Seifert 1996). Auf kalkigen Halbtrockenrasen erreicht die Art in unserem Gebiet ihre höchsten Nestdichten von bis zu 40 Nestern/100 m² (Seifert 1986, 1996).



Abb. 7: Arbeiterin von *M. sabuleti* (Foto: J. Longino)

M. sabuleti zeigt dabei nach Seifert (1996) keine spezielle Habitatbindung mit der Einschränkung, dass zu stark beschattete und feuchte Böden nicht besiedelt werden; deshalb meidet die Art in Deutschland Wälder und hochgrasige Wiesen. Münch (1991) dagegen stufte *M. sabuleti* als stenopotente Art ein, die hinsichtlich der Standortverhältnisse nur geringe Toleranz zeigt.

Lebensweise: Die Kolonien von *M. sabuleti* sind polygyn, d.h. im gleichen Nest leben mehrere Königinnen, nach Elmes & Thomas (1987) meist 2-3. Die Autoren geben die Nestgröße je nach den Bedingungen am Nestort mit 300-800 Arbeiterinnen an. Die Nester von *M. sabuleti* werden unter Steinen oder als reine Erdbauten angelegt (Münch 1991) und sind in heißen, trockenen Gebieten schwer zu finden, da an der Oberfläche keine deutlichen Veränderungen (z.B. Solarien) zu sehen sind.

Die Koloniebildung erfolgt semiclaustral oder durch Aufnahme der jungen Königinnen in arteigene Nester. Die Eiablage der Königinnen findet im Juli/August statt. Der größte Teil der Eier entwickelt sich bis September zu adulten Arbeiterinnen, die verbleibenden Larven überwintern. Da es außer bei *Myrmica*-Ameisen im offenen Grünland keine weiteren Gattungen gibt, bei denen die Brut als Larven überwintert, ist die Anpassung von *M. arion* an diese Wirtsart eine Folge dieser biologischen Voraussetzung (Hölldobler & Wilson 1990).

Myrmica sabuleti ernährt sich hauptsächlich zoophag und besitzt ein weites Nahrungsspektrum von Beutetieren, wie Insekten und größeren Tieren, über Aas und

pflanzliche Nahrung (Elmes & Thomas 1987). Die Ameisen sind wenig aggressiv und stechen im Gegensatz zu *M. rubra* nur selten (Seifert 1996, eigene Beobachtungen).

6. Verbreitung

Maculinea arion ist eine Tagfalterart der Familie Lycaenidae mit einem annähernd kontinuierlichen, palaearktischen Verbreitungsgebiet, welches natürlicherweise nur an den nördlichen und südlichen Verbreitungsgrenzen unterbrochen wird (Fiedler pers. Mitt.). Ein Zentrum der palaearktischen Verbreitung befindet sich nach Wynhoff (1998) und Kudrna (2002) in Mittel-Europa. Jedoch besitzt die Art sowohl innerhalb als auch außerhalb Europas Verbreitungsschwerpunkte (Kudrna 1986), die je nach Datenlage mehr oder weniger sicher einzustufen sind.

In **Europa** ist *M. arion* weit und im Wesentlichen kontinuierlich verbreitet, fehlt aber seit jeher in Norwegen, Südspanien, Portugal und auf den Mittelmeerinseln außer auf Korsika (Higgins & Riley 1971, Kudrna 1986). Europaweit ist *M. arion* als 'gefährdet' eingestuft (IUCN 2006). In der 'FFH-Richtlinie' ('Flora-Fauna-Habitats', Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, (Ssymank et al. 1998) der Europäischen Gemeinschaft, welche für Deutschland rechtlich bindend ist (Gellermann 2001), ist *M. arion* unter Anhang II (Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhaltung, besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen) und IV (streng zu schützende Tier- und Pflanzenarten von gemeinschaftlichem Interesse) aufgeführt.

In **Deutschland** ist *M. arion* in den südlichen Landesteilen Bayern, Baden-Württemberg, Saarland und Rheinland-Pfalz seit 1980 mehrfach nachgewiesen worden und auch heute noch verbreitet. In den nördlicher gelegenen Landesteilen Hessen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen existieren zwar Fundmeldungen nach 1980, die Art ist jedoch nur noch selten anzutreffen (Settele et al. 2005). Nach Munguira et al. (1999) geht das Verbreitungsgebiet der Art in Deutschland weiterhin zurück: *M. arion* gilt in Mecklenburg-Vorpommern als ausgestorben und wurde auch in Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen nach 1980 nicht mehr nachgewiesen (Settele et al. 2005). Nach der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV 1999 in Bendomir-Kahlo 2003) ist *M. arion* 'streng geschützt', die Rote Liste Deutschlands (Binot et al. 1998) führt die Art in der

Gefährdungsstufe 2 'stark gefährdet'. Bundesweit, auf Landesebene in **Baden-Württemberg**, sowie regional auf der **Schwäbischen Alb** gilt *M. arion* als 'stark gefährdet' (Pretscher 1998, Ebert & Rennwald 1991b).

In vertikaler Richtung ist der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling in Baden-Württemberg von der kollinen bis zur montanen Stufe verbreitet, die alpine Form ist auch noch über 2000m zu finden (Elmes & Thomas 1987).

Für die Untersuchungsgebiete gab es bisher nur aus dem Gebiet der Schlatter Heide eine Beobachtung von 1984 (Ebert & Rennwald 1991b), für den Raum Münsingen ist das Vorkommen von *M. arion* regelmäßig belegt. Im NSG Beuren und am Köhlbergsüdhang habe ich die Art neu nachgewiesen.

UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

1. Habitat von *M. sabuleti*

1.1 Temperaturverhältnisse

1.1.1 Auswahl und Lage der Probeflächen in Habitattypen

Die Temperaturmessungen wurden auf 9 repräsentativen Probeflächen des Gebiets Kirchenköpfe (Abb. 8, Nr. 5, 7, 8, 9) Kälberberg/Hochberg (Abb. 9, Nr. 1a, 1b, 2b, 3, 4) durchgeführt. Die Wahl der Probeflächen innerhalb eines Habitattyps (Tab. 1) war zufällig. Die Probeflächen wurden nicht direkt angrenzend (Distanz >5m) zu benachbarten anderen Strukturen/Nutzungstypen angelegt, um Randeffekte zu vermeiden. Als Orientierungsgrundlage diente ein Raster (1cm x 1cm) ausgerichtet nach Gauß-Krüger-Koordinaten auf einem Luftbild (Orthofoto des Landesvermessungsamts Stuttgart 1994, Maßstab 1:2 500). Die Auswahl der Nester für die Messung mit den Sensoren erfolgte bei Probeflächen mit >8 Nestern zufällig.

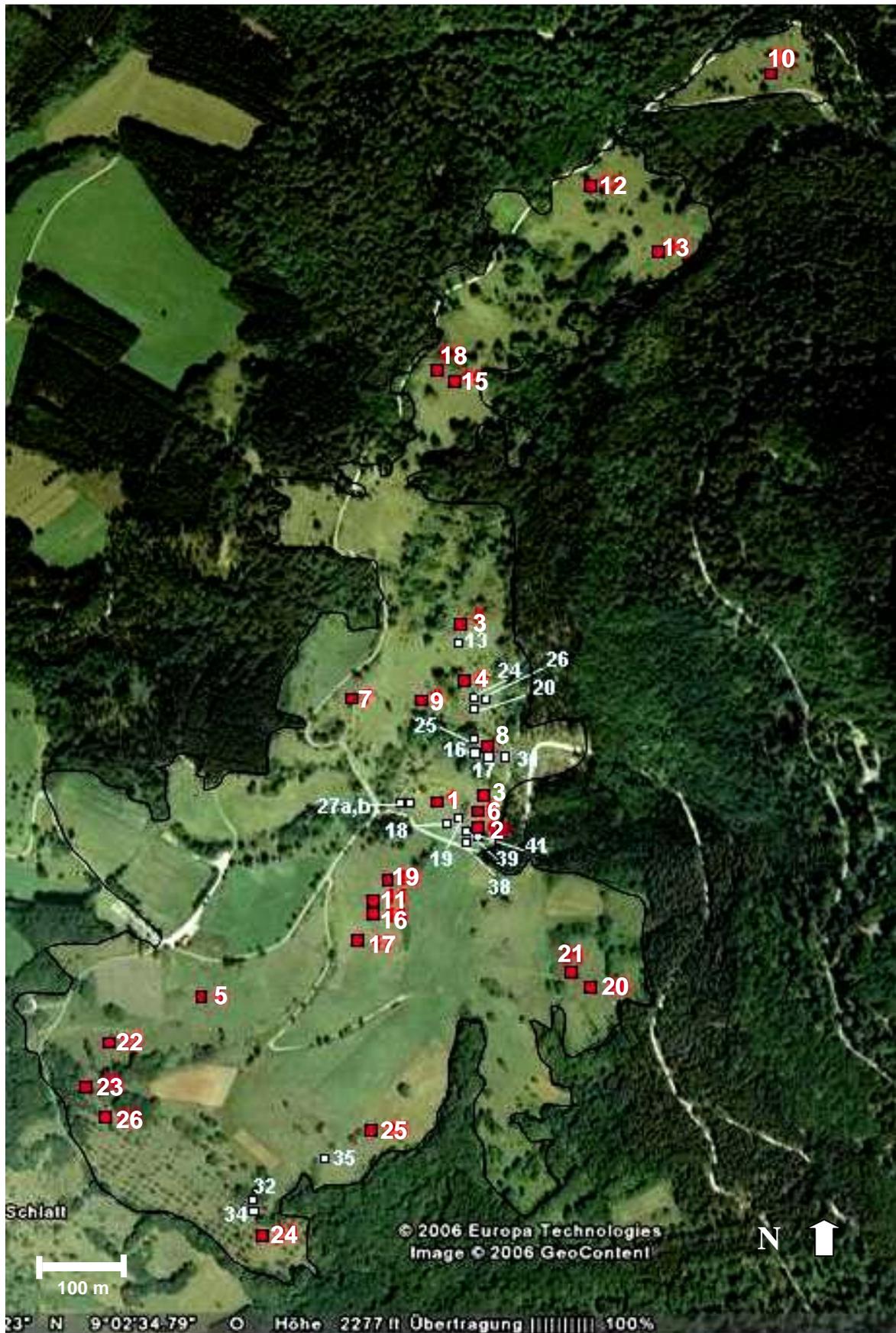


Abb. 8: Lage der Probeflächen im Gebiet Kirchenköpfe. Rot: Nr. 1-26 repräsentative Probeflächen 5m x 5m. Blau (Anzahl 21): Eiablagestellen mit Probeflächen 4m x 4m. (Kartengrundlage: Google-Earth 2006)



Abb. 9: Lage der Probeflächen im Gebiet Kälberberg/Hochberg Rot: Nr. 1-25 repräsentative Probeflächen 5m x 5m.

(Kartengrundlage: Google-Earth 2006)

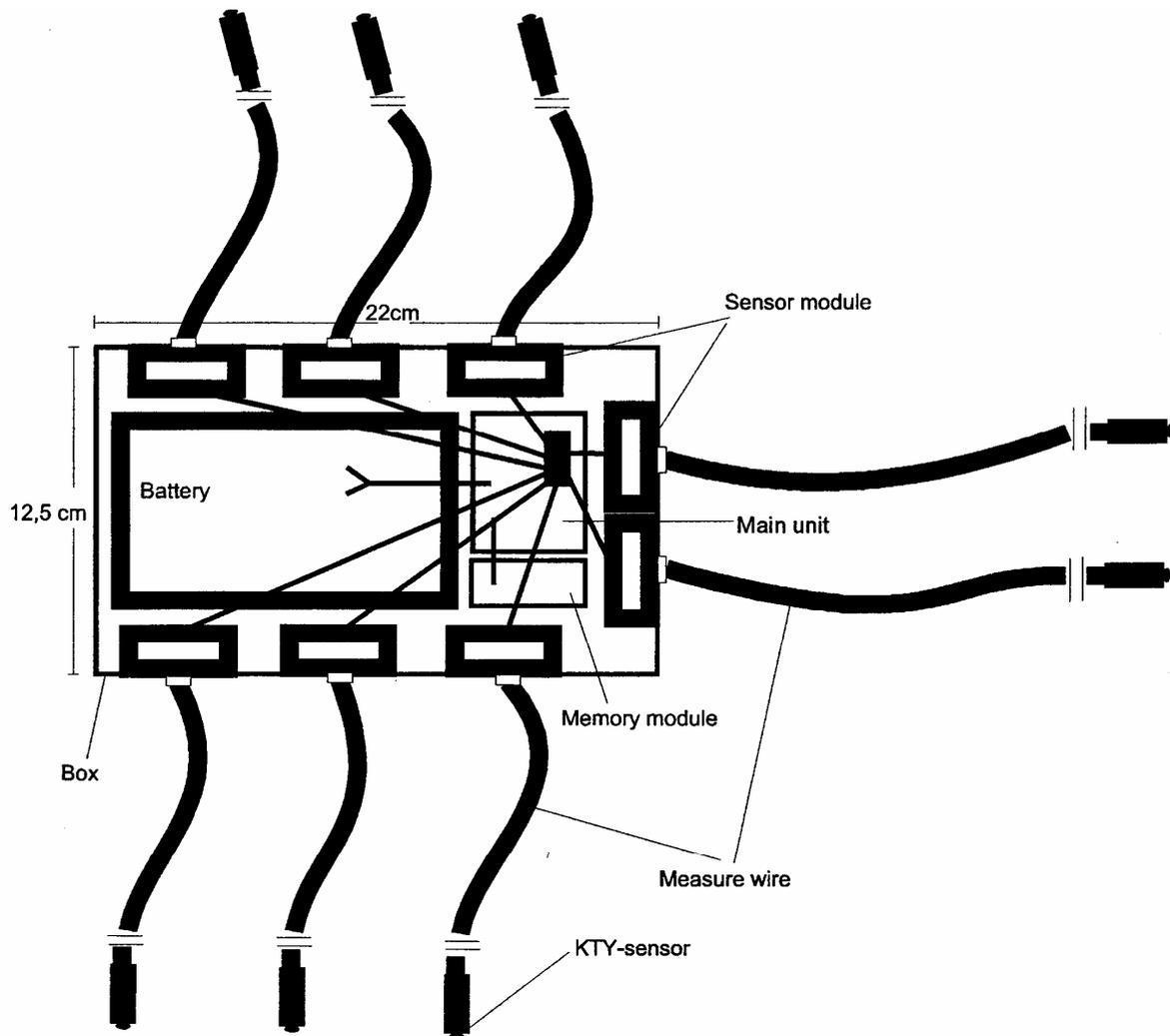


Abb. 10: Anordnung der Mess-Elemente des Telemetrie-Systems.

1.1.2 Temperaturmessungen

Die Temperaturwerte wurden im Freiland mit einem von mir geplanten und konstruierten „Temperatur-Telemetrie-System“ (Komponenten von Conrad Electronics, Hirschau, Germany) gemessen. Die zulässige Betriebstemperatur für die angegebene Toleranz von +/- 1% betrug -25 bis +85°C in einem Messbereich von -27,5 bis +100°C mit einer Messgenauigkeit von 0,1 °C. Die Sensoren wurden vor Beginn der Untersuchung durch Probemessungen unter einheitlichen Bedingungen (5°C, 20°C, 30°C) kalibriert. Dabei diente ein ausgewählter Sensor als Standard. Bei Überschreiten der Meßtoleranz von +/- 1% wurden die Sensoren ausgetauscht. Die einzelnen Komponenten wurden in wasserfesten Boxen (12,5cm x 22 cm x 11cm) angeordnet (Abb. 10).

Eine Box enthielt 8 Sensor-Module verbunden mit einer Haupteinheit (Umwandlung des elektronischen Spannungssignals in ein digitales Signal), einem Memory-Modul (Datenaufzeichnung) und der Batterie (6,5 Volt). Diese Komponenten wurden mit den Messkabeln und den 8 Sensoren auf der Außenseite verbunden. Jeweils eine Box wurde auf jeder der 9 Test-Flächen (5m x 5m) ausgebracht, welche sich in Vegetationstyp, Inklinatation und Exposition unterschieden (Tab. 3). Die Box auf Fläche D fiel teilweise aus, ihre Daten wurden aus diesem Grund nicht berücksichtigt (n = 64 Mess-Spots; Tab. 3). Die Messungen wurden direkt an den Nesteingängen von *M. sabuleti* und *M. rubra* vorgenommen. Falls sich weniger als 8 *Myrmica*-Nester auf der Probefläche befanden, wurden die restlichen Sensoren zufällig auf der jeweiligen Testfläche ausgebracht. Die Boxen wurden in den Boden eingegraben. Die Kabel zu den Sensoren wurden ebenfalls in etwa 3 cm Tiefe unterirdisch verlegt, um Beschädigung und Verbiss durch Mäuse zu vermeiden. Die Messungen erfolgten stündlich kontinuierlich von 11.04.1996 - 11.11.1996.

1.1.3 Erfassung der Nester auf Probeflächen

Die Nest-Dichte der *Myrmica*-Ameisen auf den 9 Testflächen wurde im Frühjahr/Sommer 1995 erhoben. Bis 1996 fand keine Änderung der Landnutzung statt. Eine Stichprobe von ca. 5 Arbeiterinnen wurde in beiden Jahren bestimmt. Alle Testflächen wurden in 1m² - Quadrate unterteilt. Nach der Methode von Elmes & Wardlaw (1982a) wurden bunt gefärbte Kekskrümel im Zentrum jedes Kleinquadrats innerhalb der Testfläche ausgebracht, um die Arbeiterinnen dabei beobachten zu können, wie sie die Krümel in ihr Nest trugen, und so den Nesteingang lokalisieren zu können. Diese Methode war in meiner Studie nicht anwendbar, da die *Myrmica*-Arbeiterinnen auch an unterschiedlichen Tageszeiten und bei unterschiedlichen Aussentemperaturen nicht zuverlässig rekrutierten. Um sicher zu sein, alle vorhandenen *Myrmica*-Nester zu finden, untersuchte ich jedes 1m x 1m Quadrat zusätzlich etwa 20 Minuten lang mit einem dünnen Stab, mit dem ich den Boden leicht anschürfte. Außerdem fand ich auch Nesteingänge durch kleine, kaminartige Öffnungen an den Eingängen.

1.1.4 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mit dem Statistik-Programmpaket SPSS (Vers. 13) analysiert. Verfehlte Messwerte wurden zuvor mit der Formel nach Tschebyscheff (Kreyszig 1998) von der Berechnung ausgeschlossen. Um die Testflächen zu vergleichen, und ihnen eine Rangposition innerhalb eines Temperaturgradienten zuordnen zu können, prüfte ich die Differenzen zwischen den Sensoren an Nesteingängen und zwischen den zufällig verteilten Sensoren, zur Vermeidung eines systematischen Fehlers (t-test, ANOVA). Dabei traten keine signifikanten systematischen Unterschiede auf. Zum Vergleich der Temperaturklassen *M. sabuleti* – *M. rubra* und der Test-Flächen verwendete ich den Wilcoxon-Matched-Pairs Signed-Ranks-Test (Sachs 2004; Köhler, Schachtel & Voleske 2002).

1.2 Analyse des Wirtsameisen-Habitats

1.2.1 Wirtsspezifität der *M. arion*-Raupen und Kapazität der *M. sabuleti*-Nester

Zur Überprüfung der Wirtsspezifität der Raupen von *M. arion* (Thomas et al. 1989) und der Kapazität der *M. sabuleti*-Nester für Raupen-Ernährung (Thomas & Wardlaw 1992) wurden im Herbst 1994 im Gebiet Kirchenköpfe auf einer repräsentativen Probefläche (PF 1, 5m x 5m, 25 Nester *M. sabuleti*) und einer weiteren Probefläche um die Eiablagestellen 28/29 (5x5m, 3 Nester *M. sabuleti*) insgesamt 28 Nester von ausgegraben. Dabei wurde das Nest mit dem umgebenden Erdmaterial auf ein weißes Leintuch geleert und gründlich durchsucht. Bei 10 Nestern wurden die Ameisen im Feld ausgezählt (Tab. 1). Die verbleibenden Nester wurden im Staatlichen Naturkundemuseum Karlsruhe ausgezählt. Die Zahlen der dann von Hand ausgezählten Proben sind als Minimal-Werte zu verstehen.

Im Spätsommer/Herbst 1995 wurden mit dem Ziel, adoptierte Raupen bzw. Puppenhüllen geschlüpfter Falter in den Nestern nachzuweisen, außerdem insgesamt 96 *Myrmica*-Nester in der 2m x 2m Umgebung von 9 Eiablagestellen ausgegraben (*M. sabuleti* n = 61, *M. scabrinodis* n = 19, *M. rubra* n = 13, *M. schencki* n = 3). Auch in der benachbarten Grasnarbe um den Aushub wurde nach Puppenhüllen gesucht. Von diesen Nestern wurden 27 nach oben beschriebener Methode direkt im Feld vollständig ausgezählt (*M. sabuleti* n = 18, *M. scabrinodis* n = 5, *M. rubra* n = 4, Tab. 2).

Im Frühsommer 1995 wurden über den Eingängen von 80 *Myrmica*- Nestern (*M. sabuleti* n = 53, *M. scabrinodis* n = 12, *M. rubra* n = 12, *M. schencki* n = 3), die sich in der Umgebung von 15 kartierten Eiablagestellen des Vorjahres befanden, weidefeste Emergenzfallen ausgebracht, um frisch geschlüpfte Falter bestimmten Nestern zuordnen zu können (Thomas et al. 1989). Die Fallen wurden aus Estrichgitter (3mm Stärke, 7,5cm Maschengröße) mit einer Kantenlänge von 22,5cm x 22,5cm x 22,5cm hergestellt und mit einem feinmaschigen Netz überspannt. Bis zum Ende der Flugzeit Anfang August 1995 wurden die Fallen im Abstand von 1-2 Tagen kontrolliert.

1.2.2 Nestdichte

Die Nestdichte der sympatrisch im *M. arion* Habitat lebenden *Myrmica*-Arten wurde wie beschrieben (Seite 22) auf 50 Test-Flächen (5m x 5m) und an 21 Eiablage-Flächen (4m x 4m) auf insgesamt 1586m² bestimmt (Elmes & Wardlaw 1982a, Pauler-Fürste et. al 1996). An jedem *Myrmica*-Nest-Spot (40cm x 40cm, n= 494) wurden alle vorkommenden Pflanzenarten, die Höhe der Vegetation in den verschiedenen Schichten, der Offenbodenanteil in % und die Exposition/Inklination der Fläche notiert. Aus den Ellenberg-Zeigerwerten (Ellenberg et al. 1991) für jede vorkommende Pflanzenart berechnete ich jeweils die Mittelwerte für die folgenden Vegetationsparameter: F – Feuchtezahl, N – Nährstoffzahl, R – Reaktionszahl, L – Lichtzahl, T – Temperaturzahl. Pflanzendichte-Werte (PD-Wert) beschreiben die Dichte der überirdischen Vegetation und wurden nach Seifert (1986) ermittelt und in seiner Klasseneinteilung übernommen. Jedoch wurde hier bei der Berechnung zusätzlich die Deckung (%) verschiedener Pflanzenschichten berücksichtigt, da diese unterschiedliche Anteile der Gesamtfläche einnahm. Ein Mittelwert zwischen der Deckung dieser Pflanzenschichten ohne deren Berücksichtigung im Einzelnen würde zu groben Vereinfachungen und damit zu einem systematischen Fehler führen.

Beispielberechnung: Schlatt, PF10, 8 Nester von *M. rubra*

K1	0-10cm	30%	5 x 30	150
K2	10-30cm	70%	20 x 70	1400
				1550 PD-value

1.2.3 Sonneneinstrahlung

Der Einfluss der Intensität der Sonneneinstrahlung auf das Vorkommen und die Nestdichte von *Myrmica*-Nestern wurde untersucht. Dazu bezeichne ich die Summe der auftreffenden Sonneneinstrahlung pro Tag als sr – *solar-radiation-value*. Sonneneinstrahlung wird in prozentualer Relation zu einer freien horizontalen Fläche in 48° n. Br. angegeben (Dirmhirn 1964). Der Einfluss des sr -values wurde für das gesamte Jahr und für sechs 2-monatige Perioden statistisch ausgewertet. Da die sr -values in Dirmhirn (1964) in Schritten von 10° Inklination angegeben wurden, die linear aufgetragen werden konnten, interpolierte ich die Daten linear in Schritten von 1° Inklination, um die genauen Werte für die gemessene Inklination ablesen zu können.

1.2.4 Konkurrenzverhältnisse der *Myrmica*-Arten: Nearest-Neighbour-Analyse

Die zweidimensionale Verteilung von *Myrmica*-Nestern im *M. arion* Habitat wurde auf den oben erwähnten Testflächen separat für jede vorkommende *Myrmica*-Art (intraspezifisch) und zwischen allen *Myrmica*-Arten (interspezifisch), die zusammen auf einer Testfläche vorkamen, untersucht. Die Verteilung konnte nur auf Flächen berechnet werden, auf denen $n > 7$ war (Krebs 1999a), also mehr als sieben Nester gefunden wurden. Um regelmäßige Verteilungsmuster mit maximalen Abständen oder zufällige bzw. geklumpte Verteilung feststellen zu können, wendete ich die 'Nearest neighbour (NN) technique' nach Clark & Evans (1954) an. Diese Methode hat, im Vergleich mit verschiedenen anderen Berechnungsmöglichkeiten (Levings & Traniello 1981), mehrere Vorteile. Der 'Clark's and Evans-Index' basiert auf dem Verhältnis zwischen der beobachteten mittleren NN-Distanz und der erwarteten Entfernung. Er gilt für die Annahme, dass eine Population zufällig verteilt ist.

Zur Ermittlung der Werte und Interpretation des Verteilungsmusters folgte ich der Klasseneinteilung in Levings & Traniello (1981). Der Index R (Gleichung 1.1) kann 0 (perfekte Aggregation der Nester) bis 2,1491 betragen (perfekte hexagonale Verteilung der Nester in maximalen Abständen). $R = 1$ zeigt ein zufälliges Verteilungsmuster an (Clark & Evans 1954, Krebs 1999a). Ich testete die Signifikanz der Abweichung von den zufälligen Verteilung mit dem z -test (Gleichung 2) (Krebs 1999a). Wenn $|z| < 1,96$ traf

die Null-Hypothese, dass die *Myrmica*-Nester zufällig auf der Test-Fläche verteilt sind, mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$ zu.

Krebs (1999a) zeigte, dass der 'Clark & Evans-Test' nur dann keinen systematischen Fehler aufweist, wenn ein 'boundary strip' in der Studie berücksichtigt wird. Ist dies nicht der Fall, ist der unkorrigierte Test in Richtung regelmäßiger Verteilungsmuster beeinflusst und dies besonders stark bei kleinem Stichprobenumfang ($n < 100$). Da in meiner Studie die Stichprobengröße (= Anzahl der Nester/Test-Fläche) kleiner war, und ein 'boundary strip' diese zusätzlich verringern würde, schlug Krebs (1999a) vor, den systematischen Fehler durch die Modifikation des 'Clark and Evans Test' mit der Formel nach Donnelly (1978) (Gleichung 1.2) auszuschalten. Diese Modifikation ist anwendbar für Untersuchungsgebiete mit quadratischen oder runden Begrenzungen, was auf die vorliegenden Testflächen zutrifft. Bei anderen Flächenformen sind die 'Randeffekte' zu stark, um die Modifikation anzuwenden.

Da wie oben erwähnt der modifizierte z-Test nur ohne systematischen Fehler ist, wenn $n > 7$ (Donnelly 1978) bleibt, schloss ich alle *Myrmica*-Nester mit $n \leq 7$ Nester pro Test-Fläche von der Berechnung aus (Tabelle Anhang). Dadurch verringerte sich meine Stichprobe von $n = 71$ Test-Flächen auf $n = 27$.

'Clark and Evans-Test'

$$R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_C} \quad (1.1)$$

wobei

$R =$ Aggregationsindex

$\bar{r}_A =$ Mittlere Distanz zum nächsten Nachbarn (NN) = $\frac{\sum r_i}{n}$

$r_i =$ Gemessene Distanz zum NN für individuelle i

$n =$ Stichprobengröße (=Anzahl der Nester) im Untersuchungsgebiet

$\bar{r}_C =$ Erwartete Distanz zum NN korrigiert nach Donnelly (1978) bei fehlendem 'boundary strip'

$$\bar{r}_C = \bar{r}_E + (0.051 + \frac{0.041}{\sqrt{n}}) \frac{L}{n} \quad (1.2)$$

$$\bar{r}_E = \text{Erwartete Distanz zum NN} \quad \bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{\rho}}$$

$$\rho = \text{Dichte der Nester auf der Testfläche} \quad \rho = \frac{n}{A}$$

$A =$ Größe der Testfläche (in m²)

$L =$ Länge der Grenzlinie um die gesamte Testfläche

Signifikanztest für die Abweichung von einer zufälligen Verteilung

$$z = \frac{\bar{r}_A - \bar{r}_C}{s_r} \quad (2)$$

wobei

$z =$ Standardabweichung

$s_r =$ Mittlerer Fehler für die erwartete Distanz zum NN

$$= \frac{\sqrt{0.07A + 0.037L\sqrt{\frac{A}{n}}}}{n}$$

1.2.5 Statistische Auswertung und Habitatmodelle

Die statistische Auswertung wurde mit der Software von SPSS (Version 14.0) durchgeführt. Die Daten wurden auf Normalverteilung für die Annahmen zur linearen Regression getestet. Die Transformation der unabhängigen Variablen war dabei nicht notwendig, da Normalverteilung vorlag (visuelle Kontrolle der Plots mit der Verteilung der Residuen). Dazu wurde zunächst die einfache Lineare Regression nach Pearsons Korrelationskoeffizient berechnet, um die Bedeutung und den Einfluss der unabhängigen Variablen (vgl. B 1.2 Analyse des Wirsameisenhabitats) auf die Nestdichte/100m² (abhängige Variable) zu beschreiben.

Nur Parameter mit $p < 0,5$ (Sokal & Rohlf 1995) wurden daraufhin in die Berechnung des *multiplen linearen Regressionsmodells* (Gleichung 3) (Backhaus et al. 2006) mit einbezogen, um Multikolarität zu vermeiden.

Berechnet wurde außerdem ein *binäres logistisches Regressionsmodell* (Backhaus et al. 2006) (Gleichung 4, 4.1) unter Berücksichtigung des Vorkommens (ja/nein Entscheidung) von Nestern in Abhängigkeit zu den unabhängigen Variablen (vgl. B 1.2). Dabei wurde die Schrittweise-Vorwärts-Elimination für multiple und binäre Regressionsmodelle angewendet und die Signifikanz der Variablen, die im Modell berücksichtigt wurden, mittels des 'likelihood-ratio-tests' (Hosmer & Lemeshow 2000) abgeschätzt. Das Signifikanzniveau beträgt $p \geq 0,05$ für den Einschluss einer Variablen und $p \geq 0,10$ für den Ausschluss einer Variablen (Adler & Wilson 1995). Zur Kalibrierung der Aussagekraft des Modells wurde jeweils R^2 nach Nagelkerke (1991) herangezogen.

Multiple lineare Regressionsmodelle basieren auf der Annahme, dass die Residuen in ihrer Population unkorreliert vorliegen (Legendre 1993). Deshalb wurde die Autokorrelation nach der Formel von Durbin and Watson (Backhaus et al. 2006) getestet.

Unterschiede zwischen den vier *Myrmica*-Arten betreffend der Habitatparameter (S. 24) wurden außerdem noch mittels Varianzanalyse (ANOVA) nach Kruskal-Wallis getestet. Rangpositionen für die vier Arten wurden mit dem Mann-Whithney Rang-Korrelations-Test berechnet.

Multipl. lineares Regressionsmodell:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_jx_j \quad (3)$$

wobei:

y = abhängige Variable (Nestdichte/100m²)

a = Konstante

b = Koeffizient

x = unabhängige Variable

Binäres logistisches Regressionsmodell:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (4)$$

wobei:

p = Wahrscheinlichkeit (des Vorkommens)

$$z = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \dots + \beta_n x_n + a \quad (4.1)$$

wobei:

z = abhängige Variable (ja/nein)

a = Konstante

b = Koeffizient,

x = unabhängige Variable

2. Markierungs-Wiederfang-Versuche mit *M. arion*

2.1 Markierung und Transektbegehungen

Für die Ermittlung der Populationsparameter wurden die Falter individuell mit einem wasserfesten Folienschreiber (Stabilo OH Pen S) mit einer Nummer auf der Unterseite beider Hinterflügel markiert (Pauler et al. 1995). Dazu wurden die Falter mit einer geraden Briefmarkenpinzette nahe der Flügelbasis fixiert, um Verletzungen zu vermeiden (Abb. 11).

Die MMR-Untersuchungen starteten jeweils Mitte Juni 1994-1996, bevor die Flugperiode von *M. arion* begann, und endeten Mitte August. Die Markierungs-Termine sind in Abb. 21-26 und im Anhang angegeben. Die als Flugperiode bezeichnete Flugzeit begann beim erstmaligen Antreffen eines *M. arion*-Falters, und endete entsprechend beim letzten gefangenen/beobachteten Individuum. Die Begehungen endeten, wenn ab Mitte August bei drei aufeinander folgenden Kontrollen keine Falter mehr beobachtet wurden. Die Markierungsbegehungen erfolgten, je nach Witterungsumständen wenn möglich täglich innerhalb der Flugperiode, nach der Methode transektartiger Begehungen (Ehrhardt 1985) unter Standardbedingungen (Pollard 1977).

Da es aufgrund der Größe der Gebiete nicht möglich war, an jedem Markierungstag jedes Gebiet, beziehungsweise die gesamte Fläche der Gebiete, in engen Schleifen abzulaufen, wurden die Untersuchungsgebiete abwechselnd aufgesucht. Bereits markierte Individuen wurden nur gefangen, wenn die Nummer nicht sichtbar war (zum Beispiel, wenn die Falter flogen). Ansonsten wurde die Nummer lediglich notiert. Der exakte Fundort jeder Beobachtung wurde auf der Basis von Luftbildern (1: 2 500) notiert. Mit einem Quadrat-Raster (25m x 25m), welches an Gauß-Krüger Koordinaten ausgerichtet und auf dem Luftbild fixiert war, konnte dann später die Mobilität der Individuen berechnet werden.



Abb. 11: Fixierung eines *M. arion*-Falters mit einer Briefmarkenpinzette, 04.07.1996.

2.1.1 Mobilität

Die Mobilitätsparameter wurden nach Warren (1987) und Väisanen et al. (1994) für die Population des Kirchenköpfe berechnet (Pauler-Fürste et al. 1996). Da am Kälberberg/Hochberg aufgrund des Arbeitsaufwands keine benachbarten Populationen von *M. arion* aufgesucht werden konnten wie am Kirchenköpfe (Abb. 3), hätte ich hier nur gewanderte Strecken innerhalb des Gebiets registrieren können, das mit 1,5 km Länge zu

klein ist, um neue Erkenntnisse zu versprechen. Grundlage der Berechnung bildete das oben genannte Raster, mittels dessen der jeweilige Quadrant bei jedem Falterfund notiert und so die gewanderten Distanzen berechnet werden konnten.

Es wurden folgende Mobilitätsparameter berechnet: **m** – arithmetischer Mittelwert der gewanderten Strecken; **di** – minimale geradlinige Wanderstrecke zwischen Fang i und i+1; **D** – Summe aller **di** für jedes Individuum (minimale zurückgelegte Entfernung); **Dmax** – maximales D, welches in der Population registriert wurde; **R** - Entfernung zwischen den beiden am weitesten entfernt liegenden Fangorten für jedes Individuum; **Rmax** – maximale Entfernung, die innerhalb des Habitats einer Population zurückgelegt wurde.

2.1.2 Populationsschätzungen

Die Populationsgrößen wurden nach Jolly-Seber (Seber 1986, Software Krebs 1999b) berechnet und geschätzt. Grundannahme ist eine offene Population mit zwischen den Fangereignissen variierenden Fangwahrscheinlichkeiten und Überlebensraten. Da die Berechnung mit dieser Methode an den beiden Tagen zu Beginn und am Ende der Flugperiode nicht möglich war, wurde stattdessen dort die Anzahl der markierten Individuen angegeben und somit an diesen Tagen die Populationsgröße wahrscheinlich unterschätzt.

Die Gesamt-Populationsgröße N_{total} ist hier die Anzahl aller *M. arion*-Falter, die in dieser bestimmten Population während einer Flugperiode lebten.

$$N_{total} = \frac{TRT [days]}{\hat{\phi}_d} \quad (5)$$

2.1.3 Anwesenheitszeiten und –wahrscheinlichkeiten

Die 'Total residence time (TRT)' ist die Summe der Anwesenheitszeiten aller Individuen einer Population und kann geschätzt werden, indem die Funktion für die Populationsgröße $N(t)$ für die gesamte Flugperiode integriert wird. Die 'Total residence time (TRT)' liefert ein besseres Maß für den zukünftigen reproduktiven Erfolg einer Population als die Gesamtpopulationsgröße selbst (Pfeiffer et al. 2004). Diese Funktion zeigt die Populationsgröße zu jedem Zeitpunkt in der Flugperiode an. Die hier von mir verwendete

Populationsgrößen-Funktion wurde aus einzelnen Tagen, an denen gesammelt wurde, nach Jolly-Seber berechnet und geschätzt und für die Zwischenräume linear interpoliert. Da die Untersuchungsgebiete nicht alle täglich überprüft wurden (s. o.), wurde die Dauer der Flugzeit bei der Berechnung wahrscheinlich geringfügig unterschätzt. Da die Populationsgrößen zu diesen Zeitpunkten normalerweise klein sind, wurde der daraus resultierende Fehler hier vernachlässigt.

2.1.4 Überlebenswahrscheinlichkeit

Anwesenheits-Wahrscheinlichkeiten φ_i (= Überlebenswahrscheinlichkeit) zwischen zwei Begehungen wurden in tägliche Anwesenheits-Wahrscheinlichkeiten transformiert:

$$\varphi_d = \varphi_i^{\frac{1}{T_{i+1}-T_i}} \quad (\text{Pfeifer et al. 2000}) \quad (6)$$

wobei T_i-T_{i+1} = Zeitspanne zwischen Stichprobe i und i+1.

Mittlere tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit:

$\hat{\varphi}_d$ = mittlere tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit über die gesamte Flugperiode wurde wie folgt berechnet:

$$\hat{\varphi}_d = \frac{\sum \varphi_i^{\frac{1}{T_{i+1}-T_i}} * N_i}{\sum N_i} \quad (7)$$

Zur Berechnung von $\hat{\varphi}_d$ wurden verschiedene Schätzwerte von φ_i zu Beginn und am Ende der Flugperiode nicht mit in die Berechnung einbezogen, als die Populationsgröße klein und die Schätzung von φ_i nach Jolly-Seber ungenau war.

3. Eigenschaften des Falter-Habitats

3.1 Eiablagepflanzen

Bei jeder beobachteten Eiablage in den Untersuchungsjahren 1994/95 wurden Pflanzenart, Pflanzenteil, Phänologie der Pflanze, Soziabilität (E – einzeln, G – Gruppe, P – Polster), Anzahl der abgelegten Eier, Exposition, Lichtverhältnisse (besonnt oder beschattet), Schutz (3 Kategorien) und Offenbodenanteil (in 4 Kategorien 1 - 0-5%, 2 - 6-15%, 3 - 16-40%, 4 - 41-100%) notiert.

3.2 Nektarpflanzen

Nektarbesuche an Blütenpflanzen und Eiablagen wurden mit folgenden Parametern notiert: Art der Pflanze und Anzahl der Saugbeobachtungen in den Untersuchungsjahren 1994/1995.

3.3 Vegetation: Probe- und Eiablageflächen

Während der Vegetationsperioden in den Jahren 1994-1996 wurden von allen Probeflächen (5m x 5m, n = 50) und Eiablagestellen (4m x 4m, n = 21) Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (1951) entsprechend der Vorgehensweise von Mühlenberg (1989) angefertigt (Lage der Probe- und Eiablagestellen in Abb. 8; 9). Außerdem wurden die Höhe der Vegetation, Deckung des Bewuchses insgesamt, Hangexposition und Hangneigung festgestellt, um die Flächen zu charakterisieren.

3.4 Auswahl der Probeflächen repräsentativ nach Vegetationstypen

Für den Kälberberg/Hochberg wurden 7 Vegetationstypen, am Kirchenköpfe 5 Vegetationstypen unterschieden, die potentiell aufgrund des Vorkommens der Eiablagepflanzen *T. pulegioides* und *Origanum vulgare* als Habitat von *M. arion* geeignet waren. Die Probeflächen wurden repräsentativ für jeden Vegetationstyp und jede davon

vorhandene Exposition ausgewählt. Da sich die Untersuchungsgebiete durch die geologischen Eigenschaften des Bodens stark unterschieden, konnten nicht für beide Flächen entsprechende Vegetationstypen benannt werden. Eine Übersicht der Definition der Vegetationstypen ist in den Tabellen 19 und 20 dargestellt.

3.5 Herstellung des Flächenbezugs und GIS-Analyse

Auf Grundlage von Orthophotos (1: 2 500, Landesvermessungsamt Stuttgart 1994) erstellte ich im Juni 1996 für den Kälberberg/Hochberg und das Kirchenköpfe im Gelände jeweils eine flächenscharfe Karte nach der Einteilung der Vegetationstypen in den Tabellen 19 u. 20.

Diese beiden Karten stellten die Grundlage für das Habitatmodell dar, mit dem die Fläche der geeigneten Habitatstrukturen in ihrer dreidimensionalen Ausprägung mittels eines Geographischen Informationssystems (GIS) entsprechend berechnet und dargestellt werden können (Bill 1994). Zur digitalen Erfassung der raumbezogenen Daten wurde die Software ARC/INFO 6.1, zur grafischen Präsentation ARCVIEW (Version 2.0, ESRI) auf SUN - UNIX - Workstations verwendet.

GIS-Analyse Voraussetzungen für die Habitateignung (ja/nein) für *M. arion* sind:

- Vorkommen der Wirtsameisenart: Exposition, Vegetationstyp
- Vorkommen der Eiablagepflanzen: Vegetationstyp

Bei Erfüllung dieser Voraussetzungen gilt die Habitateignung als gegeben.

Für die beiden Werte Exposition und Neigung wurde ein digitales Geländemodell auf der Grundlage der Topographischen Karten (1:2 500) der UG in ARC/INFO erstellt, welches mit der flächenscharfen Karte der Vegetationstypenkartierung überlagert wurde. Daraus ergab sich die als *M. arion*-Habitat geeignete Fläche (sog. Höhenflächensumme) der Untersuchungsgebiete (Tab. 19, 20).

C. ERGEBNISSE

1. Wirtsspezifität der *M. arion*-Raupen und Kapazität der *M. sabuleti*-Nester

Am 13.10.94 wurde in der 2m x 2m Umgebung der Eiablagestellen 28/29 nach dem Ausgraben des Nests Nr. 3 (Tab. 1) eine Raupe von *M. arion* im Nest von *M. sabuleti* gefunden. Die Raupe (L4, 10mm lang, 4mm breit) befand sich am Rand des Nests in ca. 5cm Tiefe. Dies war der Erstrnachweis einer *M. arion*-Raupe in einem Ameisennest in Deutschland.

Weitere Daten über die Populationen von Nestern wurden aufgenommen (Tab. 1).

Tabelle 1: Übersicht der am 09./10.09 1994 ausgegrabenen Nester.

Legende: * fett - verlässlicher Wert nach Auszählen; ^ - minimaler Wert nach Zählen der weiteren Proben
- Nest nicht mehr vorhanden; *M. sab.* - *Myrmica sabuleti*.

Probefläche	Nestnummer	Art	Arbeiter- innen	Geschlechts- tiere	Puppen
1	1#	<i>M. sab.</i>			
	2^	<i>M. sab.</i>			
	3^	<i>M. sab.</i>			
	4*	<i>M. sab.</i>	160	6 (männl.)	20
	5	<i>M. sab.</i>			
	6^	<i>M. sab.</i>	591	-	-
	7	<i>M. sab.</i>			
	8	<i>M. sab.</i>			
	9	<i>M. sab.</i>			
	10^	<i>M. sab.</i>	59	-	-
	11^	<i>M. sab.</i>	1062	-	-
	12*	<i>M. sab.</i>	281	1 (weiblich)	30
	13#	<i>M. sab.</i>			
	14*	<i>M. sab.</i>	51	-	-
	15#	<i>M. sab.</i>			
	16*	<i>M. sab.</i>	369	-	3
	17#	<i>M. sab.</i>			
	18*	<i>M. sab.</i>	820	-	16
	19*	<i>M. sab.</i>	452	-	-
	20#	<i>M. sab.</i>			
	21#	<i>M. sab.</i>			
	22^	<i>M. sab.</i>	31	-	-
	23*	<i>M. sab.</i>	779	-	- (100 Larven)
	24#	<i>M. sab.</i>			
	25#	<i>M. sab.</i>			
4	2^	<i>M. sab.</i>	27	-	-
	3^	<i>M. sab.</i>	115	-	- (<i>M. arion</i> -Raupe)
	7*	<i>M. sab.</i>	852	-	-

In den Emergenzfallen konnten keine frisch geschlüpften Falter gefunden werden. Beim Ausgraben der Ameisennester im Spätsommer/Herbst 1995 wurden keine Larvenstadien oder Puppenhüllen des Bläulings nachgewiesen. Die Populationen wurden bei 27 Nestern vollständig ausgezählt (Tab. 2). Bei 9 *M. sabuleti*-Nestern (50%) war die Kapazität des *M. sabuleti*-Nests ausreichend groß, um eine Raupe von *M. arion* bis zur Verpuppung zu ernähren (vgl. S. 10; in Tab. 2).

Tabelle 2: Übersicht der 1995 ausgegrabenen Nester am Kirchenköpfe

Legende: *Myrmica*-Art: *M. sab.* – *Myrmica sabuleti*; *M. scab.* – *Myrmica scabrinodis*, Gefl. M. – Geflügelte Männchen; Gefl. W – Geflügelte Weibchen; Puppe m – männliche Puppen; Puppe K – Puppe Königin; zus. – zusammenhängend; fett – ausreichend zur Ernährung einer *M. arion*-Raupe.

Datum	Nr. der Eiabl.	Nest-nr.	Myrmica-Art	Arbeiterinnen	Larven	Gefl. M	Gefl. W	Köni-gin	Eier	Puppen	Puppe m	Puppe K
16.08.	13	1	<i>M. sab.</i>	255	73	3	-	-	ja	99	-	-
07.08.	13	2	<i>M. sab.</i>	382	146	-	-	-	ja	255	-	-
16.08.	13	3	<i>M. sab.</i>	375	114	17	-	1	ja	144	-	-
10.08.	13	4	<i>M. sab.</i>	1181	323	35	29	2	ja	208	-	-
10.08.	13	9	<i>M. sab.</i>	589	391	14	-	4	ja	152	-	-
10.08.	13	10	<i>M. sab.</i>	437	202	17	-	7	ja	306	-	-
14.08.	13	13	<i>M. scab.</i>	526	113	101	-	-	ja	22	-	-
16.08.	13	14	<i>M. sab.</i>	484	107	-	-	1	ja	253	-	-
16.08.	13	15	<i>M. scab.</i>	336	51	19	-	-	ja	-	-	-
11.08.	13	16	<i>M. sab.</i>	534	615	63	-	3	ja	220	-	-
11.08.	13	17	<i>M. sab.</i>	631	147	46	27	4	ja	103	-	-
14.08.	13	18	<i>M. sab.</i>	308	130	28	-	-	ja	116	1	-
14.08.	13	19	<i>M. sab.</i>	172	86	-	-	-	nein	55	-	-
06.09.	25	1	<i>M. sab.</i>	1572	367	300	478	14	ja	154	-	-
06.09.	26	2	<i>M. sab.</i>	1731	469	117	138	9	ja	54	-	-
17.08.	20	1 und 2 (zus.)	<i>M. sab.</i>	1542	295	72	239	10	ja	102	-	-
18.08.	24	1 und 2 (zus.)	<i>M. scab.</i>	1541	302	12	168	3	ja	553	-	-
03.08.	41	1	<i>M. rubra</i>	498	223	8	-	11	ja	134	-	-
03.08.	41	2	<i>M. rubra</i>	208	57	6	-	1	ja	55	-	-
02.08.	41	3	<i>M. rubra</i>	1458	331		1	20	ja	197	-	-
03.08.	41	4	<i>M. rubra</i>	1804	451	11	-	34	ja	398	-	-
02.08.	35	1	<i>M. scab.</i>	667	198		42	3	ja	239	12	6
02.08.	35	2	<i>M. scab.</i>	89	18		23		nein	14	-	-
02.08.	34	1	<i>M. sab.</i>	988	377	28	35	8	ja	683	66	24
02.08.	34	2	<i>M. sab.</i>	285	78		-	-	nein	117	-	-
02.08.	34	3	<i>M. sab.</i>	600	237	73	-	14	ja	149	-	-
02.08.	32	3 und 4 (zus.)	<i>M. sab.</i>	368	29	66	114	2	ja	63	16	-

2. Habitatpräferenzen der Wirtsameise *M. sabuleti*

2.1 Vorkommen von *Myrmica*-Arten in verschiedenen Habitattypen

Auf den Probeflächen für Temperaturmessungen (Tab. 3, Abb. 8, 9) konnte ich drei syntop lebende *Myrmica*-Arten nachweisen: *M. sabuleti*, *M. rubra* und *M. scabrinodis*. *Myrmica sabuleti* kam hier innerhalb eines breiten Bereichs von Vegetationstypen, z.B. in kurzer, lückiger Vegetation mit Offenbodenanteilen von 55%, aber auch in Bereichen mit relativ hoher und dichter Vegetation ohne Offenbodenanteil an Hängen mit Süd-West-Exposition vor (Tab. 3). Die Art fehlte lediglich in NW-exponiertem, relativ feuchten Grünland mit dichter, kurzer, intensiv beweideter Vegetation (Testfläche D) und auf Testfläche A, einer fast ebenen, Origanum-reichen, Distel-dominierten Ruderalfläche in Gebüschsukzession mit einem sehr niedrigen Offenbodenanteil, welche zusammen mit Testfläche I die vergleichsweise kälteste Fläche, darstellte (Tab. 3). Von insgesamt 46 *M. sabuleti*-Nestern wurden 43 (94 %) an SW-Hängen gefunden, vergleichsweise dazu 16 von 42 *M. rubra*-Nestern (38 %) und keines von 10 *M. scabrinodis*-Nestern. Dagegen waren 100 % der *M. scabrinodis*-Nester und 52 % der *M. rubra*-Nester NW/NO exponiert, aber nur 4 % der *M. sabuleti*-Nester (Tab. 3).

2.2 Temperaturmessungen an Nesteingängen

Für *M. sabuleti* und *M. rubra* waren die mittleren Temperatur-Messwerte an den Nesteingängen über die gesamte Messperiode signifikant verschieden ($p \leq 0,001$; ***), ebenso in den drei jahreszeitlichen Abschnitten Frühjahr, Sommer und Herbst (Tab. 4). Der mittlere Temperaturwert für die gesamte Meßperiode für *M. sabuleti* betrug 13,6°C, für *M. rubra* 12,4°C. Dies bedeutet einen Temperaturunterschied von 1,2 K. Im Sommer waren die Temperaturunterschiede am größten, hier wurden bei *M. sabuleti* Nestern 2,3 K mehr gemessen als bei *M. rubra*. Vergleichsweise klein waren die Unterschiede im Frühjahr (*M. sabuleti*-Nesteingänge waren 0,3 K wärmer als die von *M. rubra*) und im Herbst (0,4 K; Tab. 4).

Tabelle 3: Kurzcharakterisierung der Test-Flächen (5 m x 5 m) der Temperaturmessungen mit Anzahl der *Myrmica*-Nester und Nestdichten. Die Bezeichnungen der Testflächen entsprechen den Probeflächen-Nummern in Klammern daneben. Ihre Lage im Untersuchungsgebiet Kirchenköpfe (K) und Kälberberg/Hochberg (H) ist in Abb. 8, 9 dargestellt.

Legende: Mesobr.: Mesobromion; Gent.K.: Gentiano-Koelerietum; A-D: Untersuchungsgebiet Kirchenköpfe (630-700 m ü.NN); E-I: Untersuchungsgebiet Kälberberg/Hochberg (700-770 m ü.NN); Rangpos. Temp.- Rangposition Temperatur. Signifikante Unterschiede der Temperaturwerte der Test-Flächen für die gesamte Meßperiode führen zu Rangpositionen (1 für die wärmste Fläche).

Test-fläche	Beschreibung der Testfläche	<i>Myrmica</i> -Art	Anzahl der Nester	Nester/m ²	Rangpos. Temp.
A (K7)	Ruderalfläche, disteldominiert in Gebüschsukzession, Offenboden ~ 5%, Inklination SW (5°), 670m ü.NN	<i>M. rubra</i>	16	0,4	7
B (K9)	Gent.K./Mesobr., dichte und hohe Vegetation, Offenboden 0%, Inklination W (21°), 680m ü.NN	<i>M. rubra</i>	4	0,2	5
		<i>M. sabuleti</i>	1	0,0	
C (K8)	Gent.K./Mesobr., lückige und kurze Vegetation, Offenboden ~ 30%, Inklination SW (23°), 670m ü.NN	<i>M. sabuleti</i>	3	0,1	1
D (K5)	relativ feuchtes Grünland, intensive beweidet, dichte und kurze Vegetation, Offenboden 0%, Inklination NW (10°), 650m ü.NN.	<i>M. rubra</i>	11	0,4	Ausfall
		<i>M.</i>	9	0,4	
		<i>scabrinodis</i>			
E (H1b)	Gent.K./Mesobr., lückige, hohe Vegetation, Offenboden ~ 10%, Inklination SW (26°), 750m ü.NN	<i>M. sabuleti</i>	6	0,2	6
F (H4)	Gent.K./Mesobr. in Gebüschsukzession, dichte und hohe Vegetation, Offenbodenanteil 0%, Inklination SW (15°), 740m ü.NN	<i>M. sabuleti</i>	24	1	4
G (H3)	Gent.K./Mesobr., lückige und kurze Vegetation auf flachgründigem Boden, Offenboden (mit Steinen) ~ 55%, Inklination SW (30°), 750m ü.NN	<i>M. sabuleti</i>	7	0,3	3
H (H2b)	Gent.K./Mesobr., lückige und kurze Vegetation, Offenboden ~ 10%, Inklination SW (10°), 750m ü.NN	<i>M. sabuleti</i>	3	0,1	2
I (H1a)	Mesobr., hohe Vegetation, Offenboden < 5%, Inklination NO (5°), 740m ü.NN	<i>M. rubra</i>	11	0,4	7
		<i>M. sabuleti</i>	2	0,1	
		<i>M.</i>	1	0,0	
		<i>scabrinodis</i>			

M. sabuleti lebte also auf Flächen mit höheren Extremen bei den Maximum-Temperaturen innerhalb der Stichproben-Mittelwerte (9,4 bis 14,5 °C = 5,1 K *M. rubra* und 9,7 bis 16,8 °C = 7,1 K *M. sabuleti*, Tab.4).

Tab. 4: Überblick der Ergebnisse der Temperaturmessungen an den Nest-Eingängen von *M. sabuleti* (n = 30) und *M. rubra* (n = 17). Legende: Signifikanz-Level für Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Ranks-Test in der Tabelle ($p \leq 0.001$ ***).

Meßintervall Signifikanz- level	<i>Myrmica</i> - art	Stichpro- ben- größe (n)	Mittel- wert [°C]	Standard- abweich- ung	Temperatur- differenz Mittelwert [K]	Mini- mum [°C]	Maxi- mum [°C]
Ganze Meß- periode *** 11.04.96- 11.11.96	<i>M. rubra</i>	5103	12,4	3,8	1,2	1,9	26,3
	<i>M. sabuleti</i>		13,6	4,7		1,8	26,8
Frühjahr *** 11.04.96- 11.06.96	<i>M. rubra</i>	1461	12,46	4,2	0,3	1,9	26,3
	<i>M. sabuleti</i>		12,75	4,5		1,8	26,3
Sommer *** 11.06.96- 11.09.96	<i>M. rubra</i>	2174	14,5	2,8	2,3	6,8	26,3
	<i>M. sabuleti</i>		16,8	3,5		7,2	26,8
Herbst *** 11.09.96- 11.11.96	<i>M. rubra</i>	1479	9,4	2,0	0,4	4,3	15,3
	<i>M. sabuleti</i>		9,7	2,5		3,0	17,4

2.3 Temperaturmessungen auf Probeflächen

Zwischen allen Testflächen, außer zwischen A und I, konnten während der gesamten Messperiode signifikante Temperaturunterschiede festgestellt werden (Tab. 5). Diese Ergebnisse führten zu folgenden Rang-Positionen: Die wärmste Fläche war demzufolge C, mit SW-Exposition, lückiger und kurzer Vegetation und einem Offenbodenanteil von etwa 30% mit 3 *M. sabuleti*-Nestern. Auf den vier wärmsten Test-Flächen in der Reihenfolge C, H, G and F (Tab. 5), welche alle SW-exponiert waren, kam als einzige *Myrmica*-Art ausschließlich *M. sabuleti* mit einer Nestdichte von 0,1-1 Nest/m² vor (Tab. 3). Auf Test-Fläche F (Rangposition 4, Tab. 3), erreichte *M. sabuleti* unerwarteter Weise die höchste Nestdichte. Diese Fläche war charakterisiert durch dichte und relativ hohe, geschlossene Vegetation in SW-Exposition (15°). Aber auch auf Test-Fläche I, einer der beiden kältesten Flächen mit Rangposition 7 (Tab. 3), kam *M. sabuleti* (1 Nest) zusammen mit der hier

dominanten Art *M. rubra* (11 Nester) und *M. scabrinodis* (1 Nest) vor. Test-Fläche E, SW-exponiert (26°), mit lückiger und hoher Vegetation und Offenbodenanteilen von 10%, erreichte überraschender Weise nur Rangposition 6. Trotzdem war hier *M. sabuleti* die einzige *Myrmica*-Art mit 6 Nestern auf der Fläche (= 0,2 Nester/m², Tab. 1).

Tabelle 5: Signifikanz der Temperatur-Unterschiede zwischen den Test-Flächen (Tabelle 3) (pro Fläche 8 Sensoren, n (Sensoren) = 64).

Der Signifikanz für den Wilcoxon-Matched-Pairs-Signed-Ranks-Test ist in der Tabelle dargestellt. Da jeder Datensatz für sieben paarweise Einzeltests verwendet wurde, musste für eine globale Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha \leq 0,05$ das Signifikanzniveau der Einzeltests $\leq 0,05/7 = 0,00714386$ sein. Dies wird in der Tabelle durch * gekennzeichnet. (): keine signifikanten Unterschiede zwischen den Test-Flächen); n = Stichprobengröße (Anzahl der Temperaturmessungen); horizontal: + Test-Fläche B ist beispielsweise signifikant wärmer als Test-Fläche A.

Test-Fläche	A	B	C	E	F	G	H	I
A		*	*	*	*	*	*	()
		n = 3582	n = 4358	n = 4355	n = 2983	n = 2954	n = 4994	n = 2113
B	+		*	*	*	*	*	*
			n = 3551	n = 2862	n = 2243	n = 2241	n = 3502	n = 1310
C	+	+		*	*	*	()	*
				n = 3654	n = 2314	n = 2907	n = 4274	n = 2095
E	+	-	-		*	*	*	*
					n = 2351	n = 2959	n = 4362	n = 1421
F	+	+	-	+		*	*	*
						n = 1609	n = 2996	n = 735
G	+	+	-	+	+		()	*
							n = 2955	n = 1289
H	+	+	()	+	+	+	()	*
								n = 2061
I	()	-	-	-	-	-	-	

2.4 Konkurrenzverhältnisse im Habitat: Nearest-Neighbour-Analyse

Auf zwei Testflächen (Tab. 6, Abb. 12, 13) wurden signifikante Ergebnisse für intraspezifische Überdispersion bei *M. sabuleti* nachgewiesen: Nur zwei Testflächen (Tab. 6, Abb. 14, 15) zeigten eine signifikant geklumppte Verteilung der *M. sabuleti* Nester. Auf allen verbleibenden Testflächen waren die *Myrmica*-Nester der untersuchten Arten sowohl intra- als auch interspezifisch zufällig verteilt, es gab keinen signifikanten Hinweis auf interspezifische Konkurrenz.

Abb. 12: Beispiel für Überdispersion der Verteilung der Ameisennester bei *M. sabuleti* (25 Nester), Testfläche 7, Münsingen ◆ *Myrmica sabuleti* Nest.

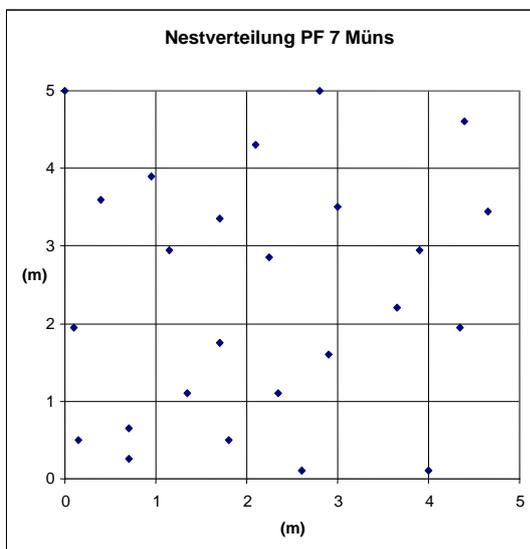


Abb. 13: Beispiel für Überdispersion der Verteilung der Ameisennester bei *M. sabuleti* (11 Nester), Testfläche 23, Münsingen ◆ *Myrmica sabuleti* Nest.

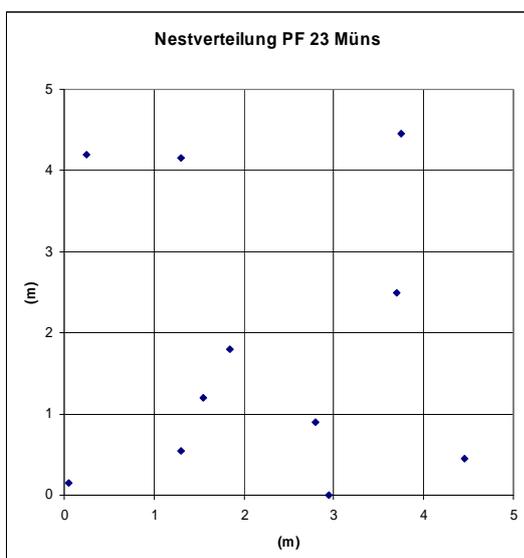


Abb. 14: Beispiel für geklumpfte Verteilung der Ameisennester bei *M. sabuleti* (12 Nester), Testfläche 15, Schlatt
 ◆ *Myrmica sabuleti* Nest.

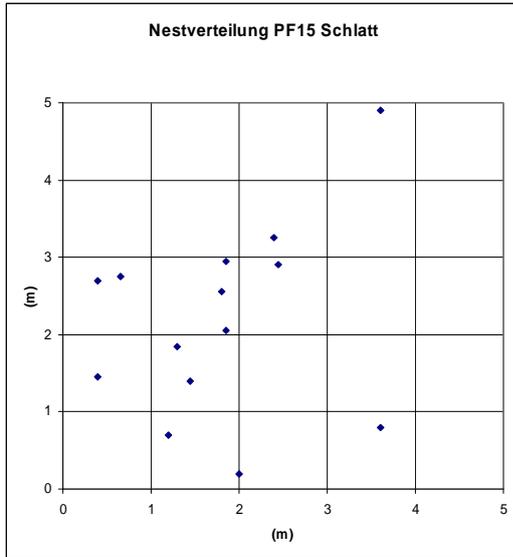
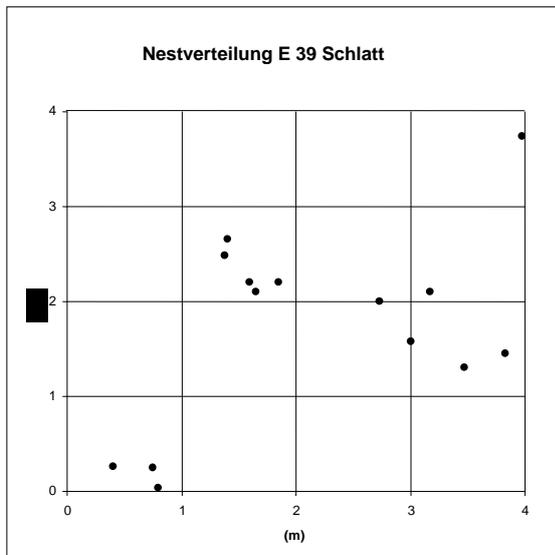


Abb. 15: Beispiel für geklumpfte Verteilung der Ameisennester bei *M. sabuleti* (14 Nester), Testfläche E 39, Schlatt
 • *Myrmica sabuleti* Nest.



Tab. 6: 'Nearest Neighbour Analyse' auf allen Test-Flächen.

Verteilung der *Myrmica*-Nester: R = 0 geklumpt; R = 1 zufällig verteilt; R = 2,15 Überdispersion; Test-Fläche: Lage: S – Schlatt, M – Münsingen (5m x 5m); E – Testfläche um larvale Futterpflanze (4m x 4m); z – Test über signifikante Abweichung vom Zufall $p \leq 0,05$; Die Test-Flächen wurden für alle vorkommenden *Myrmica*-Arten zusammen analysiert wenn $n \geq 7$.

Test-Fläche	<i>Myrmica</i> -Art	Anzahl der Nester	R	z	z-Test, Signifikanz $p \leq 0,05$
S1	<i>sabuleti</i>	25	1,1	0,88	-
S3	<i>sabuleti</i>	8	0,84	-0,74	-
S4	<i>sabuleti</i>	7	1,17	0,76	-
S/E 39	<i>sabuleti</i>	14	0,66	-2,14	+ (geklumpt)
M 1a	<i>scabrinodis</i>	1			
	<i>sabuleti</i>	2			
	<i>rubra</i>	11	1,1	0,7	-
M 1a	<i>rubra</i>	11	0,8	-1,11	-
M4	<i>sabuleti</i>	24	1,19	1,63	-
S/E 13	<i>sabuleti</i>	15			
	<i>scabrinodis</i>	4	0,92	-0,56	-
S/E 13	<i>sabuleti</i>	15	0,89	-0,75	-
S/Ei 41	<i>rubra</i>	12	1,06	0,35	-
S5	<i>scabrinodis</i>	9			
	<i>rubra</i>	11	1,13	1,01	-
S5	<i>rubra</i>	11	0,79	1,19	-
S5	<i>scabrinodis</i>	9	0,96	-0,21	-
S7	<i>rubra</i>	16	1,73	1,19	-
S10	<i>rubra</i>	8	0,74	-1,22	-
S12	<i>scabrinodis</i>	16			
	<i>rubra</i>	2			
	<i>schencki</i>	1	1,18	1,33	-
S12	<i>scabrinodis</i>	16	1,15	1,02	-
S13	<i>sabuleti</i>	8	1,12	0,57	-
S14	<i>scabrinodis</i>	10	1,22	1,17	-
S15	<i>sabuleti</i>	12			
	<i>scabrinodis</i>	1			
	<i>schencki</i>	1	0,93	-0,42	-
S15	<i>sabuleti</i>	12	0,62	-2,25	+ (geklumpt)
S20	<i>scabrinodis</i>	20	1,21	1,61	-
S21	<i>rubra</i>	7	1,18	0,89	-
	<i>scabrinodis</i>	1			
S22	<i>scabrinodis</i>	6			
	<i>schencki</i>	1			
	<i>rubra</i>	1	1,34	1,63	-
S23	<i>rubra</i>	9	0,79	-1,04	-
					+
M7	<i>sabuleti</i>	25	1,53	4,6	(Überdispersion)
M10	<i>sabuleti</i>	9	1,1	0,52	-
M14	<i>sabuleti</i>	12	0,74	-1,55	-
M18	<i>sabuleti</i>	9	1,14	0,7	-
M19	<i>sabuleti</i>	3			
	<i>rubra</i>	5	0,93	-0,34	-
M20	<i>schencki</i>	2			
	<i>sabuleti</i>	6			
	<i>ruginodis</i>	1	0,87	-0,69	-
					+
M23	<i>sabuleti</i>	11	1,52	3,32	(Überdispersion)
M25	<i>sabuleti</i>	2			
	<i>scabrinodis</i>	9			
	<i>rubra</i>	1	1,05	0,29	-
M25	<i>scabrinodis</i>	9	1,24	1,22	-

Tab. 7: 'Nearest-Neighbour-Analyse' für einzelne Arten.

Verteilung der *Myrmica*-Nester: R = 0 geklumpt, R = 1 zufällig verteilt; R = 2,15 Überdispersion;

Test-Fläche: Lage: S – Schlatt, M – Münsingen (5m x 5m); E – Testfläche um larvale Futterpflanze (4m x 4m);

z – Test über signifikante Abweichung vom Zufall $p \leq 0,05$; Die Test-Flächen wurden für einzelne *Myrmica*-Arten analysiert wenn $n \geq 7$.

Test-Fläche	<i>Myrmica</i> - Art	Anzahl der Nester	R	z	z-Test, Signifikanz $p \leq 0,05$
M1a	<i>rubra</i>	11	0,8	-1,11	-
S/E41	<i>rubra</i>	12	1,06	0,35	-
S5	<i>rubra</i>	11	0,79	1,19	-
S7	<i>rubra</i>	16	1,73	1,19	-
S10	<i>rubra</i>	8	0,74	-1,22	-
S23	<i>rubra</i>	9	0,79	-1,04	-
S1	<i>sabuleti</i>	25	1,1	0,88	-
S3	<i>sabuleti</i>	8	0,84	-0,74	-
					+
S/E39	<i>sabuleti</i>	14	0,66	-2,14	(geklumpt)
M4	<i>sabuleti</i>	24	1,19	1,63	-
S/E13	<i>sabuleti</i>	15	0,89	-0,75	-
S13	<i>sabuleti</i>	8	1,12	0,57	-
					+
S15	<i>sabuleti</i>	12	0,62	-2,25	(geklumpt)
					+
M7	<i>sabuleti</i>	25	1,53	4,6	(Überdispersion)
M10	<i>sabuleti</i>	9	1,1	0,52	-
M14	<i>sabuleti</i>	12	0,74	-1,55	-
M18	<i>sabuleti</i>	9	1,14	0,7	-
					+
M23	<i>sabuleti</i>	11	1,52	3,32	(Überdispersion)
S5	<i>scabrinodis</i>	9	0,96	-0,21	-
S12	<i>scabrinodis</i>	16	1,15	1,02	-
S14	<i>scabrinodis</i>	10	1,22	1,17	-
S20	<i>scabrinodis</i>	20	1,21	1,61	-
M25	<i>scabrinodis</i>	9	1,24	1,22	-

2.5 Statistische Auswertung und Habitatmodelle

2.5.1 Rangpositionen der *Myrmica*-Ameisen: Habitatparameter

Die Hypothese, dass die 4 sympatrisch vorkommenden *Myrmica*-Arten in Bezug auf die untersuchten Habitatparameter zu verschiedenen Gruppen gehören, wurde mit dem H-Test getestet. In fast allen Fällen konnten hochsignifikante Unterschiede zwischen den Arten bezüglich aller Habitatparameter, außer für den Temperaturwert (T), festgestellt werden (Tab. 8, 9). Um zu prüfen, ob Rangpositionen für die einzelnen *Myrmica*-Arten festgelegt werden können, testete ich mit dem H-Test zunächst, ob signifikante Unterschiede zwischen den Arten bestehen. Der U-Test für Paardifferenzen zeigt die Rangpositionen für die einzelnen Arten an (Tab. 8). Tabelle 9 zeigt zusätzlich Unterschiede zwischen den einzelnen Arten und deren Signifikanz. In den 'boxplot'-Abbildungen (Abb. 16-20) sind die Bereiche dargestellt, innerhalb derer die *Myrmica*-Arten bei den untersuchten Parametern eingemischt sind.

Tab. 8: Unterschiede zwischen den *Myrmica*-Arten und Rangpositionen.

Legende: *M. rubra* (n = 92), *M. scabrinodis* (n = 120), *M. sabuleti* (n = 273), *M. schencki* (n = 9), zusammen (n = 494). Der H-Test führt eine Varianzanalyse (ANOVA) durch, um zu testen, ob es signifikante Unterschiede zwischen den Arten gibt. ***P ≤ 0.001, **P ≤ 0.01, *P ≤ 0,05, n.s. = nicht signifikant. Habitatparameter: PD-Wert – Pflanzendichtewert, L – Lichtzahl, N – Stickstoffzahl, R – Reaktionszahl, T – Temperaturzahl, vgl. Untersuchungsprogramm 1.)

Habitatparameter	H-Test	Rangpositionen U-Test
PD-Wert	***	1. <i>M. rubra</i> 2. <i>M. scabrinodis</i> 3. <i>M. sabuleti</i> 4. (<i>M. schencki</i>)
Sonneneinstrahlung/Jahr	***	1. <i>M. sabuleti</i> 2. <i>M. scabrinodis</i> 2. <i>M. rubra</i>
Indikatorwerte: F	***	1. <i>M. rubra</i> 2. <i>M. scabrinodis</i> 3. <i>M. sabuleti</i> 4. (<i>M. schencki</i>)
L	***	1. <i>M. sabuleti</i> 1. <i>M. schencki</i> 2. <i>M. scabrinodis</i> 3. <i>M. rubra</i>
N	***	1. <i>M. rubra</i> 2. <i>M. scabrinodis</i> 3. <i>M. sabuleti</i> 3. (<i>M. schencki</i>)
R	***	1. <i>M. sabuleti</i> 2. <i>M. scabrinodis</i> 3. <i>M. rubra</i>
T	---	1. <i>M. schencki</i> 2. <i>M. sabuleti</i> 3. <i>M. scabrinodis</i> (4. <i>M. rubra</i>)

Myrmica sabuleti bevorzugt also niedrige PD-Werte und kurze, nicht zu dichte Vegetation mit dem höchsten Betrag an Sonneneinstrahlung und Licht. Die Art benötigt trockenen Boden mit niedrigem Stickstoffgehalt.

Im Gegensatz dazu bevorzugt *Myrmica rubra* höchste PD-Werte und Werte für F und N, d.h. hohe und dichte Vegetation und den kleinsten Betrag an Sonneneinstrahlung und Licht von allen Arten.

Myrmica scabrinodis nimmt eine mittlere Position innerhalb der untersuchten Habitatfaktoren ein, ihr Optimum befindet sich immer zwischen *M. rubra* und *M. sabuleti*.

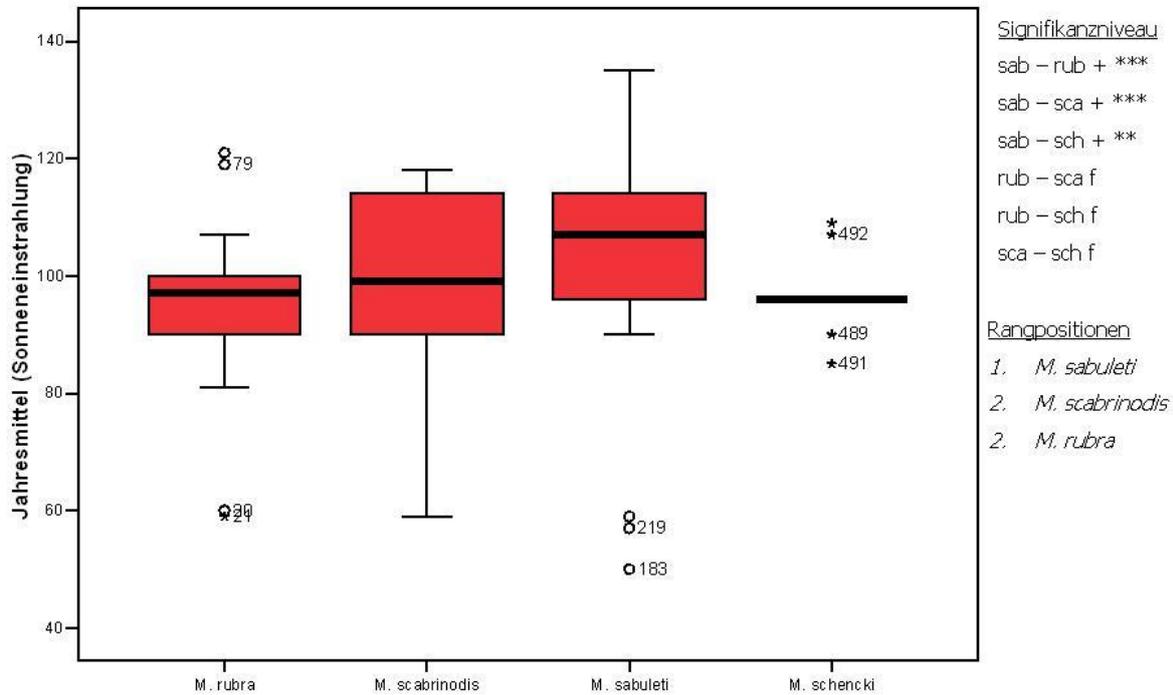
Myrmica schencki ist *M. sabuleti* in ihren Habitatansprüchen recht ähnlich (Tab. 7). Allerdings waren die Ergebnisse, bedingt durch die kleine Stichprobengröße (n= 9 Nester), meist nicht signifikant verschieden.

Tab. 9: Rangpositionen der sympatrischen *Myrmica*-Arten in Bezug zu den Habitatparametern. Legende: *M. rubra* (n = 92), *M. scabrinodis* (n = 120), *M. sabuleti* (n = 273), *M. schencki* (n = 9), zusammen (n = 494). Der U-Test nach Mann and Whitney prüft, ob es signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Arten gibt, die zu Rangpositionen führen. Signifikanzniveau: ***P ≤ 0.001, **P ≤ 0.01, *P ≤ 0,05, n.s. = nicht signifikant. + oder -: höherer oder niedrigerer Wert als die folgende *Myrmica*-Art in der nächsten Spalte.

	<i>Myrmica</i> -Art 1	<i>Myrmica</i> -Art 2	Signifikanzniveau	Rangfolge
PD-Wert	<i>M. sabuleti</i>	<i>M. rubra</i>	- ***	1. <i>M. rubra</i>
		<i>M: scabrinodis</i>	- ***	2. <i>M. scabrinodis</i>
		<i>M. schencki</i>	n.s.	3. <i>M. sabuleti</i>
	<i>M. rubra</i>	<i>M. scabrinodis</i>	+ ***	3. (<i>M. schencki</i>)
	<i>M. scabrinodis</i>	<i>M. schencki</i>	+ ***	
			n.s.	
Sonneneinstrahlung (sr)	<i>M. sabuleti</i>	<i>M. rubra</i>	+ ***	1. <i>M. sabuleti</i>
		<i>M: scabrinodis</i>	+ ***	2. <i>M. scabrinodis</i>
		<i>M. schencki</i>	+ **	3. <i>M. rubra</i>
	<i>M. rubra</i>	<i>M. scabrinodis</i>	n.s.	
	<i>M. scabrinodis</i>	<i>M. schencki</i>	n.s.	
			n.s.	
Indikatorwerte	F	<i>M. rubra</i>	- ***	1. <i>M. rubra</i>
		<i>M. scabrinodis</i>	- ***	2. <i>M. scabrinodis</i>
		<i>M. schencki</i>	n.s.	3. <i>M. sabuleti</i>
	<i>M. rubra</i>	<i>M. scabrinodis</i>	+ **	3. (<i>M. schencki</i>)
	<i>M. scabrinodis</i>	<i>M. schencki</i>	+ ***	
			+ ***	
L	<i>M. sabuleti</i>	<i>M. rubra</i>	+ ***	1. <i>M. sabuleti</i>
		<i>M: scabrinodis</i>	+ ***	1. (<i>M. schencki</i>)
		<i>M. schencki</i>	n.s.	2. <i>M. scabrinodis</i>
	<i>M. rubra</i>	<i>M. scabrinodis</i>	- **	3. <i>M. rubra</i>
	<i>M. scabrinodis</i>	<i>M. schencki</i>	- **	
			- **	
N	<i>M. sabuleti</i>	<i>M. rubra</i>	- ***	1. <i>M. rubra</i>
		<i>M: scabrinodis</i>	- ***	2. <i>M. scabrinodis</i>
		<i>M. schencki</i>	n.s.	3. <i>M. sabuleti</i>
	<i>M. rubra</i>	<i>M. scabrinodis</i>	+ ***	3. (<i>M. schencki</i>)
	<i>M. scabrinodis</i>	<i>M. schencki</i>	+ **	
			+ *	
R	<i>M. sabuleti</i>	<i>M. rubra</i>	+ ***	1. <i>M. sabuleti</i>
		<i>M: scabrinodis</i>	+ ***	2. <i>M. scabrinodis</i>
		<i>M. schencki</i>	n.s.	2. <i>M. rubra</i>
	<i>M. rubra</i>	<i>M. scabrinodis</i>	n.s.	
	<i>M. scabrinodis</i>	<i>M. schencki</i>	n.s.	
			n.s.	
T	<i>M. sabuleti</i>	<i>M. rubra</i>	n.s.	1. <i>M. schencki</i>
		<i>M: scabrinodis</i>	n.s.	2. <i>M. sabuleti</i>
		<i>M. schencki</i>	- *	2. <i>M. scabrinodis</i>
	<i>M. rubra</i>	<i>M. scabrinodis</i>	n.s.	
	<i>M. scabrinodis</i>	<i>M. schencki</i>	- *	
			n.s.	

2.5.2 Einnischung der *Myrmica*-Ameisen im *M. arion*-Habitat

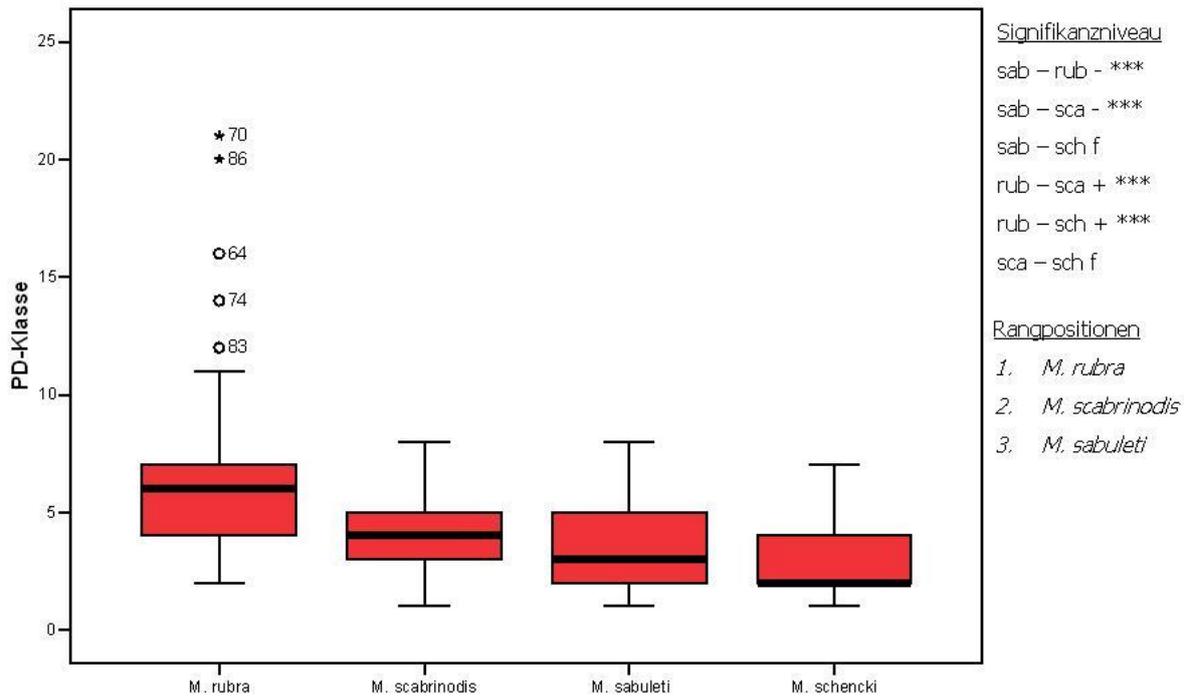
Abb. 16: Unterschiede bei der Sonneneinstrahlung/Jahr



Legende: dargestellt sind als Boxplots für die vier untersuchten *Myrmica*-Arten: o – Ausreisser; * - Extremwerte; Mediane; höchste und niedrigste Werte, 25. und 75. Perzentilen. Signifikanzniveau: *** $P \leq 0,001$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, f = nicht signifikant. + oder -: höherer oder niedrigerer Wert als die folgende *Myrmica*-Art. Signifikanzniveaus und Rangpositionen nach dem U-Test von Mann & Whitney.

Von allen 4 *Myrmica*-Arten bevorzugt *M. sabuleti* hochsignifikant Habitats mit intensivster Sonneneinstrahlung. *M. rubra* kommt auf Flächen mit niedrigeren Werten innerhalb einer engeren Spanne vor, unterscheidet sich aber nicht signifikant von *M. scabrinodis*. Diese Art deckt das gesamte Spektrum von minimaler bis maximaler Sonneneinstrahlung an ihren Nest-spots ab.

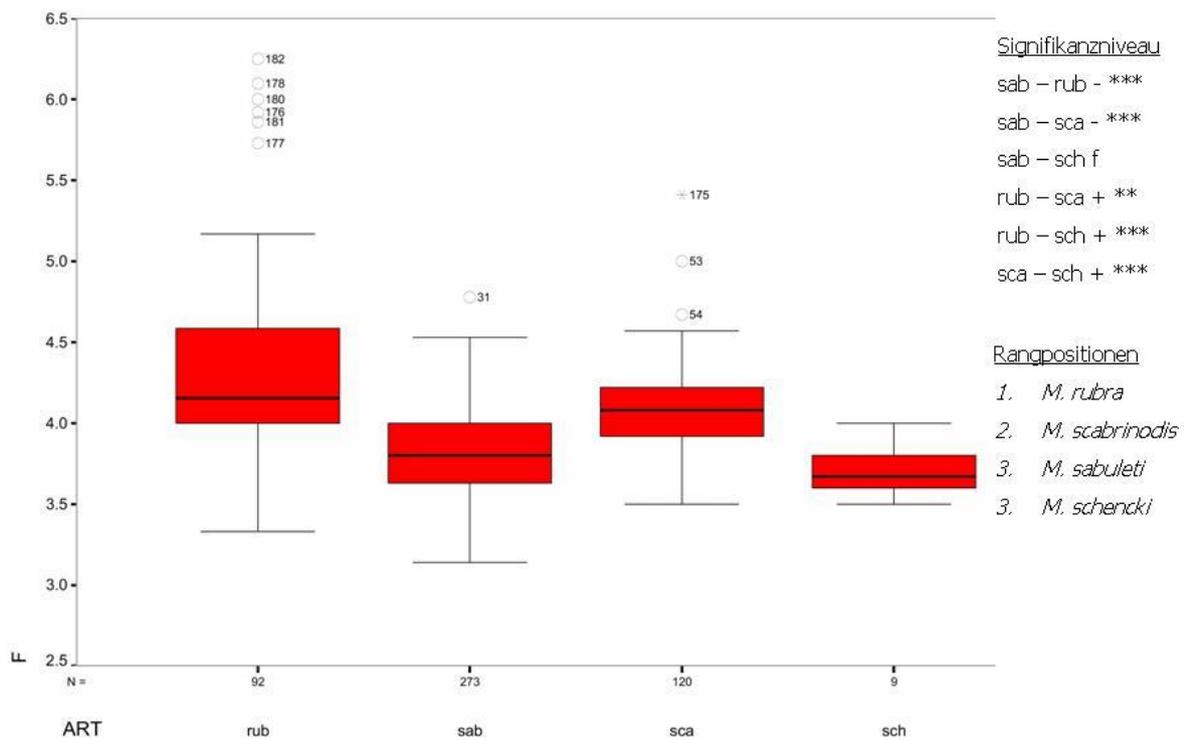
Abb. 17: Unterschiede bei den Pflanzendichtewerten



Legende: dargestellt sind als Boxplots für die vier untersuchten *Myrmica*-Arten: o – Ausreisser; * - Extremwerte; Mediane; höchste und niedrigste Werte, 25. und 75. Perzentilen. Signifikanzniveau: *** $P \leq 0,001$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, f = nicht signifikant. + oder -: höherer oder niedrigerer Wert als die folgende *Myrmica*-Art. Signifikanzniveaus und Rangpositionen nach dem U-Test von Mann & Whitney.

M. rubra bevorzugt signifikant Nest-spots mit den höchsten PD-Werten der vier Arten und toleriert einen breiten Bereich. *M. sabuleti* nutzt signifikant Plätze mit kürzerer Vegetation als *M. rubra*, aber ihre Spannweite ist größer als die von *M. scabrinodis*, welche den überlappenden Bereich zwischen *M. rubra* und *M. sabuleti* abdeckt.

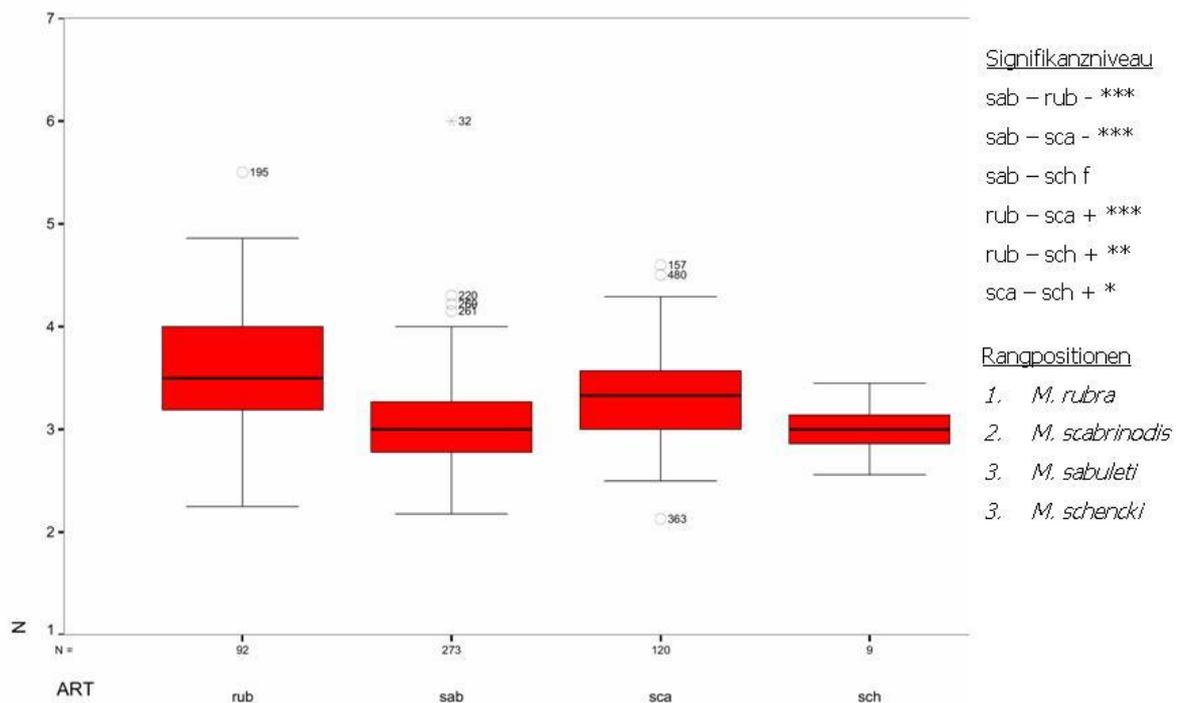
Abb. 18: Unterschiede in der Feuchtezahl



Legende: dargestellt sind als Boxplots für die vier untersuchten *Myrmica*-Arten: o – Ausreisser; * - Extremwerte; Mediane; höchste und niedrigste Werte, 25. und 75. Perzentilen. Signifikanzniveau: *** $P \leq 0,001$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, f = nicht signifikant. + oder -: höherer oder niedrigerer Wert als die folgende *Myrmica*-Art. Signifikanzniveaus und Rangpositionen nach dem U-Test von Mann & Whitney.

M. sabuleti bevorzugt signifikant die niedrigsten Werte für Feuchte in einem kleinen Bereich, zusammen mit *M. schencki*, wobei *M. rubra* den höchsten Wert für F in einer großen Spannweite belegt. *M. scabrinodis* hat ihre Nische zwischen den beiden erstgenannten Arten.

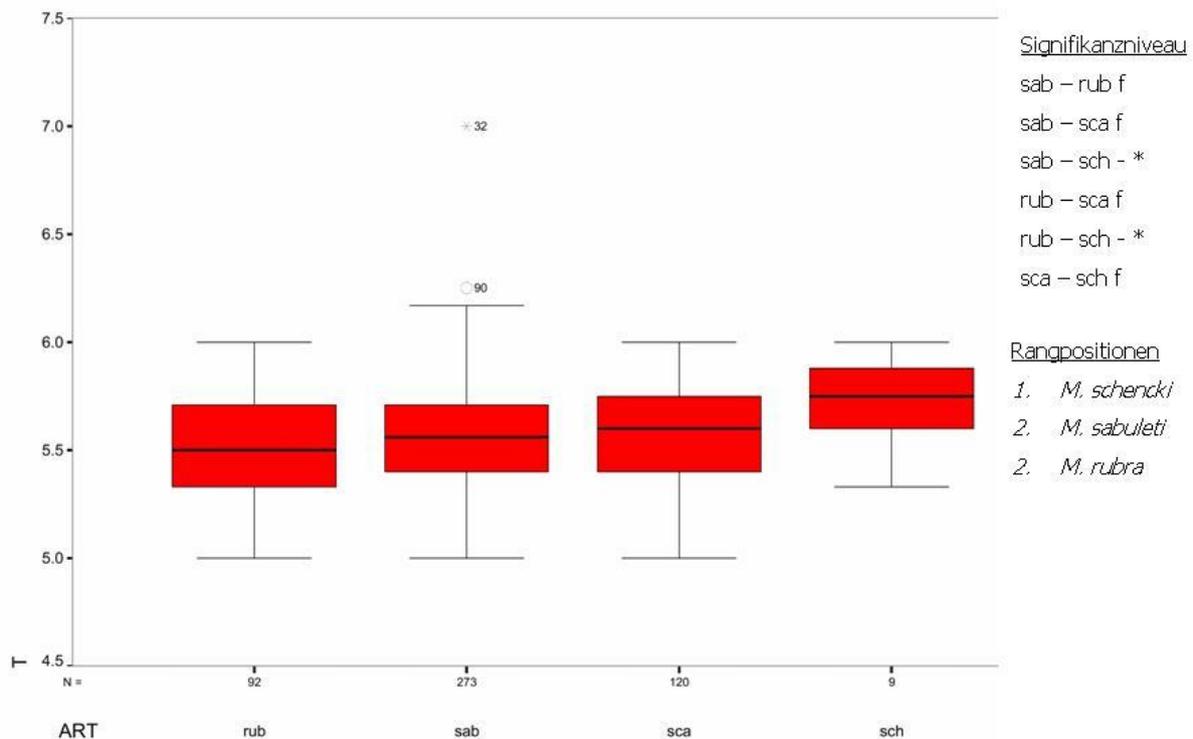
Abb. 19: Unterschiede in der Stickstoffzahl



Legende: dargestellt sind als Boxplots für die vier untersuchten *Myrmica*-Arten: o – Ausreisser; * - Extremwerte; Mediane; höchste und niedrigste Werte, 25. und 75. Perzentilen. Signifikanzniveau: *** $P \leq 0,001$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, f = nicht signifikant. + oder -: höherer oder niedrigerer Wert als die folgende *Myrmica*-Art. Signifikanzniveaus und Rangpositionen nach dem U-Test von Mann & Whitney.

Die Ergebnisse der Stickstoffwerte entsprechen hinsichtlich ihrer Aussage für alle untersuchten Arten denen der F-Werte. *M. sabuleti* bevorzugt signifikant die niedrigsten N-Werte in einer engen Nische zusammen mit *M. schencki*. *M. rubra* lebt auf Flächen mit hohen N-Werten in einem weiten Bereich. Die Werte für *M. scabrinodis* liegen zwischen den beiden erstgenannten Arten.

Abb. 20: Unterschiede in der Temperaturzahl



Legende: dargestellt sind als Boxplots für die vier untersuchten *Myrmica*-Arten: o – Ausreisser; * - Extremwerte; Mediane; höchste und niedrigste Werte, 25. und 75. Perzentilen. Signifikanzniveau: *** $P \leq 0,001$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, f = nicht signifikant. + oder -: höherer oder niedrigerer Wert als die folgende *Myrmica*-Art. Signifikanzniveaus und Rangpositionen nach dem U-Test von Mann & Whitney.

Bezüglich des Temperaturwertes T konnten keine signifikanten Unterschiede für die vier untersuchten *Myrmica*-Arten nachgewiesen werden.

2.5.3 Gewichtung der Habitatparameter in Bezug auf die Nestdichte

Im Folgenden sind die Ergebnisse im Hinblick darauf, ob es Unterschiede in der Wichtigkeit der untersuchten Habitatparameter bezüglich der Nestdichte auf den Test-Flächen (n=71) der untersuchten Arten gibt, dargestellt. Dafür verwende ich die lineare Korrelationsanalyse nach Pearson (Tab. 10).

Tab. 10: Dargestellt ist Pearsons Korrelationskoeffizient (r) im Verhältnis zwischen den unabhängigen Variablen (Habitatparametern) der Nest-spots getrennt für die vier *Myrmica*-Arten.
 Legende: F – Feuchtezahl; N – Stickstoffzahl; L – Lichtzahl, T – Temperaturzahl; PD-Wert – Pflanzendichtewert;
 Signifikanzniveau: ***P ≤ 0,001, **P ≤ 0,01, *P ≤ 0,05, n.s. = nicht signifikant.

Myrmica rubra

	Offenboden- anteil [%]	PD- Wert	Nestdichte/ 100m ²	Sonnenein- strahlung	Ellenberg FN	Ellenberg LT
Offenboden- anteil [%]	-	-0,100 n.s.	0,035 n.s.	0,247**	-0,78 n.s.	-0,001 n.s.
PD-Wert	-	-	0,431 **	-0,023 n.s.	0,250**	0,058 n.s.
Nestdichte/ 100m ²	-	-	-	-0,145 n.s.	0,308**	-0,017 n.s.
Sonnenein- strahlung	-	-	-	-	-0,040 n.s.	0,311**
Ellenberg FN	-	-	-	-	-	0,029 n.s.

Myrmica scabrinodis

	Offenboden- anteil [%]	PD-Wert	Nestdichte/ 100m ²	Sonnenein- strahlung	Ellenberg FN	Ellenberg LT
Offenboden- anteil [%]	-	-0,376**	-0,279**	0,235**	-0,232**	-0,089 n.s.
PD-Wert	-	-	0,054 n.s.	-0,362**	0,031 n.s.	-0,103 n.s.
Nestdichte/ 100m ²	-	-	-	0,066 n.s.	0,163*	-0,004 n.s.
Sonnenein- strahlung	-	-	-	-	0,063 n.s.	0,279**
Ellenberg FN	-	-	-	-	-	-0,117 n.s.

Myrmica sabuleti

	Offenboden- anteil [%]	PD-Wert	Nestdichte/ 100m ²	Sonnenein- strahlung	Ellenberg FN	Ellenberg LT
Offenboden- anteil [%]	-	-0,464**	-0,152**	0,160**	-0,319**	-0,052 n.s.
PD-Wert	-	-	0,001 n.s.	0,073 n.s.	0,333**	-0,123*
Nestdichte/ 100m ²	-	-	-	0,166**	-0,134*	0,062 n.s.
Sonnenein- strahlung	-	-	-	-	0,069 n.s.	0,134*
Ellenberg FN	-	-	-	-	-	0,109 n.s.

Myrmica schencki

	Offenboden- anteil [%]	PD-Wert	Nestdichte/ 100m ²	Sonnenein- strahlung	Ellenber g FN	Ellenberg LT
Offenboden- anteil [%]	-	-0,424(**)	0,162 n.s.	0,235 n.s.	- 0,496(* *)	0,259(*)
PD-Wert	-	-	-0,019 n.s.	-0,136 n.s.	0,411(* *)	-0,227 n.s.
Nestdichte/ 100m ²	-	-	-	-0,116 n.s.	- 0,378(* *)	0,118 n.s.
Sonnenein- strahlung	-	-	-	-	0,035 n.s.	0,176 n.s.
Ellenberg FN	-	-	-	-	-	-0,089 n.s.

Tab. 11: Überblick über die Bedeutung der unabhängigen Variablen für die Nestdichte / 100m².
 Legende: Pearsons Korrelationskoeffizient (r), Signifikanzniveau (2-geteilt):
 $p \leq 0,01^{**}$; $p \leq 0,05^*$.

Nestdichte / 100m ²	Offenboden (%)	PD-Wert	Sonneneinstrahlung /Jahr	Indikatorwerte F u. N	Indikatorwerte L u. T
<i>M. sabuleti</i> (n = 294)	** (r = -0,152)	---	** (r = 0,166)	* (r = -1,34)	---
<i>M. rubra</i> (n = 144)	---	** (r = 0,431)	---	** (r = 0,308)	---
<i>M. scabrinodis</i> (n = 168)	** (r = -0,279)	---	---	* (r = 0,163)	---
<i>M. schencki</i> (n = 70)	---	---	---	** (r = -0,378)	---

Die Nestdichte von *M. sabuleti* ist bei hoher Sonneneinstrahlung signifikant größer ($p \leq 0,01$), ebenso beim Vorhandensein niedriger Werte für N und F ($p \leq 0,05$). Es gibt eine signifikant negative Korrelation der Nestdichte mit hohem Offenbodenanteil ($p \leq 0,01$; Tab. 11).

Hohe PD-Werte haben auf die Nestdichte von *M. rubra* den größten positiven Einfluss ($p \leq 0,01$, Tab. 11). Ebenso steigern hohe Werte für N- und F die Nestdichte signifikant ($p \leq 0,01$; Tab. 11).

Die Nestdichten von *M. scabrinodis* korrespondieren in stark negativer Korrelation ($p \leq 0,01$) mit Offenbodenanteilen (Tab. 11). Ein positiver, schwach signifikanter Zusammenhang ($p \leq 0,05$) konnte für *M. scabrinodis* für hohe F- and N-Werte nachgewiesen werden (Tab. 11).

Für *M. schencki* hatten ausschließlich hohe F- und N- Werte einen signifikant negativen Effekt ($p \leq 0,01$) auf die Nestdichte (Tab. 11).

2.5.4 Einfluss der Habitatparameter auf die Nestdichte

Multiple lineare Regressionsanalyse (MLR) (Tab. 12) und binäre logistische Regression (BLR) (Tab. 13) wurden angewendet, um über das Modell den Einfluss aller Habitatparameter gleichzeitig und in Relation zueinander auf die *Nestdichte* und das *Vorkommen* abschätzen zu können.

Nestdichte: Die Nestdichte betreffend ergab sich für *M. sabuleti* als wichtigster Habitatfaktor in der MLR (Tab. 12) die Sonneneinstrahlung ($p \leq 0,001$), wobei die Nestdichte hochsignifikant mit höheren Werten der Sonneneinstrahlung zunahm. *M. sabuleti* meidet Flächen mit sehr hohem Offenbodenanteil ($p \leq 0,001$), ebenso Nestspots mit hohen Indikatorwerten für F und N ($p \leq 0,001$).

Der entscheidende positive Faktor für die Nestdichte von *M. rubra* ist ein hoher PD-Wert ($p \leq 0,001$). Flächen mit hohen Indikatorwerten für F und N werden ebenfalls dichter besiedelt ($p \leq 0,01$). Geringe Sonneneinstrahlung wirkt sich schwach signifikant positiv auf die Nestdichte aus ($p \leq 0,05$).

Hohe Offenbodenanteile wirken sich auf die Nestdichte von *M. scabrinodis* hochsignifikant negativ aus ($p \leq 0,001$). Für *M. schencki* wurde ein negatives Verhältnis der Nestdichte zu hohen Indikatorwerten F and N hochsignifikant nachgewiesen ($p \leq 0,001$; Tab. 12).

Tab. 12: Multiple lineare Regressionsanalyse
 Legende: R²corr: zeigt die Qualität der Regressionsfunktion. Beta Koeffizient: zeigt die Wichtigkeit der Variablen für das Modell. Signifikanz (2-geteilt): $p \leq 0,001$ ***, $p \leq 0,01$ **; $p \leq 0,05$ *

Nestdichte/ 100m ²	Signifikanz der Variablen	Beta- Koeffizient	R ² corr
<i>M. sabuleti</i> (n = 294)	Offenbodenanteil (%) (-) *** Sonneneinstrahlung/Jahr (+) *** Indikatorwerte F, N (-) ***	- 0,290 0,230 - 0,221	0,098
<i>M. rubra</i> (n = 144)	PD-Wert (+) *** Indikatorwerte F, N (+) ** Sonneneinstrahlung/Jahr (-) *	0,391 0,212 - 0,177	0,237
<i>M. scabrinodis</i> (n = 168)	Offenbodenanteil (%) (-) ***	- 0,309	0,080
<i>M. schencki</i> (n = 70)	Indikatorwerte F,N (-) ***	---	---

2.5.5 Einfluss von Habitatparametern auf das lokale Vorkommen

Um die Bedeutung der einzelnen Habitatparameter auf das Vorkommen von *Myrmica*-Nestern abschätzen zu können, wurden Modellberechnungen mittels binärer logistischer Regressionsanalyse (BLR) durchgeführt (Tab. 13).

Entscheidend für das Vorkommen von *M. sabuleti*-Nestern waren niedrige Werte für F und N und hohe Sonneneinstrahlung (93,9% korrekt vorhergesagte Fälle). Mittels Regressionsanalyse konnten 37,9% der gesamten Varianz erklärt werden (Tab. 13).

Myrmica rubra benötigt dichte Vegetation mit niedriger Sonneneinstrahlung auf relativ feuchten Plätzen (85,4% korrekt vorhergesagte Fälle, $R^2 = 0,62$).

Der wichtigste Faktor für *M. scabrinodis* ist ein geringer Offenbodenanteil (78,6% korrekt vorhergesagte Fälle, $R^2 = 0,21$).

Myrmica schencki bevorzugt hoch signifikant Nestplätze mit niedrigen Indikatorwerten für F und N (90% korrekt vorhergesagte Fälle, $R^2 = 0,25$).

Tab. 13: Binäre logistische Regressionsanalyse

Legende: R^2 - zeigt quantitativ die Modellkalibrierung, d.h. den Anteil der Varianz, der durch das Modell erklärt werden konnte (vgl. B. Regressionsmodelle).

Nester (ja/nein)	Signifikanz der abhängigen Variablen	% der korrekt vorhergesagten Fälle	R^2
<i>M. sabuleti</i> (n = 294)	Indikatorwerte F, N (-) *** Sonneneinstrahlung/Jahr (+) ***	93,9	0,379
<i>M. rubra</i> (n = 144)	PD-Wert (+) *** Sonneneinstrahlung/Jahr (-) *** Indikatorwerte F, N (+) **	85,4	0,619
<i>M. scabrinodis</i> (n = 168)	Offenbodenanteil (%) (-) ***	78,6	0,210
<i>M. schencki</i> (n = 70)	Indikatorwerte F, N (-) **	90,0	0,248

3. Populationsparameter von *M. arion*

Die Flugzeit von *M. arion* im Gebiet 'Kirchenköpfe' erstreckte sich in den Jahren 1994-1996 jeweils von der zweiten Juni-Hälfte bis in Ende Juli und dauerte zwischen 28 und 34 Tagen, im Durchschnitt 30,6 Tage. Am 'Kälberg/Hochberg' dauerte die Flugzeit der Falter im selben Zeitraum 23 bis 42 Tage und war durchschnittlich 29,3 Tage lang (Tab. 15). Die durchschnittliche Länge der Flugzeit ist in beiden Untersuchungsgebieten nicht signifikant unterschiedlich (χ^2 -Test, $p \leq 0,001$).

3.1 Gesamtpopulationsgröße

Die Gesamtpopulationsgröße N_{total} ging über den Untersuchungszeitraum im Gebiet Kirchenköpfe von 792 Faltern im Jahr 1994 über 758 Falter 1995 bis zu 284 Faltern in 1996 kontinuierlich und signifikant zurück (χ^2 -Test, $p \leq 0,001$; Tab. 15). Im Kälberberg/Hochberg war dagegen eine Zunahme von N_{total} vom Untersuchungsjahr 1994 auf das Folgejahr signifikant (χ^2 -Test, $p \leq 0,001$), von 1995 auf 1996 nahm die Gesamtpopulationsgröße jedoch ab (χ^2 -Test, $p \leq 0,001$; Tab. 15).

3.2 TRT 'total residence time'

Die TRT 'total residence time' ist die Summe der Anwesenheitszeiten aller Individuen einer Population über die gesamte Flugperiode. Am Kirchenköpfe verringerte sich die TRT von 1994 auf 1995 signifikant (χ^2 -Test, $p \leq 0,01$), in 1996 sank sie im Vergleich zum Vorjahr um 56 % (Unterschied hochsignifikant, χ^2 -Test, $p \leq 0,001$), während die Populationsgröße N_{total} nur 37,5 % (Unterschied hochsignifikant, χ^2 -Test, $p \leq 0,001$) von der des Vorjahres betrug. Korrespondierend dazu war die mittlere tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit 1996 mit 2,51 um 49% höher als 1995 (Tab. 15). Die Population hätte also aufgrund der höheren Lebenserwartung und der hohen TRT die Möglichkeit, sich trotz starken Rückgangs der Gesamt-Populationsgröße N_{total} erfolgreich für das Folgejahr zu reproduzieren, wurde aber statt dessen deutlich kleiner. Am Kälberberg/Hochberg gab es von 1994 auf 1995 eine signifikante Zunahme von N_{total} (χ^2 -Test, $p \leq 0,001$) und TRT (χ^2 -Test, $p \leq 0,001$; Tab. 15).

3.3 Überlebenswahrscheinlichkeit

Die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit war 1995 ebenfalls höher als 1994 bzw. 1996 (Tab. 15). Allerdings wirkten sich diese günstigen Bedingungen nicht positiv auf das Folgejahr 1996 aus: sowohl N_{total} als auch TRT sanken 1996 signifikant im Vergleich zu 1995 (χ^2 -Test, beide $p \leq 0,001$; Tab. 15).

3.4 Geschlechterverhältnis

In den Jahren 1994 und 1996 wich das Verhältnis markierter Männchen zu Weibchen signifikant vom Verhältnis 1 : 1 ab (χ^2 -Test, * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$, Tab. 14). Es gab in beiden Populationen signifikant mehr Weibchen als Männchen. In 1995 waren die Unterschiede nicht signifikant.

Tab. 14: Geschlechterverhältnis von *M. arion*

fett: Signifikanter Unterschied von erwarteter gleicher Anzahl bei beiden Geschlechtern (χ^2 -Test, * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$)

Markierte Individuen

Jahr	1994		1995		1996	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Kirchenköpfe	37	**110	50	64	22	**62
Kälberberg/Hochberg	41	*61	94	88	30	**87

Tab. 15: Parameter der *M. arion*-Populationen im Kirchenköpfe und Kälberberg/Hochberg.

N_{total} : Gesamt-Populationsgröße während einer Flugperiode, TRT 'total residence time': Summe der Anwesenheitszeiten aller Individuen einer Population über die gesamte Flugperiode.

fett: Signifikanter Unterschied (χ^2 -Test, * $p=0,05$; ** $p=0,01$; *** $p=0,001$)

Untersuchungs-Gebiet		1994	1995	1996
Kirchenköpfe	Flugperiode von	21. Jun	30. Jun	28. Jun
	bis	21. Jul	28. Jul	01. Aug
	Dauer der Flugperiode [Tage]	30	28	34
	N_{total}	792	758	284***
	TRT [Tage]	1370	1272**	712***
	Mittlere tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit [Tage]	1,73	1,68	2,51
Kälberberg/Hochberg	Flugperiode von	25. Jun	02. Jul	19. Jun
	bis	18. Jul	28. Jul	31. Jul
	Dauer der Flugperiode [Tage]	23	26	42***
	N_{total}	403	652***	478***
	TRT [Tage]	681	1467***	768***
	Mittlere tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit [Tage]	1,69	2,25	1,61

3.5 Phänologie

Die Flugzeit von *M. arion* erstreckte sich im Untersuchungsraum von frühestens 19. Juni bis spätestens 01. August (Tab. 15) mit einer maximalen Dauer von 42 Tagen im Kälberberg/Hochberg. Die durchschnittliche Dauer der Flugperiode betrug 30,5 Tage (beide Gebiete zusammen). Im Kälberberg/Hochberg dauerte die Flugzeit der Falter 1994 nur 23 Tage (Tab. 15), allerdings war hier die Anzahl der Begehungen geringer als in den Folgejahren (Abb. 23). Deutlich war (Abb. 21 und 22) die Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zugunsten der Weibchen, die auch zu Beginn der Flugperiode zuerst anzutreffen waren. Der Schwerpunkt lag bei den Männchen etwa 4 Tage später als bei den Weibchen.

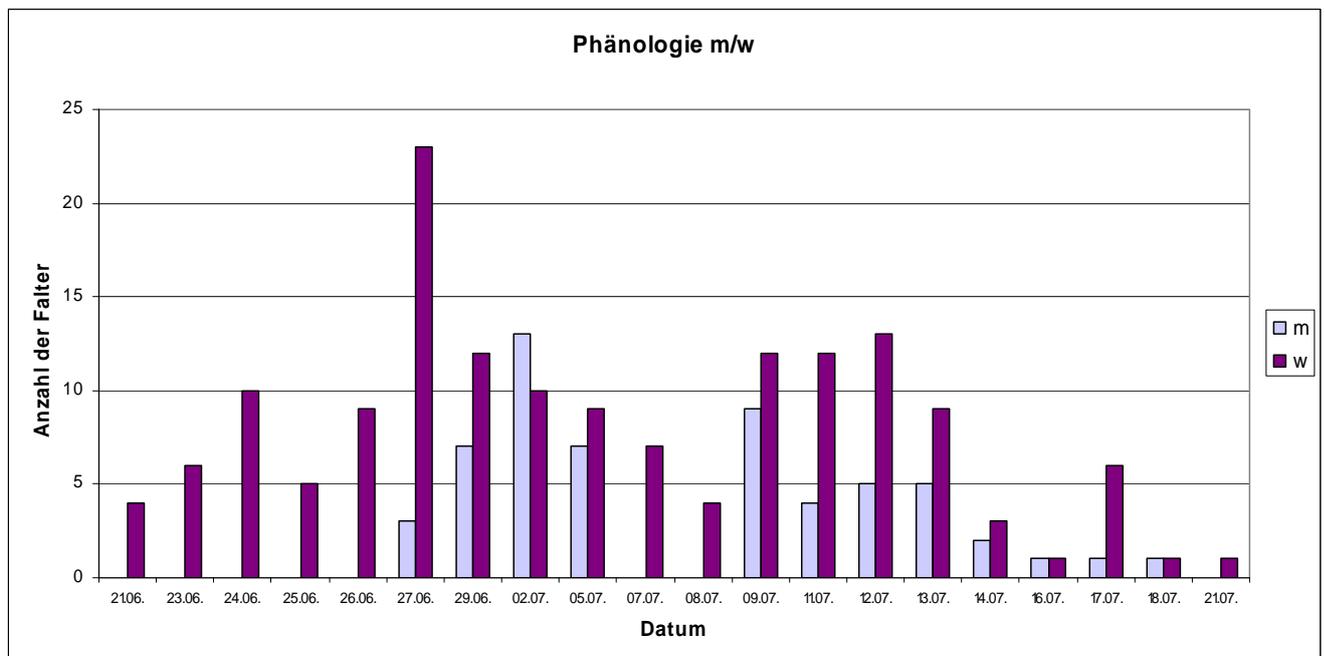


Abb. 21: Kirchenköpfe: Phänologie und Geschlechterverhältnis der *M. arion*-Falter 1994

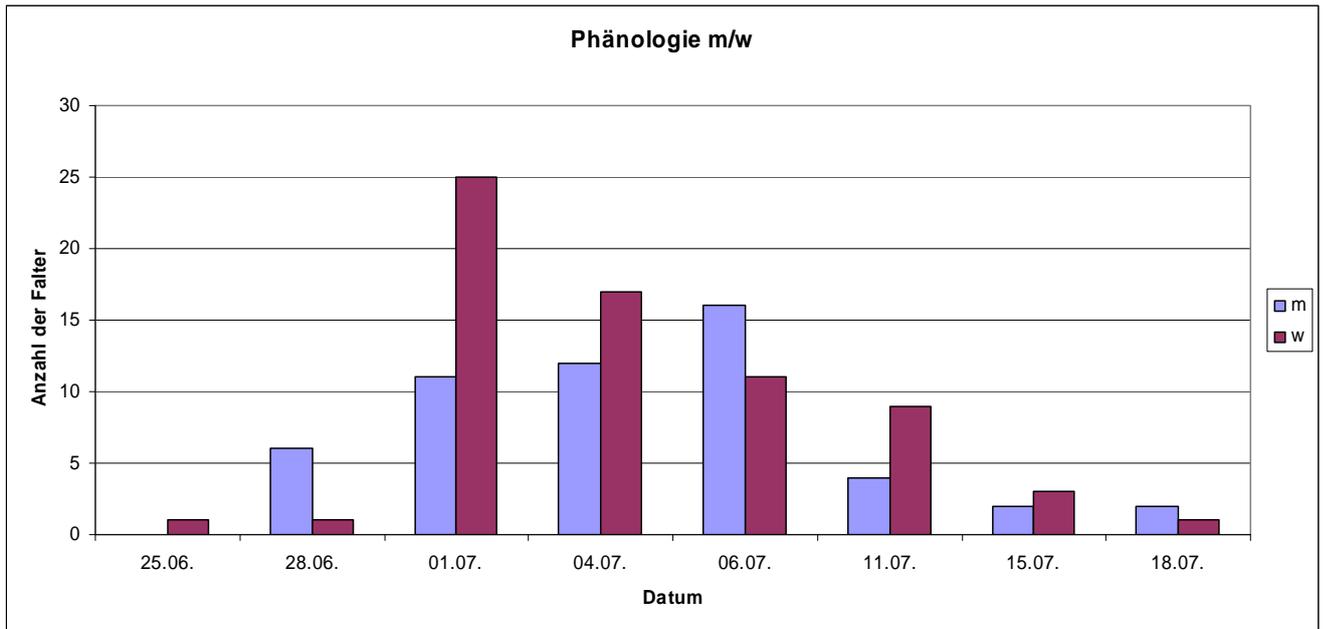


Abb. 22: Kälberberg/Hochberg: Phänologie und Geschlechterverhältnis der *M. arion*-Falter 1994

Im Jahr 1995 wurden in beiden Untersuchungsgebieten etwa gleich viele Männchen und Weibchen gefangen (Tab. 15). In beiden Populationen lag der Schwerpunkt der Flugzeit bei den Männchen jedoch Anfang Juli, bei den Weibchen Mitte Juli um etwa 10 Tage verzögert (Abb. 23, 24).

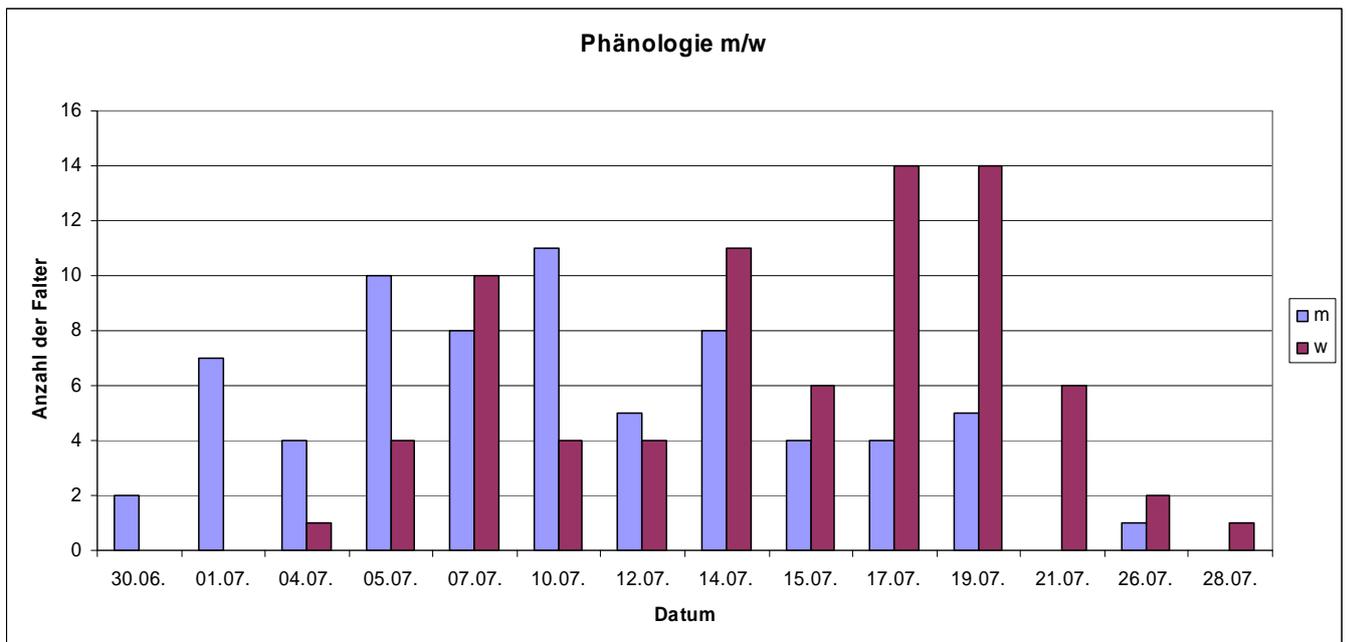


Abb. 23: Kirchenköpfe: Phänologie und Geschlechterverhältnis der *M. arion*-Falter 1995

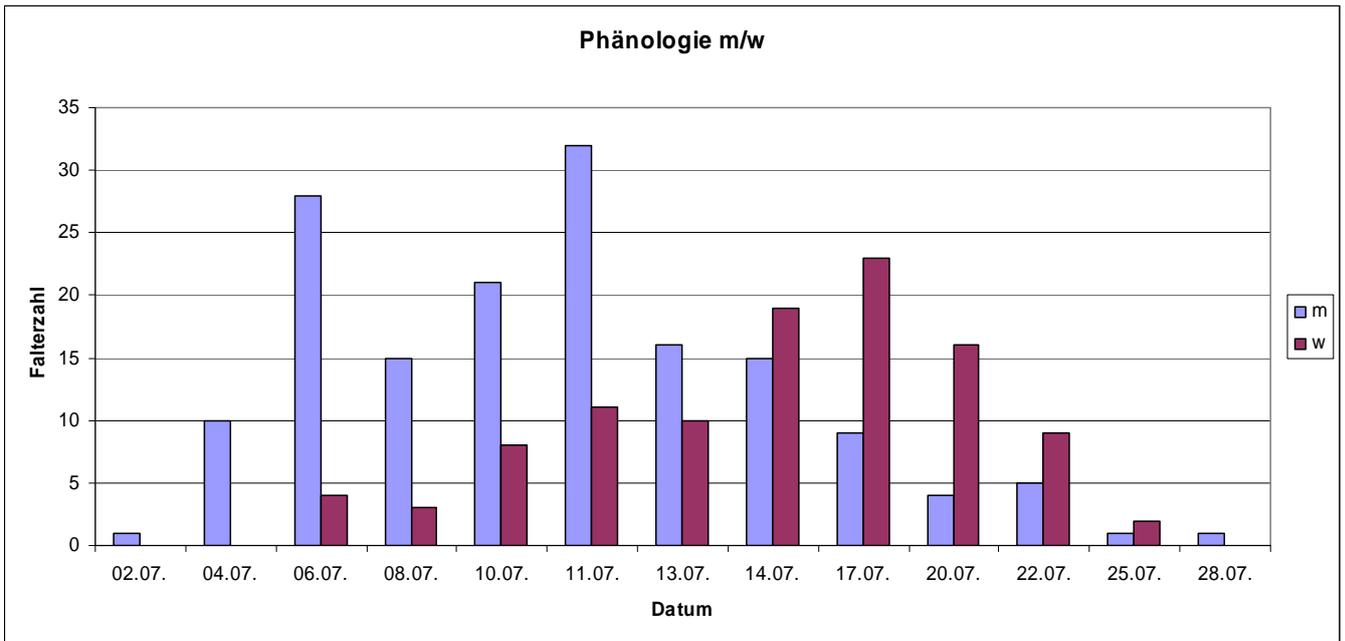


Abb. 24: Kälberberg/Hochberg: Phänologie und Geschlechterverhältnis der *M. arion*-Falter 1995

In der Flugperiode 1996 war der Unterschied im Geschlechterverhältnis wie schon 1994 signifikant zugunsten der Weibchen verschoben (Tab. 15). Anders als 1994 war aber 1996 für die Männchen und Weibchen der Beginn der Flugperiode praktisch gleichzeitig. Im Kirchenköpfe lag der Schwerpunkt der Flugzeit bei den Männchen früher, etwa um den 13.07., bei den Weibchen einige Tage später um den 18. Juli. Insgesamt war in beiden Populationen eine geringere Anzahl der Männchen festzustellen (Abb. 25, 26).

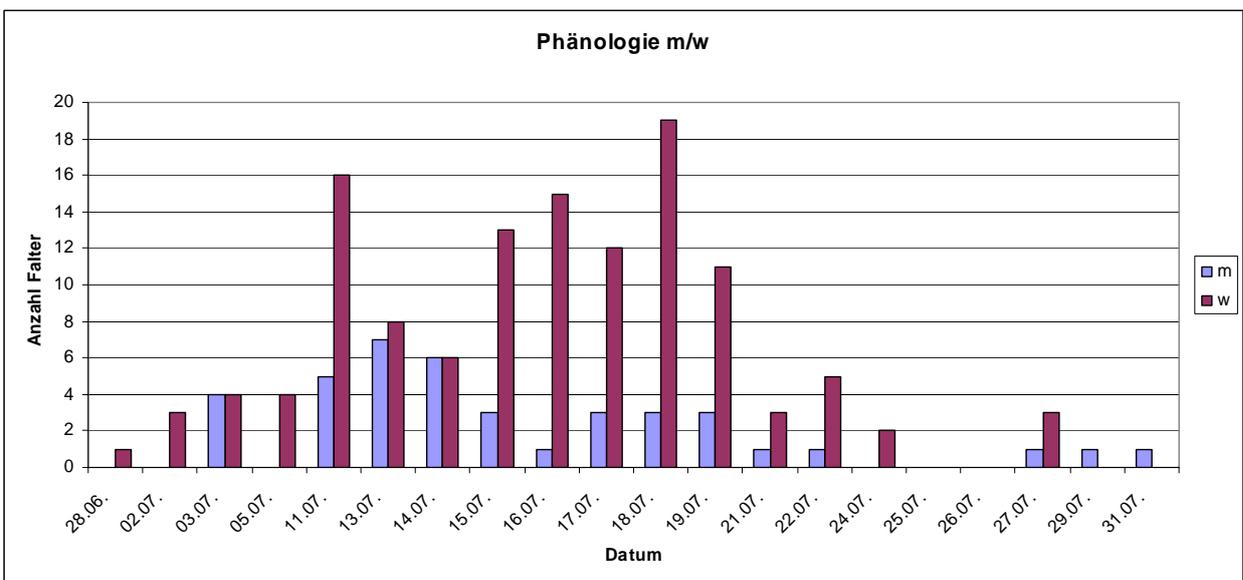


Abb. 25: Kirchenköpfe: Phänologie und Geschlechterverhältnis der *M. arion*-Falter 1996

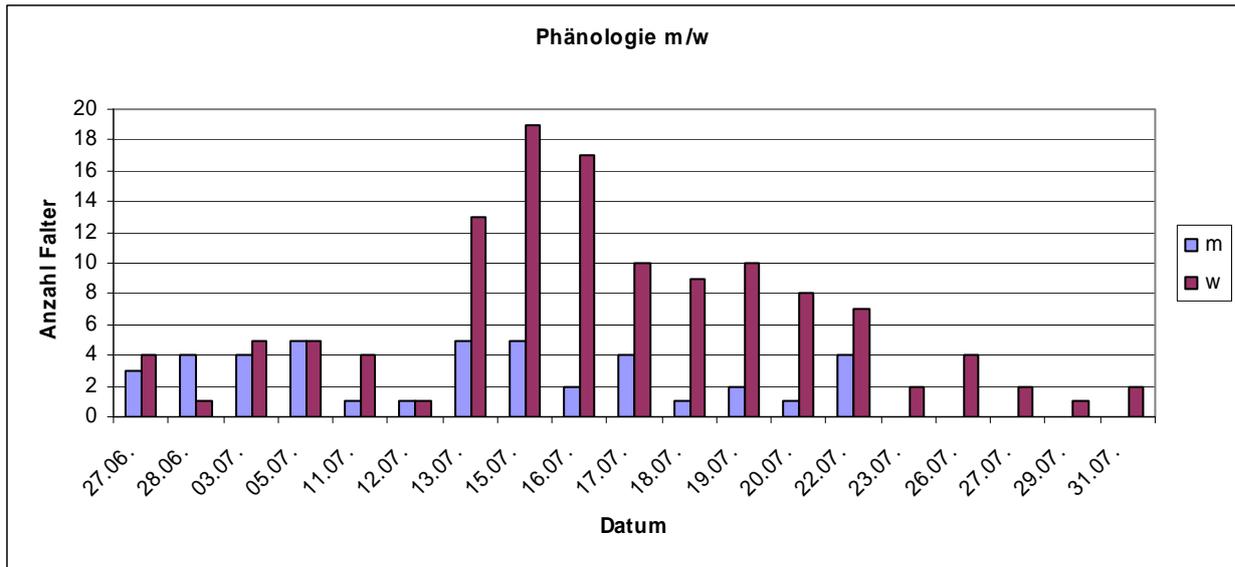


Abb. 26: Kälberberg/Hochberg: Phänologie und Geschlechterverhältnis der *M. arion*-Falter 1996

3.6 Mobilität

Die gewanderten Strecken (D) der Falter waren in beiden Jahren mit 350,2 m und 338,8 m im arithmetischen Mittel als relativ klein zu bezeichnen (Tab. 16). Allerdings wurden in zwei Fällen relativ weite Strecken zweier Weibchen in benachbarte Untersuchungsgebiete nachgewiesen (1.525m und 1.875m, Tab. 16), die beweisen, dass eine Neubesiedlung zumindest in dieser Entfernung möglich wäre: Ein Weibchen flog vom Südteil des Kirchenköpfe zum benachbarten Köhlbergsüdhang, ein weiteres flog über einen ca. 300m breiten Waldgürtel vom nördlichen Teil des Kirchenköpfe in das benachbarte Gebiet Beuren.

Tab. 16. Mobilität der *M. arion*-Falter im Kirchenköpfe

Legende: s = Standardfehler, *m* – arithmetischer Mittelwert der gewanderten Strecken; *d_i* – minimale geradlinige Wanderstrecke zwischen Fang *i* und *i*+1; *D* – Summe aller *d_i* für jedes Individuum (minimale zurückgelegte Entfernung); *D_{max}* – maximales *D* welches in der Population registriert wurde; *R* - Entfernung zwischen den beiden am weitesten entfernt liegenden Fangorten für jedes Individuum; *R_{max}* – maximale Strecke, die von Individuen einer Population zurückgelegt wurde.

Mobilitätsparameter	1994	1995
m von <i>d_i</i> [m]	218,2 (s = 277,2)	293 (s = 349,9)
m von <i>R</i> [m]	295,5 (s = 328,8)	327,5 (s = 373,7)
m von <i>D</i> [m]	350,2 (s = 360,4)	338,8 (s = 385,1)
<i>R_{max}</i> (m)	1525,2	1875
<i>D_{max}</i> (m)	1525,2	1875

4. Habitatpräferenzen von *M. arion*

4.1 Eiablagepflanzen

Es wurden 170 Eiablagen von *M. arion* beobachtet (Tab. 17). Die Falter legten ausschließlich an zwei Pflanzenarten Eier ab: an *Thymus pulegioides* (142 Beobachtungen) und an *Origanum vulgare* (28 Beobachtungen). Die wichtigste Eiablagepflanze in beiden Untersuchungsgebieten war hochsignifikant *T. pulegioides* (Tab. 17, χ^2 -Test, $p \leq 0,001$). Obwohl auch im Kälberberg/Hochberg (700-771m ü.NN) *O. vulgare* nicht selten war, wurde die Art ausschließlich am Kirchenköpfe (630-700m ü.NN) zur Eiablage genutzt (Tab. 17).

Als Pflanzenteil wurde in beiden Untersuchungsgebieten der obere Teil des Blütenstandes hochsignifikant bevorzugt und hier die Unterseite einer Knospe mit einem Ei belegt (Tab. 17, χ^2 -Test, $p \leq 0,001$). Dabei handelte es sich meist um Pflanzen, die nicht einzeln, sondern in Gruppen wuchsen. Ganz überwiegend legten die Weibchen nur ein Ei an derselben Pflanze ab ($n=154$), jedoch wurde drei Mal die aufeinander folgende Ablage von 2 Eiern an derselben Pflanze beobachtet. Die Exposition der Eiablagestelle war in der Regel südlich (Tab. 17, χ^2 -Test, $p \leq 0,001$) und nur schwach geneigt. Zum Zeitpunkt der Eiablage wählten die Weibchen bevorzugt und fast ausschließlich Pflanzen aus, die in dem Moment besonnt waren und gut geschützt standen (Tab. 17). Dabei wurden Eiablagestellen mit geringem Offenbodenanteil (0-5%) bevorzugt (Tab. 17, χ^2 -Test, $p \leq 0,001$).

Die Phänologie der Eiablagepflanzen spielte hier bei der Wahl der Weibchen eine wichtige Rolle: die Bevorzugung knospender Blütenstände ohne aufgeblühte Einzelblüten war evident (Tab. 17, χ^2 -Test, $p \leq 0,001$).

Tab. 17: Eiablagepräferenzen von *M. arion*.

Legende: Pflanzenteil: O kn u - Oberer Teil des Blütenstandes, auf der Unterseite einer Knospe; M kn u – Mittlerer Teil...s.o.; U kn u – Unterer Teil...s.o.; O kn o - Oberer Teil des Blütenstandes, auf der Oberseite einer Knospe; H – Hochblatt; Phänologie: Knospen mit Anzahl aufgeblühter Einzelblüten; Schutz: gut - z. B. hinter Gebüsch, in Bodenmulde oder hinter höherer Vegetation; mittel - z. B. hinter etwas höherer Vegetation. fett: Signifikanter Unterschied (chi²-Test, *p ≤ 0,05; **p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001)

Anzahl der Beobachtungen		Kirchenköpfe	Kälberberg/Hochberg	Summe
Pflanzenart	<i>Thymus pulegioides</i>	50**	92	142***
	<i>Origanum vulgare</i>	28	0	28
Pflanzenteil	O kn u	47***	60***	107***
	M kn u	3	7	10
	U kn u	0	7	7
	O kn o	1	3	4
	O kn H	7	11	18
	M kn H	1	1	2
	M Blüte u	0	1	1
	in Einzelblüte	3	1	4
Phänologie	knospend	61***	53***	114***
	Knospen < 5	11	22	33
	Knospen ≥ 5	6	17	23
Soziabilität	einzel	14	18	32
	Gruppe	53***	47***	100***
	Polster	11	27	38
Anzahl Ei	einzel	65***	89***	154***
	2 Eier	1	2	3
Exposition	S, SW, SO	72***	59***	131***
	W	5	5	10
	O	1	7	8
	N, NW, NO	0	17	17
	eben	0	2	2
Lichtverhältnisse	besonnt	77***	89***	166***
	beschattet	1	3	4
Schutz	gut	30	61	91***
	mittel	35	24	59
	ungeschützt	13	7	20
Offenboden	0-5%	35	62	97***
	6-15%	16	11	27
	16-40%	20	11	31
	> 40%	7	7	14
Neigung	0-5°	50	45	95***
	6-15°	18	23	41

4.2 Nektarpflanzen

In beiden Untersuchungsgebieten wurde *T. pulegioides* signifikant als Nektarquelle bevorzugt (Tab. 18, $p \leq 0,001$). Von 245 Nektaraufnahmen wurden 147 an *Thymus* beobachtet, vor allem bei Weibchen zwischen den Eiablagen. Eine gewisse Rolle spielten außerdem noch *Prunella grandiflora* (28), *Prunella vulgaris* (24), *Onobrychis viciifolia* (22) und *Origanum vulgare* (19). Die Falter nutzten ohne Ausnahme rosarote bis blau-lila Blütenstände, die überwiegend zwei Pflanzenfamilien angehören: Lamiaceae stellten mit 218 Saugbeobachtungen von 245 (89%) die Haupt-Nektarquelle der Falter dar; von geringerer Bedeutung war die Familie Fabaceae mit insgesamt 26 Beobachtungen (10,6%). Eine Nektaraufnahme an Pflanzen einer anderen Familie wurde nur in einem einzigen Fall (*Polygala comosa*, Polygalaceae) beobachtet.

Tab. 18: Nektarpflanzen von *M. arion*. Pflanzenarten mit Angabe der Anzahl der Saugbeobachtungen in beiden Untersuchungsgebieten. fett: Signifikanter Unterschied (χ^2 -Test, *** $p \leq 0,001$)

Pflanzenart	Kirchenköpfe	Kälberberg/Hochberg	Summe
<i>Thymus pulegioides</i>	89***	58***	147***
<i>Prunella grandiflora</i>	5	23	28
<i>Prunella vulgaris</i>	19	5	24
<i>Onobrychis viciifolia</i>	10	12	22
<i>Origanum vulgare</i>	19	0	19
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	2
<i>Polygala comosa</i>	1	0	1
<i>Vicia sepium</i>	1	0	1
<i>Salvia pratense</i>	1	0	1
<i>Summe</i>	146	99	245

4.3 Vegetation und Flächenbedarf

4.3.1 Übersicht der potentiell geeigneten Vegetationstypen

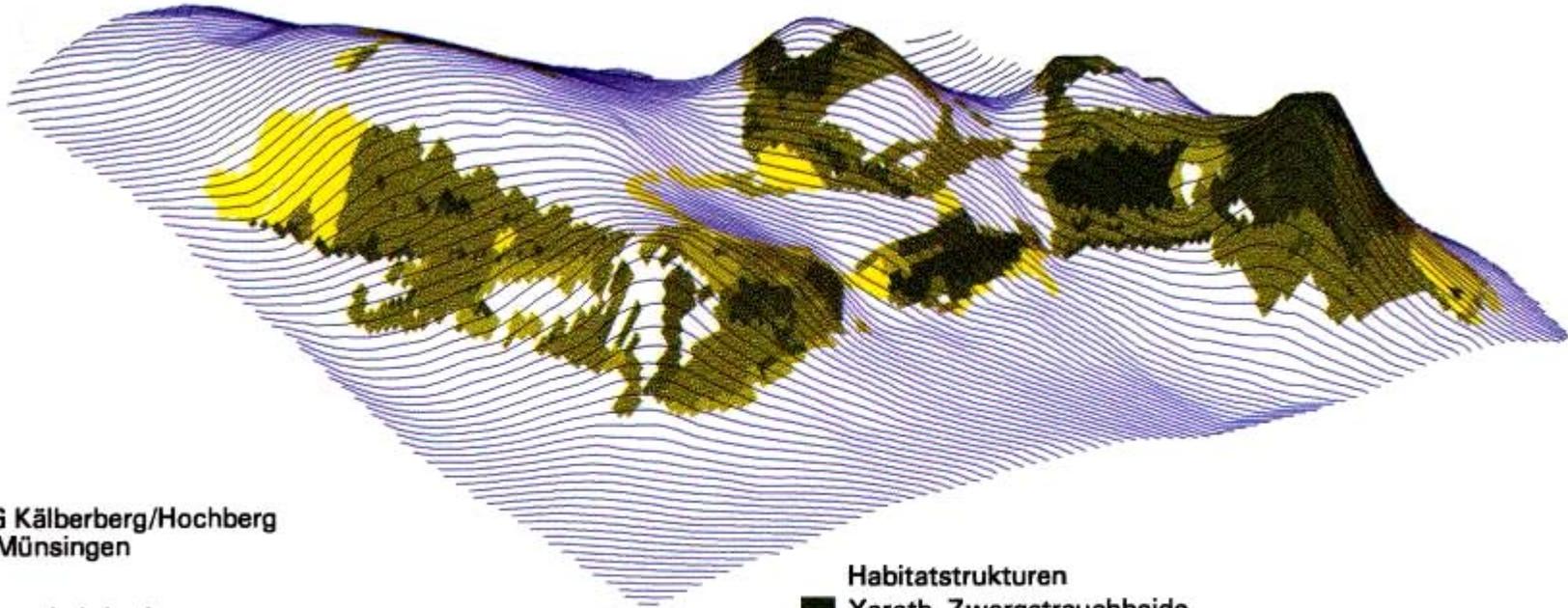
Einen Überblick der kartierten Vegetationstypen in den beiden Hauptuntersuchungsgebieten Kälberberg/Hochberg und Kirchenköpfe enthalten die Tabellen 19 und 20.

Tab. 19. Vegetationsstrukturkartierung: Übersicht über potentiell geeignete Vegetationstypen (Kriterium: Vorkommen der Raupenfutterpflanzen) und verwendete Parameter. Kälberberg/Hochberg bei Münsingen; PF-Probefläche, Lage in Abb. 8; Gesamtfläche 34,5 ha.

Vegetationstyp	Beschreibung (% Deckung der Vegetation, ca. Werte)	Exposi- tion	Fläche [m ²]	PF-Nr.	Thymian [%]	Origanum [%]	Anwesenheit Wirtsameise <i>M. sabuleti</i>
1a	<i>Mesobrometum geschlossen, lang</i> (bis 30cm 98%, bis 80cm 2%)	N	5.882	23	5	-	+
		S	31.368	10			
		O	11.044	11			
		W	16.501	12			
1b	<i>Mesobrometum erodiert, lang</i> (bis 40cm 10%, bis 1m 70%, Rest Offenboden)	S	6.994	1b	5-15	-	+
		W	827	13			
2a	<i>Mesobrometum geschlossen, kurz</i> (bis 15 cm 85%, 15-60cm 3%)	W	9.471	2a	5-10	-	+
		S	18.019	5			
		N	5.567	14			
		O	5.815	15			
2b	<i>Mesobrometum kurz, erodiert mit Kalkschutt</i> (bis 5cm 70%)	S	3.540	2b	5-10	-	+
		O	162	21			
		N	312	22			
		W	524	17			
3	<i>Xerotherme Geröll- Zwergstrauchheide</i> (bis 5cm 60%, bis 80cm 10%)	S	1.005	3	5-10	-	+
		O	184	16			
4	<i>Mesobrometum Schlehenbrache, bodennah verfilzt</i>	S	4.158	4	< 1	5%	+
		O	692	20			
		N	281	24			
		W	2.200	18			
5	<i>Übergang Fettwiese/Schafweide</i>	S	8.896	7	< 1	2%	+
		O	3.498	1a			
		N	569	25			
		W	6.144	19			
Summe Potentielles Habitat Habitat			143.372 143.091				

Tab. 20. Vegetationsstrukturkartierung: Übersicht potentiell geeigneter Vegetationstypen und verwendete Parameter. Kirchenköpfe; PF-Probefläche, Lage in Abb. 9; Gesamtfläche 14,13 ha. Für die Vegetationstypen 1 S und O sowie für 5 O gab es keine zusammenhängende PF im Gelände.

Vegetationstyp	Beschreibung (% Deckung ca. Werte)	Exposition	Fläche [m ²]	PF-Nr.	Thymian [%]	Origanum [%]	Anwesenheit Wirtsameise <i>M. sabuleti</i>
1	<i>Mesobrometum geschlossen, kurz</i> (bis 10cm), frisch und leicht wechselfeucht	S	170	10, 16, 17 22	5-10	1-5	-
		O	15				
		N	11.109				
		W	4.169				
2	<i>Mesobrometum lang, origanumreich</i> , (bis 10cm 50%, bis 40cm 50%), frisch und leicht wechselfeucht	S	11.460	24 E35 12 9	5	10-15	-
		O	2.235				
		N	9.509				
		W	26.394				
3	<i>Mesobrometum kurz</i> (bis 10cm), trocken, thymianreich	S	6.962	1, 2, 3, 8 25 5 13	15-30%	1-5	+
		O	3.062				
		N	938				
		W	5.890				
4	<i>Mesobrometum lang</i> (bis 10cm 50%, bis 40cm 50%), trocken, thymian- und origanumreich	S	11.023	18 25 14, 19, 20	10-15%	15-30	+
		O	0				
		N	2.300				
		W	28.433				
5	<i>Mesobrometum Schlehenbrache</i> („Kniemantel“), Gebüschrand	S	3.661	7 23 15	1-3%	10-15	-
		O	73				
		N	1.639				
		W	12.270				
Summe potentielles Habitat Habitat			141.312 39.207				



NSG Kälberberg/Hochberg
bei Münsingen

Perspektivische
Darstellung
der Topographie

Habitateignungs-
kartierung
für *Maculinea arion*
in Vegetationsstruktur-
einheiten

- Habitatstrukturen
- Xeroth. Zwergstrauchheide
 - Mesobrometum erod., lang
 - Mesobr. geschlossen, kurz
 - Mesobr. erod., kurz
 - Mesobr. geschl., lang
 - Mesombr.-Gebüschbrache
 - Übergang Fettwiese

Abb. 27: Beispiel für GIS-basierte 3-D Darstellung der Topographie, überlagert mit der Vegetationstypen-Kartierung des Kälberberg/Hochbergs.

100m ——— N▲

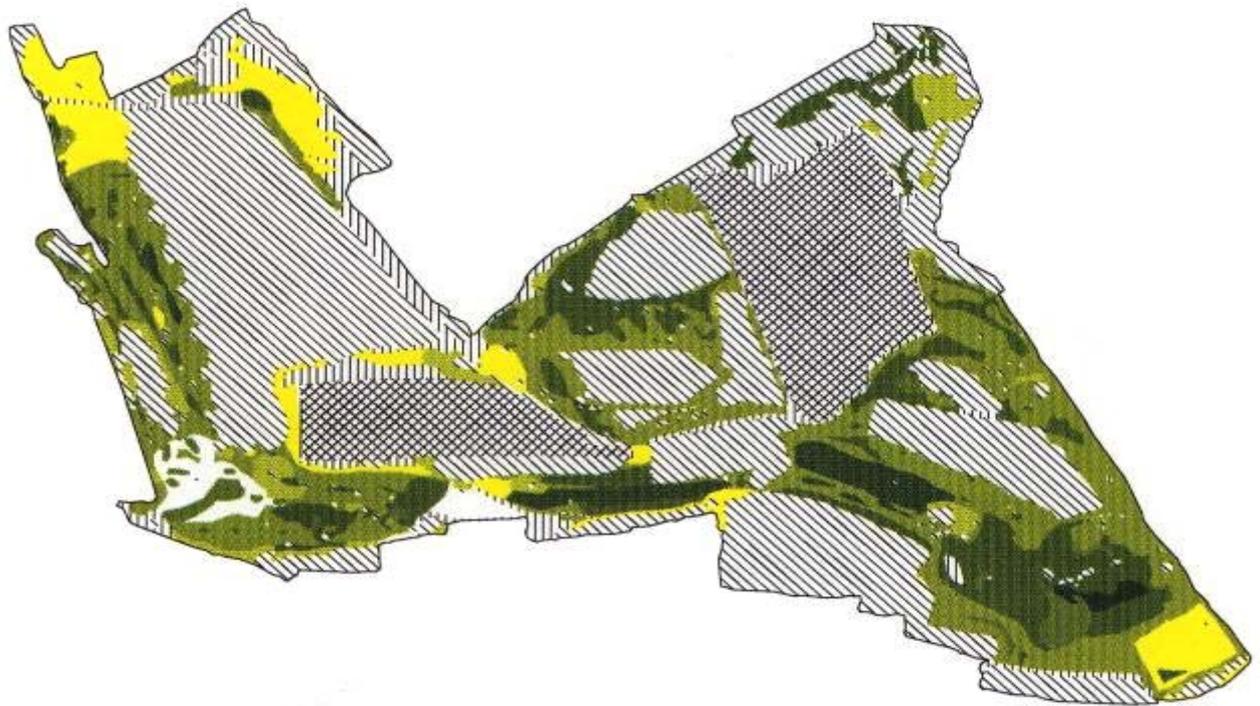


Kirchenköpfe/Schlatt

Habitateignungs-
kartierung
für *Maculinea arion*
in Vegetationsstruktur-
einheiten

- Mesobr. lang, origanum- u. thymianreich, trocken
- Mesobr. kurz, thymianr.
- Mesobr. Schlehenbrache, südl. Gebüschrand
- Mesobr. origanumreich, frisch/leicht wechselfeucht
- Mesobr. kurz, thymianr., frisch/leicht wechselfeucht
- Mesobr. Schlehenbrache, nördl. Gebüschrand
- offenes Grünland, habitatfremd
- Baum/Gehölz

Abb. 28: GIS-basierte Darstellung der Habitatstrukturen am Kirchenköpfe. Die aufgeführten Vegetationstypen entsprechen von oben nach unten 4, 3, 5, 2, 1, 5 in Tab. 18. Die beiden letztgenannten sind habitatfremde Strukturen.



NSG Kälberberg/Hochberg
bei Münsingen

Habitateignungs-
kartierung
für *Maculinea arion*
in Vegetationsstruktur-
einheiten

Habitatstrukturen

- Xeroth. Zwergstrauchheide
- Mesobrometum erod., lang
- Mesobr. geschlossen, kurz
- Mesobr. erod., kurz
- Mesobr. geschl., lang
- Mesobr.-Gebüschbrache
- Übergang Fettwiese

Habitatfremde
Strukturen

- ▨ offenes Grünland
- ▨ Gebüchsukzession oder Wald/Bäume
- ▨ Intensiv landwirtschaftlich genutzte Fläche

Abb. 29: GIS-basierte Darstellung der Habitatstrukturen am Kälberberg/Hochberg. Die aufgeführten Vegetationstypen entsprechen von oben nach unten 3, 1b, 2a, 2b, 1a, 4, 5 in Tab 17.

Die als *M. arion*-Habitat geeignete Fläche der Untersuchungsgebiete Kälberberg/Hochberg und Kirchenköpfe ermittelte ich mit Hilfe eines digitalen Geländemodells auf GIS-Basis und auf der Grundlage meiner Strukturkartierung der Untersuchungsgebiete.

Am Kälberberg/Hochberg wurden 14,3 ha potentiell geeignetes Habitat (Eiablagepflanze mit Anwesenheit der Wirtsameise auf Referenzprobefläche) ermittelt (Tab. 19), am Kirchenköpfe (Tab. 20) erwiesen sich aufgrund von Abwesenheit der Wirtsameise von 14,1 ha nur 3,9 ha als geeignetes *M. arion* Habitat.

D. DISKUSSION

1. Ziele des Projektes

Die einleitend formulierten Projektziele umfassten zwei Fragenkomplexe: erstens die Habitat-Ansprüche des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings auf der Schwäbischen Alb, und dabei zweitens eine Identifizierung und Quantifizierung von Schlüsselfaktoren für das syntope Vorkommen mit seiner einzigen Wirtsameise. Daraus sollte dann mittels multivariater Regressionsanalyse ein Biotop-Modell konstruiert werden, aus dem auch Landschafts-Pflegemaßnahmen abgeleitet werden können. Denn die Veränderungen der Umweltbedingungen durch Wegfall früherer Nutzungsformen von Trockenrasen als Schafweide führten auf der Schwäbischen Alb bereits zu einem bedrohlichen Rückgang der Falter-Populationen. Sie wurden auf wenige Restflächen zurückgedrängt und sind lokal vom Aussterben bedroht (Shaffer 1981, Wilcove et al. 1986). Tatsächlich nahm in den letzten 50 Jahren die Verbreitung und Häufigkeit zahlreicher europäischer Tagfalterarten, die einst in großer Biodiversität auf Halbtrockenrasen lebten, stark ab (Öckinger & Smith 2006). Generell gilt, dass trotz vielerorts angelaufener Programme im Umweltschutz der Rückgang zahlreicher bedrohter Arten bislang nur unzureichend aufgehalten werden konnte (Tscharntke 1985, Henle & Kaule 1991), was die aktuelle Diskussion über die globale Bedrohung der Biodiversität bestätigt. Offensichtlich fehlt es vielfach auch an der Kenntnis der Schlüsselfaktoren und deren Quantifizierung, die die Planungs-Grundlagen für effektive Schutzmaßnahmen sind (Munguira et al. 1999). Optimale Management-Strategien hängen von biotischen und abiotischen Bedingungen im jeweiligen Biotoptyp der Region ab; um ein langfristiges Überleben von Populationen erreichen zu können, müssen Strategien, die diese Bedingungen berücksichtigen in einzelnen Biotopen und auch auf Landschaftsebene (Anthes et al. 2008) angewandt werden.

Um die genannten Ziele meines Projektes zu erreichen, waren mehrjährige Freilanduntersuchungen an verschiedenen Standorten erforderlich. Nach übereinstimmender Expertenmeinung ist dem absehbaren Verlust an Biodiversität nur durch einen gezielten Schutz überlebensfähiger Populationen zu begegnen

(Shaffer 1981, Lehmkuhl 1984, Mühlenberg et al. 1991, Henle & Kaule 1991, Hovestadt et al. 1993, Henle 1993, Caughley 1994, Henle et al. 1996). Die Kenntnis der Schlüsselfaktoren und ihre Gewichtung für die Population sind für eine fundierte Biotop-Pflege notwendig. Die Grundlagen hierfür konnten in meinem Promotionsvorhaben für die konkrete Situation der Artengemeinschaft Bläuling-Wirtsameise-Futterpflanzen erarbeitet, statistisch abgesichert und flächenbezogen dargestellt werden.

Damit wurde das für die Doktorarbeit gesetzte Ziel erreicht. Meine Untersuchungen konzentrierte ich exemplarisch auf solche Parameter, die durch ein flächenbezogenes Management von Schutzgebieten zu beeinflussen sind und als Maßnahmen mit konkreten Vorgaben durchgeführt werden können (Tangley 1988). Erstmals in Deutschland wurden dabei die Habitat-Ansprüche der symbiontischen Partner Falter und Ameise im gemeinsamen Biotop erhoben.

2. Wirtsspezifität der Raupen und Kapazität von *M. sabuleti*-Nestern

Nach bisherigen Ergebnissen von Untersuchungen, die in Süd-England und Frankreich (Dordogne) stattfanden (Thomas et al. 1989; Thomas 2002; Elmes et al. 2002), überlebten *M. arion*-Raupen praktisch ausschließlich in Nestern von *Myrmica sabuleti*. Für *M. arion* in Deutschland lagen keine Daten zur Wirtsspezifität vor (Ebert & Rennwald 1991b, Muguira et al. 1999). Die noch ausstehende Bestätigung und der Nachweis der geeigneten Wirtsameisen-Art(en) stellten eine zu schließende Lücke für unser Gebiet dar, die deshalb von mir untersucht wurden.

Eine Erklärung für das Fehlen von Literaturdaten ist der große Aufwand, mit dem ein Nachweis der Wirtsameise verbunden ist: Da die Raupen von *M. arion* sich räuberisch im *Myrmica*-Nest von deren Larven ernähren und bis zu ihrer Verpuppung etwa 230 Exemplare (Thomas & Wardlaw 1992) benötigen, kann sich in der Regel nur ein Falter pro Nest entwickeln (vgl. Seite 12). Wegen der geringen Falterdichten ist es außerdem nur sinnvoll, die Ameisennester direkt um Eiablagestellen auszugraben.

In meiner Untersuchung gelang mir für Deutschland der Erstdnachweis einer *M. arion*-Raupen in einem *M. sabuleti*-Nest.

Dieser Einzel-Nachweis bei insgesamt 124 ausgegrabenen Nestern um 11 Eiablagestellen (*M. sabuleti* n = 89, *M. scabrinodis* n = 19, *M. rubra* n = 13, *M. schencki* n = 3) und 80 Emergenzfallen über *Myrmica*-Nesteingängen (*M. sabuleti* n = 53, *M. scabrinodis* n = 12, *M. rubra* n = 12, *M. schencki* n = 3) um 15 kartierte Eiablagestellen des Vorjahres belegt die Problematik solcher aufwändiger Untersuchungen.

Bei 18 vollständig ausgezählten *M. sabuleti*-Nestern konnte ich den Anteil mit ausreichender Kapazität an vorhandener Nahrung für die *M. arion*-Raupen ermitteln: In 9 Nestern (50%) befand sich genügend Nahrung (> 230 Larven, vgl. Thomas & Wardlaw 1992), um eine *M. arion*-Raupen bis zur Verpuppung zu ernähren (Tab. 2). Aufgrund meiner Ergebnisse ist deshalb wegen Nahrungsmangel eine etwa 50% Mortalität der Raupen im Wirtsameisennest zu erwarten.

3. Voraussetzungen für das Vorkommen von *Myrmica sabuleti*

3.1 Abiotische Faktoren

Für Temperaturunterschiede zwischen *Myrmica*-Nestspots generell und speziell auf *M. arion*-Habitatflächen gab es bisher für Deutschland keine umfangreichen Messungen mit statistischer Auswertung. Temperaturunterschiede zwischen *Myrmica*-Habitatflächen und Temperaturen an *Myrmica*-Nesteingängen im *M. arion* Habitat können nur durch statistische Analyse umfangreichen Datenmaterials belegt werden, da die Unterschiede im Lebensraum Magerrasen verhältnismäßig geringer ausfallen, als in der gesamten ökologischen Spannbreite dieser Arten zu erwarten wäre. Da aber vor allem die Temperaturen an Nesteingängen auf die Nistplatz-Wahl bei der Nestgründung schließen lassen (Elmes & Thomas 1987), musste diese Lücke geschlossen werden.

Mein umfangreiches Datenmaterial erlaubt hierzu erstmals statistisch begründete Aussagen. Tatsächlich erwies sich der Faktor Boden-Temperatur als entscheidend für das lokale Vorkommen speziell der sympatrischen *Myrmica*-Arten *rubra* und *sabuleti*.

Auf meinen Probeflächen konnte ich unterschiedliche Temperatur-Präferenzen für *M. sabuleti* und *M. rubra* statistisch klar belegen. *Myrmica sabuleti* besiedelte im *M. arion*-Habitat signifikant wärmere Flächen als *M. rubra*, was sich insbesondere im Sommer zeigte (Unterschied 2,1° K). Beide Arten tolerierten ein breites Spektrum an mittleren Temperaturen sowie ähnliche Extreme bei den Minimum-Temperaturen. *Myrmica sabuleti* lebte jedoch auf Flächen mit wärmeren Extremen die Maximum-Temperaturen betreffend.

Meine Ergebnisse zeigen, dass ein Vorkommen der *Myrmica*-Arten stark vom Faktor Temperatur abhängt. Kleine Differenzen in der Vegetationsstruktur, wurden früher überschätzt und als wesentlich für das Vorkommen von *Myrmica*-Arten angesehen, ohne Unterschiede in Exposition und Hangneigung in Betracht zu ziehen. So postulierten Elmes & Wardlaw (1982b), dass ihre Untersuchungsflächen (‘Stonehill’, südexponiert, 35° Hangneigung; ‘Site X’, sw-exponiert, 15° Hangneigung) einen ‘mehr oder weniger südlichen Aspekt besitzen, weshalb sie in etwa den gleichen Betrag an Strahlungsenergie erhalten würden’. Nach Dirmhirn (1964) ist die Intensität der Sonneneinstrahlung an Hängen in Relation zu einer ebenen Fläche für einen 35° Süd-Hang 164% und für einen 15° SW-Hang 120%. Also erhielt der ‘Stonehill’ Hang tatsächlich 37% mehr Strahlungswärme als die ‘Site X’ und dürfte entgegen der Ansicht der Autoren von thermophilen Arten bevorzugt werden. Meine Daten speziell für Fläche F widerlegen auch die Annahme von Seifert (1986), dass bei Flächen mit dichter und hoher Vegetation sowohl die Expositonsrichtung, als auch die Hangneigung, das lokale Mikroklima nicht bedingen. Neue Tagfalter-Habitatstudien berücksichtigen inzwischen verstärkt auch abiotische Bedingungen, wie Sonneneinstrahlung und Bodenfeuchte (Anthes et al. 2008), die hier bei der Habitatwahl des Tagfalters *Hamearis lucina* eine signifikante Rolle spielen.

Meine Untersuchungen bestätigten dagegen die Laborbefunde von Elmes (1982) und Elmes & Wardlaw (1983), nach denen die Larven von *M. sabuleti* eine um 2° K

höhere Temperatur als die von *M. rubra* benötigen, um sich gleich schnell zu entwickeln (*M. rubra* 18,9 °C; *M. sabuleti* 20,7 °C). Ohne Zweifel dürfte das eine schnellere Entwicklung neugegründeter *sabuleti*-Völker bedingen, sowie auch eine erhöhte Abundanz im Vergleich zu sympatrischen Spezies (Engels pers. Mitt.).

Elmes (1982) verglich außerdem auf 7 Flächen in Süd-England die mittlere Bodentemperatur in 5 cm Tiefe und fand, dass von Mai bis Oktober von *M. sabuleti* dominierte Flächen um 2,1° K wärmer waren als diejenigen mit *M. rubra*. Meine Ergebnisse für die Nestdichten auf der Schwäbischen Alb stimmen hiermit völlig überein.

Nach Thomas (1990) trat *M. sabuleti* in England in für *M. arion* adäquaten Nestdichten nur an südexponierten Hängen auf, wo die Vegetation durch Beweidung kürzer als 2cm gehalten wurde. Der Autor nahm an, dass ein Anstieg der Vegetationshöhe von 1cm auf 5cm ausreiche, um im Frühling an der Bodenoberfläche eine um 5°C niedrigere Temperatur als in der Umgebung zu erzielen. Elmes & Wardlaw (1982b) und Thomas (1998) erwähnten aber, dass *M. sabuleti* in Mitteleuropa auf südexponierten Hängen 'gelegentlich' auch in hoher Vegetation vorherrschen könne. Diese Vermutung wurde durch meine Test-Fläche F (Tab. 3) bestätigt, ein südwestexponiertes Areal mit dichter, hoher Vegetation, auf welcher ich *M. sabuleti* in hoher Nestdichte fand.

Die generelle Korrelation zwischen Exposition/Hangneigung und der Sonneneinstrahlung/Temperatur ist zwar bekannt (Dirmhirn 1964), wurde aber als wesentliche Voraussetzung für ein Vorkommen von *M. sabuleti* bisher unterschätzt (vgl. 3.2.2). Meine Messungen auf Probeflächen im *M. arion*-Habitat ergaben einen klaren Beweis für die Relevanz dieser Standorteigenschaften für eine thermophile Art wie *M. sabuleti*.

3.2 Biotische Faktoren

3.2.1 Territorialität sympatrischer *Myrmica*-Arten

Eine eventuelle Bedeutung intra- und interspezifischer Territorialität prüfte ich mittels 'Nearest-Neighbour-Analyse'. Die Frage war, ob die lokale Nestdichte der Wirtsameise durch Konkurrenz limitiert wird und damit auch die Population des Bläulings Beschränkungen unterliegt. Bislang lag zur Konkurrenz sympatrischer *Myrmica*-Arten im *M. arion*-Habitat noch keine Untersuchung vor.

Bei Ameisen-Gemeinschaften spielt interspezifische Konkurrenz dann eine Rolle, wenn die gleichen Ressourcen genutzt werden (Levings 1983, Albrecht & Gotelli 2001, Elmes et al. 1998). Dies trifft vor allem für nah verwandte und morphologisch ähnliche Arten zu (Seifert 1996), wenn sie gleiche ökologischen Nischen besiedeln (Hölldobler & Wilson 1990). Die jeweilige Populationsdichte einer Art soll jedoch vor allem intraspezifisch kontrolliert werden (Brian 1956, 1965; Wilson 1959a, b; Levings & Traniello 1981, Buschinger 1990), was insbesondere auf Flächen festgestellt wurde, die nur von Ameisen einer Art bewohnt waren (Brian 1956). Als Kontroll-Mechanismus wurde beispielsweise beobachtet, daß *Myrmica*-Arbeiterinnen konspezifische, jedoch nestfremde Königinnen attackieren und so an einer Nestgründung hindern.

In meinen Untersuchungsgebieten konnte ich keine aussagekräftigen Anhaltspunkte für Konkurrenz zwischen *Myrmica*-Ameisen aufgrund intra- oder interspezifischer Territorialität finden. Lediglich auf zwei Testflächen mit hohen Nestdichten wurde für *M. sabuleti* signifikant intraspezifische Überdispersion festgestellt. Im Gegensatz dazu waren auf zwei weiteren Probenflächen die *M. sabuleti*-Nester signifikant geklumpert verteilt (C 2.4). Dies lässt den Schluss zu, dass Konkurrenz innerhalb oder zwischen den syntop vorkommenden *Myrmica*-Arten für *M. sabuleti* in der Regel keine Rolle spielt. Nur bei hohen Nestdichten kann Konkurrenz auftreten, die aber nicht beim Fouragieren zu beobachten sein muss, wie Fütterungs-Versuche mit Ameisen verschiedener *Myrmica*-Arten zeigten (Pauler-Fürste et al. 1996). Allgemein bekannt

ist, dass Territorialität bei Myrmiciden nicht festzustellen ist, wenn es sich um Populationen geringer Dichte handelt (Hölldobler & Wilson 1990).

Eine lokal geklumpfte Verteilung von Ameisen-Nestern kann viele Ursachen haben, darunter auch die Abfolge der Besiedlung neu verfügbarer Areale durch einzelne Arten (Engels 1990). Wesentliche Änderungen der örtlichen Bedingungen (Elmes et al. 1998), etwa in der Vegetation, können später Abundanz-Verschiebungen und damit eine Sukzession bewirken (Dauber & Wolters 2005), wengleich sie oftmals kompensiert werden (Acosta et al. 1992). Eine weitere Voraussetzung ist eine ungleiche Mikroverteilung verfügbarer Nahrung (Engels pers. Mitt., Torres 1984, Rissing 1988). Dieser Faktor dürfte bei meinen beiden Probeflächen mit geklumpfter Verteilung der *M. sabuleti*-Nester entscheidend sein. Bei Nahrungsverknappung wurde tatsächlich bei *Myrmica lemani* ein Wechsel von einem geklumpften zu einem einheitlichen Muster der Nestverteilung beschrieben (Petal 1980). Allerdings ist die Verfügbarkeit geeigneter Nest-spots auch ein wesentliches Merkmal optimaler Ameisen-Habitate und damit eine Ursache für Nest-Aggregationen (Herbers 1989).

Meine Daten über die Muster der Nestverteilung auf den Probeflächen sprechen gegen einen bestimmenden Einfluss intra- und interspezifischer Territorialität. Areale mit hohen Nestdichten bei signifikant zufälliger Verteilung der Nester stufe ich als optimale *M. sabuleti*-Habitate ein. Sie sind offensichtlich in der Besiedlungsdichte nicht durch die Verfügbarkeit von Nest-spots und Nahrung limitiert.

3.2.2 Präferenz einzelner *Myrmica*-Arten für Mikrohabitate mit spezifischen Eigenschaften

In Deutschland wurden lokale Präferenzen von *Myrmica*-Arten im *Maculinea arion*-Habitat bislang nur von mir und zwar rein deskriptiv bearbeitet (Pauler et al. 1995, Pauler-Fürste et al. 1996). Aufgrund dieser Untersuchungen hatte ich jedoch einen quantitativen Einfluss bestimmter abiotischer und biotische Faktoren auf das lokale Vorkommen und speziell auf die Nestdichte der Wirtsameisen des Bläulings vermutet. Daher untersuchte ich mit multivariater statistischer Analyse die im Promotions-

Projekt erhobenen Felddaten, um festzustellen, welche Habitatparameter im Einzelnen hierfür verantwortlich sein können.

Tatsächlich unterschieden sich die geprüften Parameter signifikant zwischen den vier im Gebiet sympatrischen *Myrmica*-Arten. Ich konnte daher Schlüsselparameter ermitteln, die Besiedlung eines Habitats und darin erreichbare Nestdichten determinieren. Rangpositionen im *M. arion*-Biotop (Tab. 9) und durchaus spezifische Spannbreiten ihrer ökologischen Nischen konnte ich für einzelne Ameisen-Spezies bestimmen (Abb. 19-23). Dabei ergaben sich jedoch Art-spezifische Unterschiede in der Gewichtung einzelner Parameter.

Die Wirtsameise *Myrmica sabuleti* bevorzugte für ihre Nest-spots Mikrohabitate mit besonders niedriger Pflanzendichte, höchster Sonneneinstrahlung sowie trockenem Boden mit niedrigem Stickstoffgehalt (Tab. 12 u. 13, Abb. 19-22). Meine Ergebnisse bestätigen nunmehr quantitativ die qualitative Habitatbeschreibung von Seifert (1996), der *M. sabuleti* als xerothermophile Art charakterisierte. In Übereinstimmung mit diesem Autor registrierte ich für die oft als Schwesterart bezeichnete *Myrmica rubra* die größte ökologischen Spannbreite, ich fand ihre Nester vorwiegend auf hochrasigen, mesophilen bis feuchten Wiesen. *Myrmica scabrinodis* und *Myrmica schencki* nahmen hinsichtlich ihrer Standort-Ansprüche jeweils Zwischenpositionen ein (Abb. 19-23).

3.2.3 Multivariates Regressionsmodell zur Nestdichte von *Myrmica sabuleti*

Bisher existierten keine mathematischen Modelle, mit deren Hilfe aufgrund von quantifizierbaren Faktoren die erreichbare Nestdichte von *Myrmica*-Arten in lokalen Mikrohabitaten prognostiziert werden konnte. Da ein Vorkommen bestimmter Spezies immer von mehreren Faktoren abhängt, sind statistisch begründbare Aussagen nur bei Berücksichtigung eines ausreichend breit gewählten Faktoren-Spektrums und großer Fallzahlen möglich. Auf meinen Probeflächen fand ich bis zu 25 Nester der Wirtsameisenart *M. sabuleti*. Dies ist ein Grund dafür, dass ich nur einen Teil der Varianz meiner Daten ($R^2_{\text{corr}} = 10\text{-}24\%$, Tab. 12) durch mein multivariates Regressionsmodell erklären konnte. Weitere dafür verantwortliche Faktoren, die ich

nicht in meine Untersuchungen einbeziehen konnte, sind beispielsweise die Windexposition einer Fläche (K. Fiedler, pers. Mitt.), die Verfügbarkeit geeigneter Nest-spots (Herbers 1986), ein Vorkommen von Sozialparasiten (Seifert 1996, Elmes et al. 2002) sowie die vorhandene Nahrung (Brian et al. 1965, Savolainen & Vepsäläinen 1988). In extremen Fällen könnte aus diesen Faktoren eine interspezifische Konkurrenz entstehen (Brian 1952a,b, 1983; Vepsäläinen & Pisarski 1982, Conell 1983), die ebenfalls die Nestsichte beeinflussen würde.

Mit binärer Regressionsanalyse konnte ich ein 'Vorkommen' bzw. 'nicht Vorkommen' von *M. sabuleti* in 94 % der geprüften Fälle ($R^2_{\text{corr}} = 38 \%$) zuverlässig vorhersagen. Die hierbei entscheidenden Schlüsselparameter waren Trockenheit und Stickstoffarmut sowie eine hohe Sonneneinstrahlung (Tab. 13).

4. Voraussetzungen für das Vorkommen des Bläulings *Maculinea arion*

Auch zur Habitatpräferenz von *M. arion* in Deutschland gab es bislang außer meinen eigenen Vorarbeiten (Pauler et al. 1995, Pauler-Fürste et al. 1996) keine quantitativen Studien. Es existierten aber Einzelbeobachtungen zur Nahrung des Falters und der Raupe (Ebert & Rennwald 1991a, b, Weidemann 1988). Ebert & Rennwald (1991a, b) nannten für Baden-Württemberg als Nektarpflanzen der Bläulinge Thymian und gelegentlich auch Dost (*Origanum*), was jedoch für eine umfassende Beurteilung der Biotopansprüche 'bei weitem nicht ausreicht'. Als Raupennahrung gab es für Baden-Württemberg bisher vier Einzelbeobachtungen an *Origanum vulgare* und drei an *Thymus pulegioides* (Ebert & Rennwald 1991b).

Meine Ergebnisse belegen erstmals nach mehrjährigen Beobachtungen während der gesamten Flugzeiten die Wichtigkeit von *Thymus* für *M. arion* in unserem Gebiet. *Thymus pulegioides* war für die Falter hochsignifikant die wichtigste Eiablagepflanze vor *Origanum vulgare* und ebenso signifikant die wichtigste Nahrungspflanze. Bemerkenswert ist, dass im höher gelegenen Areal Kälberberg/Hochberg ausschließlich *Thymus pulegioides* zur Eiablage genutzt wurde, obwohl *Origanum vulgare* auch hier verbreitet vorkam. Möglicherweise stellt dies eine Anpassung an

Habitats dar, in denen die Durchschnittstemperaturen generell niedriger sind und versaumende Strukturen mit *Origanum vulgare* auch bereits zu kalt für das Vorkommen der Wirtsameise *M. sabuleti* sein dürften. Entsprechend vermuteten Ebert & Rennwald (1991b), dass *M. arion* in höheren Lagen Baden-Württembergs wohl ausschließlich Thymian mit Eiern belegt, im Kaiserstuhl dagegen hauptsächlich *Origanum vulgare*. Dies entspricht Angaben von Elmes & Thomas (1987), die für Nordeuropa und die Alpen ausschließlich Thymian als Eiablagepflanze nannten.

In meinen Feldstudien konnte ich hierzu in beiden Untersuchungsgebieten detaillierte Beobachtungen durchführen. Die Falter nutzten zur Eiablage signifikant häufig in Gruppen stehende, ausschließlich knospende Blütenstände ohne aufgeblühte Einzelblüten von *Thymus pulegioides*. Die Eier wurden stets einzeln im oberen Teil des Blütenstandes und auf der unteren Seite einer Blütenknospe abgelegt. Die Eiablagepflanzen standen signifikant bevorzugt an schwach südlich exponierten Stellen, die intensiv besonnt waren und sich in der Umgebung durch geringen Offenbodenanteil auszeichneten (0-5%). Die Bevorzugung solcher Eiablagespots der Bläulinge stimmte vollständig mit den Schlüsselparametern der von *M. sabuleti* für Nestspots bevorzugten Habitats überein (vgl. C. 2.).

Je höher auf einer Probefläche die Artmächtigkeit von *Thymus pulegioides* war, desto mehr Falter konnte ich auf diesen Flächen markieren (Rangkorrelation nach Spearman $p \leq 0,05$; Pauler et al. 1995). Ausgehend von dieser Habitatpräferenz der Falter ist hier die Abundanz der Eiablage- und Nektarpflanzen von *M. arion* ein determinierender Schlüsselfaktor.

5. Die lokalen Populationen von *Maculinea arion*

Auf der Schwäbischen Alb wurde der erhebliche Rückgang vieler Schmetterlingsarten, darunter auch der Ameisen-Bläulinge, zwar wahrgenommen (Pretscher 1998, Ebert & Rennwald 1991b), jedoch für *Maculinea arion* bislang nicht auf Populationsebene quantifiziert. Über den Schwarzgefleckten Ameisenbläuling liegen nur Ergebnisse eigener Erhebungen vor (Pauler et al. 1995, Pauler-Fürste et al. 1996), die teils auf Daten meiner Diplomarbeit, ansonsten auf Zwischenergebnissen dieser Doktorarbeit

beruhen. Die tatsächliche Größe der Restpopulationen an verschiedenen Standorten, ihre jährlichen Schwankungen und die für Metapopulationen entscheidende Mobilität der Falter waren unbekannt. Sie zu untersuchen war ein wesentlicher Teil meiner mehrjährigen Freilandarbeiten.

5.1 Populationsgröße in Relation zur Habitatfläche

Ermittelt wurden die Größe und die Schwankungen der Falter-Populationen, sie wurden in beiden Untersuchungs-Gebieten den Habitat-Arealen zugeordnet. Die detaillierten Analysen der Habitat-Eigenschaften sollten es erlauben, die Qualität der Probeflächen als Lebensraum für den Bläuling und seine einzige Wirtsameise zu beurteilen. Diese Ziele konnten erreicht werden.

In Europa sind die Populations-Daten über *M. arion* aus Südengland am ehesten mit meinen Erhebungen vergleichbar. Dort wurden auf südexponierten Hängen von 1-10 ha Fläche meist weniger als 100 Falter gezählt (Thomas 1989). An den „besten Flugstellen“ wurden gelegentlich auf etwa 10 ha sogar mehrere tausend Falter beobachtet (Elmes & Thomas 1987). *M. arion*-Brutgebiete von 1-2 ha wurden als minimale Fläche für Restpopulationen angesehen (Thomas 1984).

In meinen beiden Untersuchungs-Gebieten zählte ich durchschnittlich 511 bzw. 611 Falter (Tab. 15). Für diese Populationen stand am Kälberberg/Hochberg 14,3 ha geeignetes Habitat mit vorhandenen Eiablagepflanzen und Nestern der Wirtsameise zur Verfügung. Am Kirchenköpfe sind es zwar 14,1 ha potentielle Habitat-Fläche, wovon allerdings nur 3,9 ha auch von Wirtsameisen besiedelt werden, und damit tatsächlich als Falter-Biotop in Frage kommen (Tab. 19, 20). Als mittleren Wert kann ich ca. 40 Falter/ha angeben, ähnliche Dichten wurden für die südenenglischen Areale ermittelt (Thomas 1989). Wegen der durchaus erheblichen jährlichen Schwankungen der Populationen aus klimatischen und stochastischen Gründen, ist eine größere Fläche an potentiell *M. arion*-Habitat ein wesentlicher Sicherheitsfaktor. Dies bestätigten die früheren Modell-Simulationen (Poethke et al. 1994). Da ich speziell am Kirchenköpfe, wo *Myrmica sabuleti* auf vielen potentiell geeigneten Flächen nicht vorkam, nicht die gesamte Umgebung auf das Vorkommen der Wirtsameise durch

Nestersuche auf weiteren Probeflächen überprüfen konnte, habe ich wahrscheinlich die Flächengröße potentiell geeigneter Habitats unterschätzt.

5.2 Geschlechterverhältnis

In Populationsstudien über das Geschlechterverhältnis (sex ratio) bei Tagfaltern überwiegen meist die Männchen, so auch bei Bläulingen wie *Maculinea nausithous*- und *M. teleius* (Pfeifer et al. 2000) sowie *M. alcon* (Maes et al. 2004).

In meinen Untersuchungs-Gebieten zählte ich in den Jahren 1994 und 1996 signifikant mehr Falter-Weibchen (Tab. 14). Für solche Unterschiede wird oft ein geschlechtsspezifisches Ausbreitungsverhalten („dispersal behavior“) verantwortlich gemacht (Baguette et al. 1996, 1998, Entfjöll & Lemar 2005). Je nach den Umständen kann die Motivation im Habitat zu bleiben oder fort zu wandern für ein Geschlecht überwiegen (Warren 1987, Hanski et al. 1994, Kuussaari et al. 1996, Baguette et al. 1998). Männchen können ein Habitat verlassen, wenn sie dort nicht genügend Weibchen zur Paarung antreffen, was bei geringer Populationsdichte der Fall sein kann (Hanski et al. 1994, Kuussaari et al. 1998).

5.3 Mobilität der Falter

Kleine Insekten-Populationen sind in hohem Maße vom Aussterben bedroht (MacArthur 1972), vor allem wenn sie isoliert sind (Gilbert & Singer 1973, Muggleton 1975, Diamond 1978). Eine Wiederbesiedlung solcher Habitats hängt von der Ausbreitungsfähigkeit der betreffenden Art ab. Derartige Wechsel im lokalen Bereich stellen durchaus einen natürlichen Vorgang dar (Den Boer 1990). Entscheidend sind jeweils die Distanzen, die zwischen noch besiedelten und unbesiedelten Habitatsinseln liegen. Solche Schwankungen in Metapopulationen ergeben einen erheblich größeren Flächenbedarf für den Bestandserhalt. Die Mobilität der Falter bezeichnet Kaule (1991) daher als eine der zentralen Fragen im Artenschutz.

Die Mobilität der Falter von *M. arion* war bislang unbekannt, sie musste durch Markierungs-Experimente ermittelt werden.

Meine Untersuchungen ergaben, dass sich die Falter auf der Schwäbischen Alb überwiegend ortstreu verhielten (Tab. 16). Ähnliches beobachteten Elmes & Thomas (1987) in England. Allerdings konnte ich drei Weibchen wieder fangen, die Strecken bis zu 1.875 m über Habitat-fremdes, teilweise bewaldetes Gebiet zurückgelegt hatten. Diese Werte belegen eine erhebliche Mindest-Mobilität. Die im Gebiet heute noch vorhandenen Restpopulationen sind entgegen früheren Annahmen (Pauler et al. 1995, Meyer-Hozak 2000) nicht völlig isoliert. Entsprechende Nachweise hängen naturgemäß vor allem von der Intensität ab, mit der dieses Problem bearbeitet wird. Nur bei hohen Markierungszahlen und vielen Kontrollgängen in einem großen Umfeld können sichere Daten über weite Wanderstrecken erhoben werden (Stettmer et al. 2001, Matter et al. 2004, Wahlberg et al. 2002, Baguette et al. 2000). Falls die untersuchten, geeigneten Habitatflächen nur wenige hundert Meter auseinander liegen, sind derartige Ergebnisse ohnehin nicht zu erwarten (Wahlberg et al. 2001, Väisänen et al. 1994, Anthes et al. 2008).

Eine geeignete Naturschutzstrategie muss sowohl den Schutz und die Optimierung einzelner Habitat-Flächen als auch ein Netzwerk an geeigneten in erreichbarer Entfernung gelegenen Patches umfassen, um ein Extinktionsrisiko zu verringern (Anthes et al. 2003). Für *M. arion* sollte in Ergänzung zu meiner Studie eine flächendeckende Kartierung der in der Region vorhandenen potentiellen Habitate durchgeführt werden, um ein konkretes, flächenbezogenes Schutzkonzept auf Landschaftsebene erstellen zu können.

Für Einzelbiotop-bezogene Schutz- und Pflege-Maßnahmen für *M. arion* in Südwest-Deutschland gebe ich im Anhang aufgrund der erzielten Ergebnisse detaillierte Empfehlungen.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling *Maculinea arion* ist aufgrund seiner komplexen Habitatansprüche, die resultierend aus anthropogenen Umweltveränderungen nicht mehr abgedeckt werden können, im gesamten europäischen Verbreitungsgebiet stark gefährdet. Diese Tagfalterart ist neben dem Vorkommen der hauptsächlichen Raupenfutterpflanze *Thymus pulegioides*, seltener *Origanum vulgare*, vor allem auf syntopes Vorkommen mit seiner einzigen Wirtsameise *Myrmica sabuleti* angewiesen. Zur Beurteilung der Habitatansprüche beider Arten führte ich im süddeutschen Verbreitungsgebiet eine dreijährige Feldstudie durch. Die den Freiland-Untersuchungen zugrunde gelegte Arbeitshypothese konnte verifiziert werden. Meine Ergebnisse bestätigen:

Der Schwarzgefleckte Ameisenbläuling ist auf ein Biotop mit außerordentlich spezifischen Habitat-Eigenschaften angewiesen. Um die Restpopulation auf der Schwäbischen Alb zu erhalten und möglichst deren Erholung zu bewirken, mussten Schlüsselfaktoren identifiziert werden, die Voraussetzung für ein Vorkommen des Bläulings und seiner Wirtsameise im gleichen Habitat sind. Nach Quantifizierung einzelner Parameter konnte mittels multivariater Statistik das optimale Biotop definiert werden. Daraus können künftig gezielte Schutzmaßnahmen abgeleitet werden.

Im Einzelnen wurden folgende Resultate erarbeitet:

1. Habitatansprüche und Konkurrenzverhältnisse der Wirtsameise *Myrmica sabuleti* verglichen mit den syntop lebenden *Myrmica*-Arten.

Im Untersuchungsgebiet kommen mehrere *Myrmica*-Arten sympatrisch vor. Außer der Bläulings-Wirtsameise *Myrmica sabuleti* sind dies *M. rubra* und *M. scabrinodis*, seltener *M. schencki*.

Wirtsspezifität der *M. arion*-Raupen: In meiner Untersuchung gelang mir der Erstnachweis einer *M. arion*- Raupe in einem *M. sabuleti*-Nest in Deutschland. Damit konnte ich *M. sabuleti* als Wirtsart für *M. arion* für unser Gebiet bestätigen.

Dieser Einzel-Nachweis aus insgesamt 124 ausgegrabenen Nestern um 11 Eiablagestellen und 80 Emergenzfallen über *Myrmica*- Nesteingängen um 15 kartierte Eiablagestellen des Vorjahres belegt die methodische Problematik.

Kapazität von *M. sabuleti*-Nestern: Aus 18 vollständig ausgezählten *M. sabuleti*-Nestern konnte ich den Anteil mit ausreichender Kapazität an vorhandener Nahrung für die *M. arion*-Raupe ermitteln: In 50% der Nester befanden sich genügend Ameisen-Larven, um eine *M. arion*-Raupe bis zur Verpuppung zu ernähren. Aufgrund meiner Ergebnisse ist daher wegen Nahrungsmangel eine beträchtliche Mortalität der Raupen im Wirtsameisennest zu erwarten.

Die Temperaturverhältnisse an Nesteingängen (n = 64) von *M. sabuleti* und *M. rubra* wurde im *M. arion*-Habitat mit einem elektronischen Mess-System digital erfasst. *M. sabuleti* bevorzugte wärmere Mikrohabitate im Vergleich zu *M. rubra*. Die Temperaturdifferenz betrug 1,2 K über die gesamte Messperiode.

Habitatstruktur und Nutzung: Ich analysierte die Bedeutung der Habitatparameter Offenboden, Pflanzendichte, Sonneneinstrahlung und die Indikator-Werte F - Feuchte, N - Stickstoffgehalt des Bodens und L - Licht an den Nesteingängen für die 4 *Myrmica*-Arten (n = 494) im *M. arion*-Habitat.

Für die sieben biotischen und abiotischen Habitat-Parameter wurden Rangpositionen hinsichtlich ihrer Bedeutung für die einzelnen Ameisen-Spezies errechnet. Außer für Temperatur-Zeigerwerte konnten signifikante Unterschiede für alle Parameter zwischen den *Myrmica*-Arten nachgewiesen werden. 'Sonneneinstrahlung' erwies sich für eine höhere Nestdichte von *M. sabuleti* als entscheidend. Die Art meidet Flächen mit hohem Offenbodenanteil und bevorzugt niedrige Stickstoff- und Feuchte-Werte.

Die untersuchten biotischen und abiotischen Habitatparameter üben einen quantitativen und signifikanten Einfluss auf die Nestdichte und das Vorkommen der Wirtsameisenart aus. Mit dem hier entwickelten multivariaten Regressionsmodell können ihr Vorkommen ($R^2 = 0,4$) und ihre Nestdichte ($R^2 = 0,1$) vorhergesagt werden.

Konkurrenzverhältnisse: Die Nestverteilung der Wirtsameisen der Falter wurde auf den Probeflächen ermittelt und durch 'Nearest-Neighbour-Analyse' ausgewertet. Inter- und intraspezifische Konkurrenz der syntop vorkommenden *Myrmica*-Arten konnte nicht nachgewiesen werden. Auf den meisten Testflächen waren die Nester

der verschiedenen Ameisenarten zwar in unterschiedlichen Dichten, aber insgesamt zufällig verteilt. Durch 'Nearest-Neighbour-Analyse' konnte gezeigt werden, dass dieses Muster bei auch syntoper Besiedlung nicht auf intra- oder interspezifischer Konkurrenz beruht.

2. Populationsanalyse und Habitatpräferenzen des Falters

Zur Ermittlung der Populationsparameter und Mobilität von zwei Falterpopulationen führte ich über drei Jahre Markierungs-Wiederfang-Untersuchungen durch. Ich registrierte als Flugperiode der Bläulinge eine Dauer von durchschnittlich 31 Tage von Mitte Juni bis Mitte oder Ende Juli. Die Gesamtpopulationsgröße N_{total} ging im Gebiet Kirchenköpfe von 792 auf 284 Falter kontinuierlich und signifikant zurück. Offensichtlich war die Ursache eine nutzungsbedingte Verschlechterung der wesentlichen Habitat-Parameter vor allem durch Beweidungsrückgang. Dagegen stieg am Kälberberg/Hochberg die Populations-Größe N_{total} insgesamt leicht an. Die dortigen Flächen wurden noch intensiv durch Schafherden beweidet.

Zwei markierte Bläulings-Weibchen wurden in 1.525 m bzw. 1.875 m Entfernung in benachbarten und teils durch Wald getrennten Gebieten wieder gefangen, waren also mindestens so weit gewandert. Diese Strecken liegen deutlich über den bislang anderenorts beobachteten maximalen Flugstrecken. Damit erscheinen ein Genfluß und auch die Wiederbesiedlung verlassener Habitate im Rahmen der Metapopulation durchaus möglich, wenn die Standorte nur wenige Kilometer auseinander liegen.

Habitatpräferenzen: In beiden Untersuchungsgebieten wurde *T. pulegioides* signifikant als Nektarquelle von den Faltern bevorzugt. Blütenpflanzen der Familie Lamiaceae stellten mit 89% der Beobachtungen ihre wichtigste Nektarquelle dar.

Die prinzipiell als *M. arion* -Habitat geeignete Fläche der Haupt-Untersuchungsgebiete Kälberberg/Hochberg und Kirchenköpfe ermittelte ich mit Hilfe eines dafür erstellten GIS-basierten digitalen Geländemodells. Am Kälberberg/Hochberg wurden so 14,3 ha und am Kirchenköpfe 3,9 ha als

potentielles Biotop-Areal ausgewiesen, weil dort sowohl Eiablagepflanzen als auch Wirtsameisen syntop auf Referenzprobeflächen vorhanden waren.

Das Ziel meines Promotionsvorhabens, die Habitat-Ansprüche des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings im Hinblick auf die Schlüsselp Parameter zu präzisieren, wurde also erreicht. Durch die Ergebnisse meines Projekts werden konkrete Grundlagen für die Planung habitatbezogener Schutzmaßnahmen unter Einbeziehung spezifischer individuenbasierter Modelle vorgestellt.

Mittels individuenbasierter Modelle kann für die beiden Falter-Populationen am Kirchenköpfe und am Kälberberg/Hochberg kalkuliert werden, dass unter der Voraussetzung einer Anfangsgröße der Population von 40 Faltern/ha, einer Habitatqualität von > 300 *M. sabuleti*-Nestern/ha und einer Thymian-Flächendeckung von $>20\%$ auf einer Mindestfläche von 12 ha ihr Bestand für die nächsten 50 Jahre als gesichert gelten kann. Da jedoch Umweltbedingungen stochastischen Schwankungen unterliegen und diese die Überlebenswahrscheinlichkeit der gefährdeten Populationen senken könnten, sollte bei der Bemessung der Arealgröße stets ein Sicherheitsfaktor berücksichtigt werden.

Wenn dies gegeben ist und sowohl ein ausreichender Bestand der für *Maculinea arion* essentiellen Eiablage- und Nektarpflanzen sowie das Vorkommen der Wirtsameise *Myrmica sabuleti* gesichert sind, dürfte auch die Mobilität der Falter hinreichen, auf der Schwäbischen Alb den Erhalt der distinkten Restpopulationen dieser selten gewordenen Schmetterlingsart zu sichern. Eine Erholung und Wiederausbreitung der lokalen Bestände durch die Optimierung von in erreichbarer Entfernung befindlichen Biotopen ist im Metapopulationsverbund realistisch.

Fazit

Die meinem Promotions-Vorhaben zugrunde liegende Hypothese einer weitgehend deckungsgleichen ökologischen Einpassung des Bläulings und seiner einzigen Wirtsameise konnte durch die erzielten Ergebnisse verifiziert werden. Dies erlaubt und bedingt ein syntopes Vorkommen beider Arten, das durch Coadaptation entstanden, coevolutiv zu obligatorischer Myrmecophilie geführt haben dürfte. Diese Symbiose schlug offensichtlich in jüngerer Zeit um in einen parasitischen Status der Raupen während ihrer intranidalen Phase. Die für eine Habitat-Eignung sowohl des

Falters wie seiner Wirtsameise entscheidenden abiotischen und biotischen Faktoren konnten quantifiziert und gewichtet werden.

Für die beiden Untersuchungs-Flächen wurden GIS-bezogene Inventur-Modelle erstellt. Mit diesen kann vorausgesagt werden, welche Veränderungen von Biotop-Eigenschaften in einer Zu- bzw. Abnahme der Falter-Populationen resultieren dürften. Für den Schutz gefährdeter Arten sind solche multifaktoriell begründeten und flächenbezogenen Planungs-Möglichkeiten eine sinnvolle und solide Grundlage.

E. Summary

Conditions for syntopic occurrence of the butterfly *Maculinea arion* and its host ant *Myrmica sabuleti*

Case study on endangered biodiversity in semiarid grassland of the Swabian Alb

The butterfly *Maculinea arion* is an extremely vulnerable species and endangered all across Europe due to its complex habitat requirements. Because of anthropogenic environmental changes, these demands can no longer be met. The species depends, on the one hand, on exclusive larval food plants, mainly *Thymus pulegioides* and, more rarely, *Origanum vulgare*. On the other hand the caterpillars of *Maculinea arion* need a syntopic presence of their only host species, the ant *Myrmica sabuleti*. In a three years field-study the habitat conditions required by both the butterflies and the ants were analysed in their South German range. The field work was designed for an evaluation of the factors enabling the syntopic occurrence. My corresponding hypotheses on the environmental situation have been tested and verified.

The results confirmed that *Maculinea arion* depends on a biotope with particularly unique habitat qualities. It was necessary to identify key parameters for the co-occurring of the butterfly and its host ant in order to protect the remaining populations in the Swabian Jura and to enable their recovery. After the quantification of single parameters and calculations with multivariate statistics I was able to establish a correct biotope model. Proposals for future practical habitat management could be deduced accordingly.

Results were obtained on the following topics:

1. Habitat requirements and competition of the host ant *Myrmica sabuleti* compared to several co-occurring *Myrmica* –species

At the research sites, beside the host ant *M. sabuleti* a number of congeneric species was found, in particular *M. rubra* and *M. scabrinodis* and, more rarely, *M. schencki*.

Host specificity of *M. arion* larvae: In fact only one *M. arion* larva was discovered in a nest of *M. sabuleti*. For the first time in Germany this confirms in that our region *M. sabuleti* really is the host ant of *M. arion*. To obtain this result, it was necessary to excavate 124 nests nearby 11 egg-laying spots of the butterflies. Unfortunately the appearance of an adult butterfly leaving a host ant nest could not be observed, despite 80 emerge traps which were placed over nest entrances in 15 egg-laying-spots marked during the previous year. A lot of field work had to be invested to get a few data.

Host capacity of *M. sabuleti* nests: In order to evaluate the capacity of nests to host a caterpillar of *M. arion*, the ant population of 18 nests was completely counted. Only 50% of the nests contained enough ant larvae representing food available for nutrition of one *M. arion* caterpillar to complete the development until diapauses. Consequently a high mortality of the caterpillars inside host nest due to lack of food has to be considered in this local community.

Temperature at the nest entrance: At the test sites an electronic recording system, especially designed for this purpose, was placed close to 64 entrances of *M. sabuleti* and *M. rubra* nests for long time registration of the temperature on the soil surface. The results indicate that *M. sabuleti* colonies were found in microhabitats warmer than the locations of *M. rubra* nests. The mean difference was 1.2 K over the whole recording period, suggesting specific nest-site preferences.

Habitat structure and requirements of the ant species: Habitat parameters such as bare ground, plant density, solar radiation and indicator values of occurring plant species like F – humidity, N – amount of nitrate in the soil, L – light were determined in two *M. arion* habitats close to 494 nest entrances of the four co-existing *Myrmica* species. The rank position of these biotic and abiotic parameters was calculated in relation to their importance for all the ant species occurring there. Significant differences between the different *Myrmica* taxa were proved for all parameters except temperature. Solar radiation was decisive for higher nest densities of *M. sabuleti*. The species does not tolerate high portions of open soil and avoids high nitrate content and humidity of the soil at their nest spots. The analysed habitat parameters have a significant quantitative influence especially on occurrence of the host ants their nesting density. By a multivariate regression model developed for this

project both occurrence ($R^2 = 0.4$) and nest density ($R^2 = 0.1$) could be predicted partly.

Competition: The local distribution of nests of the butterfly's host ant was monitored at the study sites and tested by 'Nearest-Neighbour-Analysis'. Inter- and intra-specific competition in the co-occurring *Myrmica*-species could not be proven. The nests of the different ant species were overall distributed randomly with only few exceptions. The conclusion is that the observed patterns are not due to intra- or inter-specific competition.

2. Analysis of the population and habitat preferences of the butterflies

Marc-recapture studies were performed at the two study sites during three years to obtain population parameters and data on the mobility of the butterflies. The flight period of *M. arion* lasted from mid June until end July, on the average, 31 days. The population at the Kirchenköpfle declined significantly and continuously from 792 to 284 adults, obviously due to reduced grazing intensity which caused deterioration of important habitat parameters. However, at the study area Kälberberg/Hochberg the population increased slightly. There the meadows were still grazed intensely by sheep.

Two marked females were recaptured at 1,525 m and respectively 1,875 m distances in neighbouring habitat areas which were partly separated by forests. These flight distances are remarkably longer as observed elsewhere. Gene flow and also the local foundation of new populations in habitats where the butterflies became extinct seem to be possible in a metapopulation range within a few kilometres of site distances.

Habitat preferences: In both study areas flowering plants of the family Lamiaceae, especially *Thymus pulegioides*, were the nectar source preferred by the butterflies.

Using the GIS-based digital landscape model, in the study areas Kälberberg/Hochberg and Kirchenköpfle the total space of habitats suitable for *M. arion* was calculated to comprise 14.3 ha and 3.9 ha, respectively. These are potential biotopes because both oviposition plants and host ants were abundant there.

The aim of my project, to specify key parameters in the habitat requirements of the Large Blue Butterfly, was successfully reached. Based on the established landscape model, now management measures can be scheduled for the protection of the endangered remaining populations. According to the calculated predictions, they will survive for the next 50 years in the study areas Kirchenköpfle and Kälberberg/Hochberg if a minimum area of 12 ha habitat with per ha at least 40 butterflies, 300 nests of the host ant *M. sabuleti* and a 20% coverage of the vegetation with *Thymus* plants is given. Because the structure of the environment is always subject to stochastic fluctuations, which might affect the vulnerable butterfly populations and possibly also the nest density of the host ant, a larger area should be included into protection. However, the recorded mobility of the butterflies will probably enable connections between the remaining populations of this rare butterfly species, thus preventing a further decline by forming a stable metapopulation of *M. arion*.

Conclusions

The hypothesis underlying this research project of a widely congruent ecological adaptation of the butterfly and its only host ant was confirmed by the results obtained. This enables and entails the syntopic occurrence of both species. Presumably through coadaptions, an obligate myrmecophily developed by coevolution. More recently this symbiosis switched into a parasitic status of the caterpillars during their intranidal phase. The abiotic and biotic factors deciding the suitability of a habitat for both butterfly and host ant could be quantified and weighted against each other. A GIS-based landscape model was designed for the two study areas. Predictions became possible which changes of environmental conditions would result in decrease or increase of the butterfly populations. The use of area-related planning, based on multi factorial analysis, is regarded a meaningful and solid requirement for the conservation of rare species.

F. LITERATUR

Eigene Wissenschaftliche Arbeiten

1. Diplomarbeit 1992

Titel: Autökologische Untersuchungen zu *Maculinea arion* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Südwest-Deutschland.

2. Veröffentlichungen

- * Poethke, H. J., Griebeler, E. M., **Pauler, R.** (1994) Individuenbasierte Modelle als Entscheidungshilfen im Artenschutz. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 3: 197-206.

- * **Pauler, R.**, Kaule, G., Verhaagh, M., Settele, J. (1995) Untersuchungen zur Autökologie des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings *Maculinea arion* LINNAEUS 1758 (Lepidoptera: Lycaenidae) in Südwest-Deutschland. *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo* 16: 147-186.

- * Settele, J., **Pauler, R.**, Kockelke, K. (1995) Magerrasennutzung und Anpassungen bei Tagfaltern: Populationsökologische Forschung als Basis für Schutzmaßnahmen am Beispiel von *Glaucopsyche (Maculinea) arion* (Thymian-Ameisenbläuling) und *Glaucopsyche (Maculinea) rebeli* (Kreuzenzian-Ameisenbläuling). *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 83: 129-158.

- * Griebeler, E. M., **Pauler, R.**, Poethke, H. J. (1995) *Maculinea arion* (Lepidoptera: Lycaenidae): Ein Beispiel für die Deduktion von Naturschutzmaßnahmen aus einem Modell. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 24: 201-206.

- ** **Pauler-Fürste, R.**, Kaule, G., Settele, J. (1996) Aspects on the Population Vulnerability of the Large Blue Butterfly, *Glaucopsyche (Maculinea) arion*, in South-West Germany. In: Settele, J., Margules, C. R., Poschlod, P., Henle, K. (eds.), *Species Survival in Fragmented Landscapes*. Kluwer, Dordrecht.

- ** **Pauler-Fürste, R.**, Verhaagh, M. (2005) Habitat preferences of *Myrmica* (Hymenoptera: Formicidae) ant species in *Maculinea arion* (Lepidoptera: Lycaenidae) sites in South-Western Germany. In: Settele, J., Kühn, E., Thomas, J. A. (eds.), *Studies on the ecology and conservation of Butterflies in Europe Vol2: Species Ecology along an European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model*. Pensoft, Sofia.

* Ergebnisse der Diplomarbeit

** Zwischenergebnisse der Doktorarbeit

Acosta, F. J., Zorrilla, J. M., Lopez, F., Serrano, J. M. (1992) Progressive coupling of ant community topography with environment geomorphology in post perturbed slopes. *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 89: 157-167.

Akino, T., Knapp, J. J., Thomas, J. A., Elmes, G. W. (1999) Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proceedings of the Royal Society of London* 266: 1419-1426.

Albrecht, M., Gotelli, N. J. (2001) Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. *Oecologia* 126: 134-141.

Anthes, N., Fartmann, T., Hermann, G., Kaule, G. (2003) Combining larval habitat quality and metapopulation structure – the key for successful management of pre-alpine *Euphydryas aurinia* colonies. *Journal for Insect Conservation* 7: 175-185.

Anthes, N., Fartmann, T., Hermann, G. (2008) The Duke of Burgundy butterfly and its dukedom: larval niche variation in *Hamearis lucina* across Central Europe. *Journal for Insect Conservation* 12: 3-14.

Atsatt, P. T. (1981) Lycaenid butterflies and ants: selection for enemy-free space. *Am. Nat.* 118: 638-654.

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (2006) *Multivariate Analysemethoden*. Springer, Berlin.

Baguette, M., Petit, S., Quéva, F. (2000) Population spatial structure and migration of three butterfly species within the same habitat network: consequences for conservation. *Journal of Applied Ecology* 37: 100-108.

Barony Urbani, Collingwood, C. A. (1977) The zoogeography of ants (Hymenoptera, Formicidae) in Northern Europe. *Acta Zoologica Fennica* 152: 1-35.

Beinlich, B. (1995a) Die Schwäbische Alb. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. – Württ.* 83: 87-95.

Beinlich, B. (1995b) Die historische Entwicklung der Schäferei in Südwestdeutschland. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. – Württ.* 83: 97-107.

Beinlich, B., Manderbach, D. (1995) Die historische Landschafts- und Nutzungsentwicklung in Württemberg unter besonderer Berücksichtigung der Schwäbischen Alb. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. – Württ.* 83: 65-86.

Beiter, M. (1991) Dauerbeobachtungsflächen in Naturschutzgebieten der Schwäbischen Alb. *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.- Württ.* 66: 31-306.

- Bendmir-Kahlo, A. (2003) *Bundesnaturschutzgesetz*. Beck, München.
- Bill, R. (1994) *Grundlagen der Geoinformationssysteme*. Heidelberg ISBN 3-87907-265-5.
- Binot, M., Bless, R., Boye, P., Gruttke, H., Pretscher, P. (1998) *Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands*. Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz); Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 55.
- Boucher, D. H., James, S., Keeler, K. H. (1982) The ecology of mutualism. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 315-347.
- Braun-Blanquet (1951) *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer, Berlin.
- Brian, M. V. (1952a) Interaction between ant colonies at an artificial nest-site. *Entomologist's Monthly Magazine* 88: 84-88.
- Brian, M. V. (1952b) The structure of a dense natural ant population. *Journal of Animal Ecology* 21: 12-24.
- Brian, M. V. (1956) Segregation of species of the ant genus *Myrmica*. *Journal of Animal Ecology* 25: 319-337.
- Brian, M. V. (1965) *Social insect populations*. Academic Press, London.
- Brian, M. V. (1983) *Social insects: ecology and behavioural biology*. Chapman and Hall, New York.
- Bronstein, J. L. (1994) Our current understanding of mutualism. *The Quarterly Review of Biology* 69: 31-51.
- Buschinger, A. (1990) Regulation of Worker and Queen Formation in Ants with Special Reference to Reproduction and Colony Development. In: Engels, W. (ed.), *Social Insects. An evolutionary Approach to Castes and Reproduction*. Springer, Berlin.
- Carter, D. J., Hargraves, B. (1987) *Raupen und Schmetterlinge Europas und ihre Futterpflanzen*. Parey, Hamburg.
- Caughley, G. (1994) Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology* 63: 215-244.
- Clark, P. J., Evans, F. C. (1954) Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35: 445-453.
- Connell, J. H. (1983) On the prevalence and relative importance of interspecific competition: evidence from field experiments. *American Naturalist* 122: 661-696.

- Daniels, H., Gottsberger, G., Fiedler, K. (2005) Nutrient Composition of Larval Nectar Secretions from Three Species of Myrmecophilous Butterflies. *Journal of Chemical Ecology* 31: 2805-2821.
- Dauber, J., Wolters, V. (2005) Colonization of temperate grassland by ants. *Journal of Basic and Applied Ecology* 6: 83-91.
- Den Boer, P. J. (1990) Density limits and survival of local populations in 64 carabid species with different powers of dispersal. *Journal of evolutionary Biology* 3: 19-48.
- Deutscher Wetterdienst (1953) *Klimaatlas von Baden-Württemberg*. Bad Kissingen.
- Deutscher Wetterdienst (1991) *Monatlicher Witterungsbericht* 13. Offenbach am Main.
- De Vries, P. J., Cocraft, R. B., Thomas, J. A. (1993) Comparison of acoustic signals in *Maculinea* butterfly caterpillars and their obligate host *Myrmica* ants. *Biol. J. Linn. soc.* 49: 229-238.
- Diamond, J. M. (1978) Critical areas for maintaining viable populations of species. In: Holdgate, M. W., Woodman, J. J. (eds.), *The breakdown and restoration of ecosystems*. Plenum, New York.
- Dirmhirn, I. (1964) *Das Strahlungsfeld im Lebensraum*. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main.
- Donnelly, K. P. (1978) Simulation to determine the variance and edge-effects of total nearest neighbour distance. Zit. in: Krebs, C. J. (1999) *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Menlo Park.
- Ebert, G., Rennwald, E. (1991a) *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*, Band 1. Tagfalter I. Ulmer, Stuttgart
- Ebert, G., Rennwald, E. (1991b) *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*, Band 2. Tagfalter II. Verlag, Stuttgart.
- Ehrhardt, A. (1985) Diurnal Lepidoptera: sensitive indicators of cultivated and abandoned grassland. *J. Appl. Ecol.* 22: 849-861.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1991) *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Scripta Geobotanica 18. Goltze, Göttingen.
- Elmes, G. W. (1982) The phenology of five species of *Myrmica* (Hym. Formicidae) from South Dorset, England. *Insectes Sociaux* 29: 548-559.
- Elmes, G. W. (1996) *Biodiversity Research and its Perspectives in East Asia*. Chonbuk, Korea.

- Elmes, G. W., Wardlaw, J. (1982a) Variations in populations of *Myrmica sabuleti* and *Myrmica scabrinodis*. *Pedobiologia* 23: 90-97.
- Elmes, G. W., Wardlaw, J. (1982b) A population study of the ants *Myrmica sabuleti* and *Myrmica scabrinodis* living at two sites in the south of England. II. Effect of above-nest vegetation. *Journal of Animal Ecology* 51: 665-680.
- Elmes, G. W., Wardlaw, J. (1983) A comparison of the effect of temperature on the development of large hibernated larvae of four species of *Myrmica* (Hym. Formicidae). *Insectes Sociaux* 30: 106-118.
- Elmes, G. W., Thomas, J. A. (1987) Die Gattung *Maculinea*. In: Schweizer Bund für Naturschutz (ed.), *Die Biologie und Ökologie der Ameisen der Gattung Myrmica*. Selbstverlag SBN, Schweiz.
- Elmes, G. W., Thomas, J. A., Wardlaw, J. C., Hochberg, M. E., Clarke, R. T., Simcox, D. J. (1998) The ecology of *Myrmica* ants in relation to the conservation of *Maculinea* butterflies. *Journal of Insect Conservation* 2: 67-78.
- Elmes, G. W., Akino, T., Thomas, J. A., Clarke, R. T., Knapp, J. J. (2002) Interspecific differences in cuticular hydrocarbon profiles of *Myrmica* ants are sufficiently consistent to explain host specificity by *Maculinea* (large blue) butterflies. *Oecologia* 130: 525-535.
- Enfjäll, K., Leimar, O. (2005) Density-dependent dispersal in the Glanville fritillary, *Melitaea cinxia*. *Oikos* 108: 465-472.
- Engels, W. (1990) *Social Insects*. Springer, Berlin.
- Fiedler, K. (1991) Systematic, evolutionary and ecological implications of myrmecophily within the Lycaenidae (Insecta: Lepidoptera: Papilionidae). *Bonner Zoologische Monographien* 31: 1-134.
- Fiedler, K. (2001) Ants that associate with Lycaeninae butterfly larvae: diversity, ecology and biogeography. *Diversity and Distributions* 7: 45-60.
- Gellermann, M. (2001) *Natura 2000. Europäisches Habitatschutzrecht und seine Durchführung in der Bundesrepublik Deutschland*. Schriftenreihe Natur und Recht 4, Blackwell, Berlin.
- Gilbert, L. E., Singer, M. C. (1973) Dispersal and gene flow in a butterfly species. *American Naturalist* 107: 58-72.
- Griebeler, E. M., Pauler, R., Poethke, H. J. (1995) *Maculinea arion* (Lepidoptera: Lycaenidae): Ein Beispiel für die Deduktion von Naturschutzmaßnahmen aus einem Modell. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 24: 201-206.

- Gwinner, M. P. (1982) Die Geologie der Umgebung von Münsingen. In: Stadt Münsingen (ed.), *Münsingen. Geschichte – Landschaft – Kultur*. Thorbecke, Sigmaringen.
- Hacker, S. (1992) *Geplantes Naturschutzgebiet Kirchenköpfe* (Hechingen und Jungingen, Zollernalbkreis). – Werkvertragsarbeit im Auftrag der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Tübingen, 145 pp. (unveröffentlicht).
- Haeupler, H., Schönfelder, P. (1988) *Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland*. Ulmer, Stuttgart.
- Harvey, D. J. (1987) *The higher classification of the Riodinidae (Lepidoptera)*. Dissertation Univ. of Texas, Austin.
- Henle, K. (1993) Bedeutung von Isolation, Flächengröße und Biotopqualität für das Überleben von Tier- und Pflanzenpopulationen in der Kulturlandschaft am Beispiel von Trockenstandorten. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 3: 58-60.
- Henle, K., Kaule, G. (1991) *Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland*. In: Henle, K., Kaule, G. (eds.), BMFT Schriftenreihe: Berichte aus der ökologischen Forschung 4.
- Henle, K., Mühlenberg, M. (1996) Area requirements and isolation: conservation concepts and application in Central Europe. In: Settele, J., Margules, C. R. P. Poschlod, P., & Henle, K. (eds.), *Species Survival in Fragmented Landscapes*. Kluwer, Dordrecht.
- Henning, S. F. (1983a) Biological groups within the Lycaenidae (Lepidoptera). *J. ent. Soc. sth. Afr.* 46: 65-85.
- Henning, S. F. (1983b) Chemical communication between lycaenid larvae (Lepidoptera: Lycaenidae) and ants (Hymenoptera: Formicidae). *J. ent. Soc. sth. Afr.* 46: 341-366.
- Henning, S. F. (1997) Chemical communication between lycaenid larvae (Lepidoptera: Lycaenidae) and ants (Hymenoptera: Formicidae). *Metamorphosis* 3: 66-81.
- Herbers, J. M. (1986) Nest site limitation and facultative polygyny in the ant *Leptothorax longispinosus*. *Behav. Ecol. Sociobiol* 19: 115-122.
- Herbers, J. M. (1989) Community structure in north temperate ants: temporal and spatial variation. *Oecologia* 81: 201-211.
- Higgins, L. G., Riley, N. D. (1971) *Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas*. Parey, Hamburg.
- Hoeksema, J. D., Bruna, E. M. (2000) Pursuing the big question about interspecific mutualism: a review of theoretical approaches. *Oecologia* 125: 321-330.

- Hölldobler, B., Wilson, E. O. (1990) *The ants*. Springer, Berlin.
- Hornung, A. (1991) Vegetationskundliche Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Bürgle“ im Killertal. *Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad. – Württ.* 66: 141-179.
- Hosmer, D.W., Lemeshow S. (2000) *Applied logistic regression*. Wiley, New York.
- Hovestadt, T., Roeser, J., Mühlenberg, M. (1993) *Flächenbedarf von Tierpopulationen*. Forschungszentrum Jülich GmbH (ed.), BMFT Schriftenreihe: Berichte aus der ökologischen Forschung 1.
- Hugger, R. (1980) Geologie im Raum Albstadt. *Bl. Schwäb. Albver.* 86: 78-79.
- IUCN (2006) *Red list of threatened species*. IUCN Species Survival Commission. IUCN Gland, Switzerland.
- Kaminski, L. A. (2008) Polyphagy and Obligate Myrmecophilie in the Butterfly *Hallonympha paucipunctata* (Lepidoptera: Riodinidae) in the Neotropical Cerrado Savanna. *Biotropica*, published online doi: 10.1111/j.1744-7429.2007.00379.x
- Kaule, G. (1991) *Arten- und Biotopschutz*. Ulmer, Stuttgart.
- Köhler, W., Schachtel, G., Voleske, P. (2002) *Biostatistik: Eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler*. Springer, Berlin.
- Kratochwil, A. (1984) Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozöologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). *Phytocoenologia* 11: 455-669.
- Krebs, C. J. (1999a) *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Menlo Park.
- Krebs, C. J. (1999b) Krebs Ecological Methodology for Windows (version 0.93 - 21 February 1998). <http://www2.biology.ualberta.ca/jbrzusto/ftp/krebs/index.html>.
- Kreyszig, E. (1998) *Statistische Methoden und ihre Anwendungen*. Springer, Berlin.
- Kudrna, O. (1986) Grundlagen zu einem Artenschutzprogramm für die Tagfalterschmetterlingsfauna in Bayern. *Nachr. ent. Ver. Apollo* 6: 1-90.
- Kudrna, O. (2002) The Distribution Atlas of European Butterflies. *Oedippus* 16: 199.
- Kutter, H. (1977) *Hymenoptera Formicidae*. Insecta Helvetica, Fauna 6. Entomolog. Institut der ETH, Zürich.
- Legendre, P. (1993) Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology* 74: 1659-1673.

- Lehmkuhl, J. F. (1984) Determining size and dispersion of minimum viable populations for land management planning and species conservation. *Environmental Management* 8: 167-176.
- Levings, S. C., Traniello F. A. (1981) Territoriality, nest dispersion and community structure in ants. *Psyche* 53: 435-456.
- Levings, S. C. (1983) Seasonal, annual and among-site variation in the forest floor ant community of a tropical deciduous forest: some causes of patchy species distributions. *Ecological Monographs* 53: 435-455.
- Londo, G. (1976) The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio*, 33: 61-64.
- Lunau, K. -R. (2002) *Warnen, Tarnen, Täuschen: Mimikry und andere Überlebenstrategien in der Natur*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- MacArthur, R. H. (1972) *Geographical ecology*. Princeton University Press, New York.
- Maes, D., Vanreusel, W., Talloen, W., Van Dyck, H. (2004) Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). *Biological Conservation* 120: 229-241.
- Malicky, H. (1969) Versuch einer Analyse der ökologischen Beziehungen zwischen Lycaeniden (Lepidoptera) und Formiciden (Hymenoptera). *Tijdschr. Entomol.* 112: 213-298.
- Markl, H. (1973) The evolution of stridulatory communication in ants. *Proc. 7th Int. Congr.*, pp 258-265. IUSI, London.
- Maschwitz, U., Fiedler, K. (1988) Koexistenz, Symbiose, Parasitismus: Erfolgsstrategien der Bläulinge. *Spektrum der Wissenschaft* 5: 56-66.
- Matter S. F., Roland, J., Moilanen, A., Hanski, I. (2004) Migration and Survival of *Parnassius smintheus*: Detecting Effects of Habitat for Individual Butterflies. *Ecological Applications* 14: 1526-1534.
- Meyer-Hozak, C. (2000) Population biology of *Maculinea rebeli* (Lepidoptera: Lycaenidae) on the chalk grasslands of Eastern Westphalia (Germany) and implications for conservation. *Journal of Insect Conservation* 4: 63-72.
- Mouquet, N., Thomas, J. A., Elmes, G. W., Clarke, R. T., Hochberg, M. E. (2005) Population dynamics and conservation of a specialized predator: a case study of *Maculinea arion*. *Ecological Monographs* 75: 525-542.
- Muggleton, J. (1975) Isolation and the decline of the large blue butterfly (*Maculinea arion*) in Great Britain. *Biological Conservation* 7: 119-128.
- Mühlenberg, M. (1989) *Freilandökologie*. Quelle und Meyer, Heidelberg.

Mühlenberg, M., Hovestadt, T., Röser, J. (1991) Are there minimal areas for animal populations? In: Seitz, A., Loeschcke, V. (eds.), *Species conservation: A Population-Biological Approach*. Birkhäuser, Basel.

Münch, W. (1991) *Die Ameisen des Federsee-Gebietes: eine faunistisch-ökologische Bestandsaufnahme*. Dissertation, Univ. Tübingen.

Munguira, M. L., Martin, J. (eds.), Balletto, E., Boomsma, J. J., Dyck van, H., Fiedler, K., Figurny, E., Gadeberg, R. M. E., Goffart, P., Kolev, Z., L'Honoré, J., Maes, D., Richard, A., Settele, J., Stadel Nielsen, P., Wynhoff, I. (1999) *Action Plan for Maculinea Butterflies in Europe*. Nature and environment No. 97. Council of Europe Publishing, Strasbourg.

Nagelkerke, N. J. D. (1991) A note on general definition of the coefficient of determination. *Biometrika* 133: 225-245.

Öckinger, E., Smith, H. G. (2006) Landscape composition and habitat area affects butterfly species richness in semi-natural grasslands. *Oecologia* 149: 526-534.

Pauler, R., Kaule, G., Verhaagh, M., Settele, J. (1995) Untersuchungen zur Autökologie des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings *Maculinea arion* LINNAEUS 1758 (Lepidoptera: Lycaenidae) in Südwest-Deutschland. *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo* 16: 147-186.

Pauler-Fürste, R., Kaule, G., Settele, J. (1996) Aspects on the Population Vulnerability of the Large Blue Butterfly, *Glaucopsyche (Maculinea) arion*, in South-West Germany. In: J. Settele, C.R. Margules, P. Poschlod & K. Henle (Eds.), *Species Survival in Fragmented Landscapes* (pp. 275-281). Kluwer, Dordrecht.

Pauler-Fürste, R., Verhaagh, M. (2005) Habitat preferences of *Myrmica* (Hymenoptera: Formicidae) ant species in *Maculinea arion* (Lepidoptera: Lycaenidae) sites in South-Western Germany. In: Settele, J., Kühn, E., Thomas, J. A., (eds.), *Studies on the ecology and conservation of Butterflies in Europe Vol2: Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model*. Pensoft, Sofia.

Pierce, N. E. (1987) The evolution and biogeography of associations between lycaenid butterflies and ants. In: Harvey, P. H., Partridge, L. (eds.), *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*. Oxford Univ. Press, Oxford.

Pierce, N. E., Braby, M. F., Heath, A., Lohmann, D. J., Mathew, J., Rand, D. B. Travassos, M. A. (2002) The Ecology and Evolution of Ant Association in the Lycaenidae (Lepidoptera). *Annu. Rev. Entomol.* 47: 733-771.

Pech, P., Zdenek, F., Konvicka, M., Zrzavy, J. (2004) Phylogeny of *Maculinea* blues (Lepidoptera: Lycaenidae) based on morphological and ecological characters: evolution of parasitic myrmecophily. *Cladistics* 20: 362-375.

- Pfeifer, M. A., Andrick, U. R., Frey, W., Settele, J. (2000) On the ethology and ecology of a small and isolated population of the Dusky Large Blue Butterfly *Glaucopsyche (Maculinea) nausithous* (Lycaenidae). *Nota lepid.* 23: 147-172.
- Pfeifer, M. A., Glinka, U., Settele, J. (2004) Die Schätzungen von Populationsgrößen bei Tagfaltern anhand von Präimaginalstadien am Beispiel von Ameisenbläulingen (Lepidoptera; Lycaenidae: Maculinea). *Mainzer naturwiss. Archiv* 42: 225-244.
- Poethke, H. J., Griebeler, E. M., Pauler, R. (1994) Individuenbasierte Modelle als Entscheidungshilfen im Artenschutz. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 3: 197-2006.
- Pollard, E. (1977) A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biol. Conserv.* 12: 115-134.
- Pretschner, P. (1998) Rote Liste der Großschmetterlinge in "Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands", *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55: 87-111.
- Rothmaler, W. (1990) *Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD*. Band 4. Volk und Wissen, Berlin.
- Sachs, L. (2004) *Angewandte Statistik*. Springer, Berlin.
- Savolainen R., Vepsäläinen, K. (1988) A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos* 51: 135-155.
- Seber, G. A. F. (1986) A review of estimating animal abundance. *Biometrics* 42: 267-292.
- Seifert, B. (1986) Vergleichende Untersuchungen zur Habitatwahl von Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) im mittleren und südlichen Teil der DDR. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 59: 1-124.
- Seifert, B. (1988) A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia Minor, and Caucasia (Hymenoptera, Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 62: 1-75.
- Seifert, B. (1996) *Ameisen: beobachten, bestimmen*. Naturbuch, Augsburg.
- Settele, J., Pauler, R., Kockelke, K. (1995) Magerrasennutzung und Anpassungen bei Tagfaltern: Populationsökologische Forschung als Basis für Schutzmaßnahmen am Beispiel von *Glaucopsyche (Maculinea) arion* (Thymian-Ameisenbläuling) und *Glaucopsyche (Maculinea) rebeli* (Kreuzenzian-Ameisenbläuling). *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 83: 129-158.
- Settele, J., Thomas, J. A., Boomsma, J., Kühn, E., Nash, D., Anton, C., Woyciechowski, M., Varga, Z. (2002) MACulinea butterflies of the Habitats Directive

and European red list as indicators and tools for conservation and MANAGEMENT (MacMan). *Verh. Ges. Ökologie* 32: 63.

Settele, J., Steiner, R., Reinhart, R., Feldmann, R. (2005) *Schmetterlinge – Die Tagfalter Deutschlands*. Ulmer, Stuttgart.

Shaffer, M. L. (1981) Minimum Population Sizes for Species Conservation. *Bioscience*, 31: 131-134.

Sokal, R., Rohlf, F. (1995) *Biometry*. Freeman, New York.

Ssymank, A., Hauke, U., Rückriem, C., Schröder, E. (1998) *Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000*. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53.

Stadler, B., Fiedler, K., Kawecki, T. J., Weisser, W. W. (2003) Costs and benefits for phytophagous myrmecophiles: when ants are not always available. *Oikos* 92: 467–478.

Stettmer, C., Binzenhöfer, B., Hartmann, P. (2001) Habitatmanagement und Schutzmaßnahmen für die Ameisenbläulinge *Glaucopteryx teleius* und *Glaucopteryx nausithous*. *Natur und Landschaft* 6: 278-294.

Tangley, L. (1988) Research priorities for conservation. *BioScience* 38: 444-448.

Thomas, J. A. (1989) The return of the Large Blue Butterfly. *Br. Wildl.* 1: 2-13.

Thomas, J. A. (1990) Rare species conservation: Case studies of European butterflies. In: Spellerberg, I. F., Goldsmith, F. B., Morris, M. G. (eds.), *The Scientific Management of Temperate Communities for Conservation*. Blackwell, London.

Thomas, J. A. (1998) Effects of latitude, altitude and climate on the habitat and conservation of the endangered butterfly *Maculinea arion* and its *Myrmica* host ant. *Journal of Insect Conservation* 2: 39-46.

Thomas, J. A. (2002) Larval niche selection and evening exposure enhance adoption of a predacious social parasite, *Maculinea arion* (large blue butterfly), by *Myrmica* ants. *Oecologia* 132: 531-537.

Thomas, J. A., Wardlaw, J. C (1992) The capacity of a *Myrmica* ant nest to support a predacious species of *Maculinea* butterfly. *Oecologia* 91: 101-109.

Thomas, J. A., Settele, J. (2004) Butterfly mimics of ants. *Nature* 432: 283-284.

Thomas, J. A., Elmes, G. W., Wardlaw, J. C., Woychiechowski, M. (1989) Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. *Oecologia* 79: 452-457.

- Thompson, J. N. (1994) *The Coevolutionary Process*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Thompson, J. N. (1999) The evolution of species interactions. *Science* 284: 2116-2118.
- Tscharntke, T. (1985) Probleme des Biotopschutzes für Insekten. *Landschaft und Stadt* 17: 10-22.
- Väisänen, R., Kuussari, M., Nieminen, M., Somerma, P. (1994) Biology and conservation of *Pseudophilotes baton* in Finland (Lepidoptera, Lycaenidae). *Annales Zoologicae Fennici* 31: 145-156.
- Vepsäläinen, K., Pisarski, G. (1982) Assembly of island ant communities. *Annales Zoologicae Fennici* 19: 327-335.
- Wahlberg, N., Klemetti, T., Selonen, V., Hanski, I. (2001) Metapopulation structure and movements in five species of checkerspot butterflies. *Oecologia* 130: 33-43.
- Waloff, N., Blackith, R. E. (1962) The growth and distribution of the mounds of *Lasius flavus* (Fabricius) (Hym: Formicidae) in Silwood Park, Berkshire. *Journal of Animal Ecology* 31: 421-437.
- Warren, M. S. (1987) The ecology and conservation of the heath fritillary butterfly, *Mellicta athalia*. 2. Adult-population structure and mobility. *J. Appl. Ecol.* 24: 483-498.
- Weidemann, H.-J. (1986) *Tagfalter. Entwicklung – Lebensweise*. Neumann-Neudamm, Melsungen.
- Weidemann, H. – J. (1988) *Tagfalter. Biologie – Ökologie – Biotopschutz*. Neumann-Neudamm, Melsungen.
- Wilcove, D. S., McLellan, C. H., Dobson, A. P. (1986) Habitat fragmentation in the temperate zone. In: Soulé, M. E. (ed.), *Conservation Biology*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Wilson, E. O. (1959a) Adaptive shift and dispersal in a tropical ant fauna. *Evolution* 13: 122-144.
- Wilson, E. O. (1959b) Some ecological characteristics of ants in New Guinea rain forests. *Ecology* 40: 437-447.
- Wynhoff, I. (1998) The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation* 2: 15-27.

G. ANHANG

1. Schutz- und Pflege-Maßnahmen für *M. arion* in Südwest-Deutschland
2. Protokollblätter
3. Daten zur Berechnung der Populationsparameter von *M. arion*
4. Daten zur statistischen Bearbeitung der Ameisen-Erhebungen

1. Schutz- und Pflegemaßnahmen für *M. arion* in Südwest-Deutschland

Förderung der Eiablage- und Nektarpflanze *Thymus pulegioides*

Thymus pulegioides ist in höherem Maße von intensiver Beweidung abhängig als die Wirtsameisenart *M. sabuleti*, speziell auf südexponierten Hängen.

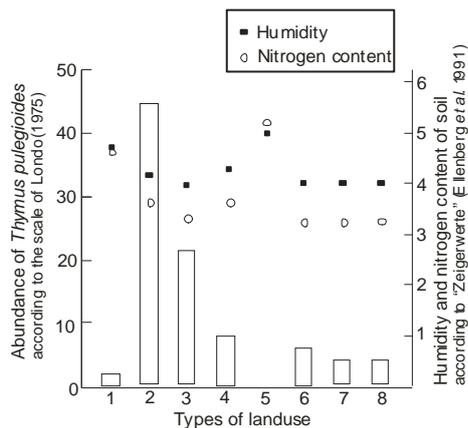


Abb 21: Einfluss der Landnutzung auf die Abundanz von *Thymus pulegioides* (aus Pauler-Fürste & Verhaagh 2005). Landnutzungstypen 1-8 (siehe unten, ausführlich bei Pauler et al., 1995) mit korrespondierender Abundanz von *T. pulegioides* nach der Skala von Londo (1975), aufgetragen mit Feuchte- und Stickstoffgehalt des Bodens (Zeigerwerte nach Ellenberg et al. 1991). Die Einteilung in Landnutzungstypen entspricht der Häufigkeit der Beweidung innerhalb des Zeitraums der saisonalen Beweidung von Frühling bis Herbst im Gebiet: tägliche Beweidung – 1 (temporär mit nächtlichem Pferchen) und 2; wöchentliche Beweidung – 3; Beweidung etwa 14-tägig – 4; Mahd 2x jährlich – 5; Beweidung einmal jährlich während 1-2 Wochen – 6; Beweidung einmal jährlich während max. einer Woche. – 7; Mahd 1x jährlich bzw. jedes 2. Jahr – 8.

Die Abundanz von *T. pulegioides* nahm bei höherer Beweidungsintensität zu, wobei die höchste Flächendeckung von *T. pulegioides* auf täglich durch Schaf-Hutung beweideten Flächen auftrat (Abb. 30).

Folgende Gründe können dafür genannt werden:

1. Schafe fressen *Thymus* in der Regel nicht, sofern sie es vermeiden können, da die *Thymus*-Pflanzen reich an ätherischen Ölen, u. a. Thymol, sind (Weidemann 1986, eigene Beobachtungen). Deshalb ist Beweidung ein stark fördernder Faktor für *Thymus* in Konkurrenz mit anderen Pflanzenarten.
2. Die Vegetation wird kurz gehalten. Die Lichtbedingungen für die vegetative Reproduktion der in hohem Maße lichtabhängigen *Thymus*-Pflanzen (Ellenberg et al. 1991) sind optimal.

3. Die Schafe sorgen durch die Beweidung für Nährstoffentzug aus dem Boden, was ebenfalls förderlich für den magere Böden bevorzugenden *Thymus* ist (Pauler et al. 1995).

Deshalb ist es wichtig, die Schafe in traditioneller Schafhaltungswirtschaft auf *M. arion*-Flächen zu halten, auf denen sie unter keinen Umständen nachts gepfercht werden dürfen. Werden die Schafe besonders in hoher Dichte gepfercht, wird die Fläche beschädigt und es findet ein durch das nächtliche Abkoten unerwünschter Nährstoffeintrag statt. Schafe und andere Weidetiere sollten deshalb nur nachts und auf separaten Flächen gepfercht werden. Nach Elmes et al. (1998) mußte ein Minimum von 50% und ein Optimum von 100% Flächendeckung der larvalen Futterpflanze innerhalb des Aktionsradius der Wirtsameise zu finden sein. Dies würde eine sehr hohe Abundanz von *Thymus* voraussetzen. Auch Mouquet et al. (2005) fanden in ihrer Fallstudie die Anzahl und räumliche Verteilung der larvalen Futterpflanze als wichtigen Schlüsselfaktor in der *M. arion*-Populationsdynamik. Nur ein hoher Deckungsgrad der Raupenfutterpflanze innerhalb des Aktionsradius der Wirtsameise ermöglicht das Vorkommen von stabilen *M. arion*-Populationen.

Intensive Beweidung ist für den Schutz von *M. arion*-Populationen in unserem Gebiet unverzichtbar. Signifikant höhere Dichten der Falter des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings und damit stabilere Populationen wurden nur auf regelmäßig und intensiv beweideten Flächen gefunden (Pauler et al. 1995; Pauler-Fürste & Verhaagh 2005). Die Abundanz von *T. pulegioides* sollte nach dem Modell von Poethke et al. (1994) und Griebeler et al. (1995) bei 20% Flächendeckung gehalten werden.

Förderung der Wirtsameisenart *M. sabuleti*

Myrmica sabuleti kommt in meinen Untersuchungsgebieten in adäquaten Nestdichten auch auf nicht besonders intensiv beweideten Flächen an Hängen mit südlichem Aspekt vor. Die Anzahl der Nester von *M. sabuleti* war auf stark besonnten, trockenen und nährstoffarmen Böden mit lückiger Vegetation, aber nur geringem Offenbodenanteil, signifikant höher (Ergebnisse der MLR, S. 27). Die Gewichtung der einzelnen Faktoren liegt in dieser Reihenfolge. Damit ein Habitat von *M. sabuleti* in hoher Nestdichte von der Wirtsameise besiedelt wird, sollte bei Pflege und Nutzung

der entsprechenden Flächen als Ziele verfolgt werden, Böden und Vegetation wie oben beschrieben zu erhalten:

Die Nutzung betreffend deckt sich die Pflegeempfehlung für die Wirtsameisenart mit der für die larvale Futterpflanze; die ideale Form der Nutzung erfolgt durch Schafhaltung. Zwar müsste die Beweidung für *M. sabuleti* weniger intensiv sein als für *T. pulegioides*. Als Habitate kommen im Gebiet der Schwäbischen Alb jedoch nur trockene Flächen mit einem mehr oder weniger südlichen Aspekt in Frage.

Die Suche nach *Myrmica*-Nestern im *M. arion*-Habitat ist mit hohem zeitlichen Aufwand verbunden. Die Aussagekraft der in Frage kommenden Habitatparameter bezüglich der Nestdichte war in der linearen multiplen Regressionsanalyse nicht befriedigend hoch. Da diese auch auf ähnlichen Flächen stark schwankt, halte ich eine Untersuchung der Nestdichte nur in Ausnahmefällen für sinnvoll. In der Regel sollte eine stichprobenhafte Suche nach Nestern als Nachweis des Vorkommens der Wirtsameisenart genügen. Als Beurteilungsmaßstab für ein ideales Habitat von *M. sabuleti* können vielmehr die Topographie (südlicher Aspekt) und Trockenheit des Bodens mit geringem Nährstoffgehalt dienen. Hier ist zu erwarten, dass *M. sabuleti* in einer für *M. arion* ausreichende Nestdichte von über 7 Nestern/100m² (Poethke et al. 1994, Griebeler et al. 1994) vorkommt.

Flächenanspruch und Überlebenswahrscheinlichkeit der *Maculinea arion*-Populationen

Der Flächenanspruch der untersuchten Populationen ergibt sich:

- a) aus der Populationsgröße der Falter in Relation zu der zur Verfügung stehenden Habitat-Fläche (Tab. 13, 17, 18).
- b) Ein direkter Flächenanspruch, der sich aus der Territorialität der Nester von *Myrmica*-Ameisen begründet, konnte nicht nachgewiesen werden.
- c) Ein Mindest-Flächenanspruch ergibt sich jedoch aus der Qualität des Habitats und damit der Anzahl der im geeigneten Habitat vorhandenen Ameisennester von ausreichender Kapazität (Tab. 2), sowie der Flächendeckung mit Thymian (Griebeler et al. 1995).

Beispiel:

In meinen beiden Untersuchungsgebieten betrug die Populationsgröße auf einer Fläche von ca. 14 ha durchschnittlich etwa 550 Falter (ca. 40 Falter/ha).

Eine *M. arion*-Population ist ´sicher´ vor einer demographischen Extinktion in den nächsten 50 Jahren bei einer Anfangsgröße von 20 Faltern/ha, 300 *M. sabuleti* Nestern/ha und einer Thymian-Flächendeckung von 25%, wie Poethke et al. (1994) und Griebeler et al. (1995) in den individuenbasierten Modellen für *M. arion* MACUSIM zeigen konnten.

Fazit: Was sollte getan werden?

Auf meine beiden Haupt-Untersuchungsgebiete übertragen würde dies bedeuten, dass bei fortgesetzter intensiver Beweidung und damit unveränderter Habitatqualität, die *M. arion*-Populationen ´sicher´ sind. Allerdings nimmt die Extinktionswahrscheinlichkeit bei geringerer Thymiandeckung, Anzahl der Wirtsameisennester und Flächengröße exponentiell zu (Griebeler et al. 1995). Zu Berücksichtigen ist auch die nicht ausreichende Kapazität an vorhandenen Larven für die *M. arion*-Raupe in 50% der *M. sabuleti*-Nester im Gebiet. Da stochastisch schwankende Umweltbedingungen ebenso wie nicht beeinflussbare Faktoren wie beispielsweise Adoptionswahrscheinlichkeit und Überlebensrate der *Maculinea*-Raupen in den Ameisennestern nicht durch Pflegemaßnahmen beeinflusst werden können, ist eine Habitatoptimierung zusammen mit einem großen Areal als Sicherheitsfaktor sinnvoll und notwendig. Sie sollte sich, als pauschale Minimal-Empfehlung, an den oben genannten Werten orientieren.

2. Protokollblätter

Beispiel Protokollblatt: Eiablagen <i>M. arion</i> 1994 Schlatt-Kirchenköpfe																	
Legende:	Pflanzenart:	O - <i>Oreganum vulgare</i>	Pflanzenart:	O kn u	Oberer Teil des Blütenstandes, auf der Unterseite einer Knospe.	Phänologie:	kn - knospend, ohne aufgeblühte Einzelblüten										
		T - <i>Thymus pulegioides</i>		M kn u	Mittlerer ...s.o.		kn 1...>5 - knospend, mit Angabe der bereits aufgeblühten Einzelblüten										
		Tv - <i>Thymus vulgaris</i>		U kn u	Unterer ...s.o.	Sozialität:	E - einzeln	Licht:	so - besonnt zum Zeitpunkt der Eiablage								
	Offenboden:	1 - 0-5%		In Bl.	In Einzelblüte		G - Gruppe		sch - beschattet zum Zeitpunkt der Eiablage								
		2 - 6-15%		H	Hochblatt		P - Polster	Schutz	1 - gut geschützte Stelle, z. B. hinter Gebüsch, in Bodenmulde oder hinter höherer Vegetation								
		3 - 16-40%							2 - mittlerer Schutz, z. B. hinter etwas höherer Vegetation								
		4 - 41-100%		Anzahl Ei	? - Ei nicht gefunden				3 - ungeschützt								
	Neigung:																
Datum	Uhrzeit	EiablageNr.	Flächenquadrant	Rasterquadrant	Pflanzenart	Pflanzenanteil	Phänologie	Sozialität	Höhe [cm]	Breite [mm]	Anzahl Ei	Exposition	Licht	Schutz	Offenboden	gung d. Gelän	FalterNr.
25.06.	5:00 PM	1	F 21		O	O kn u	kn	G	20	15	1	sw	so	1	1	1	15
25.06.	5:00 PM	2	F 21		O	O kn u	kn	G	35	20	1	sw	so	2	2	1	15
25.06.	5:00 PM	3	F 21		T	In Bl.	kn > 5	E	10	14	1	sw	so	2	1	1	15
25.06.	5:00 PM	4	F 21		O	O kn H	kn	G	25	20	1	sw	so	1	1	1	15
26.06.	4:00 PM	5	F 21		O	O kn m	kn	G	30	20	?	sw	sch	1	1	1	?
27.06.	12:00 PM	6	G 18		T	O kn u	kn	G	5	7	1	sw	so	1	2	2	?
27.06.	12:00 PM	7	H 17		O	O kn o	kn	G	30	20	1	sw	so	2	1	1	?
27.06.	12:00 PM	8	G 17		O	O kn H	kn	G	40	20	1	sw	so	1	1	2	?
27.06.	12:00 PM	9	G 17		T	O kn u	kn	G	10	10	1	sw	so	2	2	1	?
27.06.	12:00 PM	10	H 17		O	O kn u	kn	G	25	20	1	sw	so	2	1	1	?
27.06.	12:00 PM	11	H 17		O	O kn u	kn	G	25	20	1	sw	so	2	1	1	?
27.06.	12:00 PM	12	D 19		T	O kn u	kn	G	5	7	1	sw	so	1	1	1	?
27.06.	12:00 PM	13	G 17		O	O kn u	kn	G	45	40	1	sw	so	1	1	1	?
29.06.	11:30 AM	14	H 20		T	O kn u	kn	G	4	8	1	sw	so	1	3	1	47
29.06.	11:30 AM	15	H 20		T	O kn u	kn	G	5	8	1	sw	so	2	3	1	47
29.06.	11:30 AM	16	H 20		T	O kn u	kn	P	3	7	1	sw	so	1	3	1	47
29.06.	11:30 AM	17	H 20		T	O kn u	kn	E	3	8	1	w	so	1	4	2	47
29.06.	11:30 AM	18	H 20		T	O kn u	kn	G	10	12	1	sw	so	2	2	1	49
29.06.	11:30 AM	19	G 20		T	O kn u	kn	P	4	8	1	sw	so	1	3	1	49
29.06.	11:30 AM	20	H 19		T	O kn u	kn	G	5	10	1	sw	so	2	3	1	49
29.06.	11:30 AM	21	H 19		T	O kn u	kn	G	7	9	1	sw	so	1	3	1	49
29.06.	11:30 AM	22	H 19		T	O kn u	kn	P	5	8	1	sw	so	1	4	1	49
29.06.	11:30 AM	23	H 19		T	O kn u	kn	G	4	7	1	sw	so	2	3	1	49
29.06.	11:30 AM	24	G 19		T	O kn u	kn	G	5	7	1	sw	so	1	3	1	47
29.06.	11:30 AM	25	G 19		T	O kn u	kn	G	5	7	1	sw	so	2	3	1	47
29.06.	11:30 AM	26	G 19		T	O kn u	kn	G	5	9	1	sw	so	1	2	1	47
05.07.	1:30 PM	27	F 21		T	O kn u	kn	P	7	6	1	sw	so	2	2	1	300
07.07.	5:00 PM	28	G 18		T	O kn u	kn 3	G	5	11	1	sw	so	1	3	1	309
07.07.	5:00 PM	29	G 18		T	O kn u	kn	P	7	8	1	sw	so	1	2	1	309
09.07.	11:40 AM	30	(KK) D4		T	O kn u	kn	G	8	7	1	sw	so	1	3	1	?
09.07.	3:40 PM	31	H 20		T	O kn u	kn	P	7	6	1	sw	so	3	3	1	323
11.07.	11:30 AM	32	(KK) G 6		T	O kn u	kn 3	E	5	11	1	sw	so	1	1	1	334
11.07.	11:30 AM	33	(KK) G 6		T	O kn u	kn 1	G	14	11	1	sw	so	2	1	1	334
11.07.	11:30 AM	34	(KK) G 6		T	O kn u	kn 2	P	9	13	1	sw	so	1	1	1	334
11.07.	11:30 AM	35	(KK) I 5		T	O kn u	kn	G	5	7	1	o	so	1	5	5	335
12.07.	15.Uhr 05	36	G 22		T	O kn u	kn 1	G	7	9	1	sw	so	2	1	3	?
12.07.	15.Uhr 05	37	G 22		T	O kn u	kn 1	P	7	8	1	sw	so	1	3	3	?
12.07.	15.Uhr 05	38	G 22		T	M kn	kn	P	4	6	1	sw	so	1	1	1	?
12.07.	15.Uhr 05	39	H 22		T	O kn in Bl.	kn 2	G	12	11	1	sw	so	2	1	1	?
13.07.	15 Uhr 15	40	G 19		O	O kn u	kn	G	30	15	1	sw	so	2	1	2	362
13.07.	15 Uhr 15	41	G 19		O	O kn u	kn	E	30	13	1	sw	so	1	1	1	362
13.07.	15 Uhr 15	42	G 19		O	O kn u	kn 5	G	40	-	?	sw	so	2	1	1	362
13.07.	15 Uhr 15	43	G 19		O	O kn u	kn	G	35	-	?	sw	so	1	1	1	362
13.07.	15 Uhr 15	44	G 19		O	O kn u	kn	G	35	-	?	sw	so	1	2	1	362

Beispiel Protokoll Markierung-Wiederfang <i>M. arion</i> 1995										
				Legende:	Fangart N - Netz; b - beobachtet; Verh. V. Fang - Verhalten vor Fang fl - fliegt; ei - Eiablage; N - Nahrungsaufnahme; Alter 1 - frisch, leuchtende Farben, ohne Schuppenverlust, 2 - intakt aber mit Schuppenverlust; 3 - abgeflogen					
Kirchenköpfe										
Datum (1995)	Neumarkiert	Wiederfang	Uhrzeit	Flächen- quadrant	Fangart	Verh. v. Fang	Geschlecht	Alter	Größe (mm)	
30.06.	1		14:30	5232	N	fl	m	1	20	
30.06.	2		17:00	1744	N	fl	m	1	21	
01.07.	3		10:30	4932	N	fl	m	1	21	
01.07.	4		11:10	3732	N	fl	m	2	18	
01.07.		3	13:40	4932	b	N		1		
01.07.	5		14:30	5032	N	N	m	1	19	
01.07.	6		15:00	6040	N	fl	m	2	17	
01.07.		4	15:50	6715	N	N				
01.07.		4	16:07	7421	N	fl				
04.07.	7		13:30	4532	N	fl	m	1	20	
04.07.	8		13:55	4632	N	fl	m	1	21	
04.07.	9		14:10	4832	N	fl	m	1	20	
04.07.		5	14:25	4932	N	fl	m	3		
04.07.	10		14:35	4927	N	fl	w	1	20	
05.07.	11		11:05	7511	N	fl	m	1	18	
05.07.	12		11:35	6925	N	fl	w	1	20	
05.07.		7	12:40	4733	N	fl	m			
05.07.	13		12:45	4733	N	fl	m	1	20	
05.07.	14		13:25	4231	N	fl	m	1	19	
05.07.		14	14:25	2630	N	fl				
05.07.	50		11:35	6925	N	fl	w	1	21	
05.07.		10	12:30	4928	N	fl	w	2		
05.07.	51		12:40	4928	N	fl	m	1	20	
05.07.	52		13:00	4733	N	fl	m	2	19	
05.07.		3	13:05	4733	N	fl	m	2		
05.07.	53		13:10	4632	N	fl	m	2	21	
05.07.		8	13:55	3833	N	fl		1		
05.07.	54		14:30	2530	N	s	w	1	18	
07.07.	16		12:40	1340	N	fl	w	1	20	
07.07.	17		13:10	2230	N	fl	m	2	21	
07.07.	15		15:10	4026	N	fl	m	1	18	
07.07.	18		15:30	4715	N	N	w	1	21	
07.07.	19		16:00	6614	N	fl	m	2	18	
07.07.	20		16:20	6717	N	fl	w	2	20	
07.07.		20	16:50	6914	N	fl				
07.07.	21		17:00	7417	N	fl	m	1	20	
07.07.		11	17:05	7417	N	fl				
07.07.	55		14:35	4930	N	fl	m	1	21	
07.07.	80		15:25	4932	N	fl	w	3	20	
07.07.	81		15:30	4932	N	fl	w	1	20	
07.07.	82		16:15	5738	N	fl	w	1	20	

Beispiel: Vegetationsaufnahmen in 40cm x 40cm Umgebung der Nesteingänge Probefläche 2

Gebiet	Kirchenköpfe											
Datum 1994	04.08.		04.08.		04.08.		04.08.		04.08.		04.08.	
Nr. Pf. od. E.	PF 2		PF 2		PF 2		PF 2		PF 2		PF 2	
Nest Nr.	1		2		3		4		5			
Exposition	sw		sw		sw		sw		sw			
Neigung	9°		9°		9°		9°		9°			
Deckung insg. %	90		80		95		90		90			
K1	bis 5cm/ 10%		bis 10cm/ 70%		0-10cm/95%		bis 10cm/60%		bis 10cm/60%			
K2	5-15cm/80%		10-30cm/10%		10-20cm/4%		10-30cm/20%		10-30cm/20%			
K3							bis 70cm/10%		bis 70cm/10%			
Artenliste:	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K1	K2	K3	K1	K2	K3
Achillea millefolium												
Agrimonia eupatoria												
Bellis perennis												
Brachypodium pinnatum							*			*		
Briza media							*			*		
Bromus erectus	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*
Campanula rotundifolia							*	*		*	*	
Carlina vulgaris								*				
Centaurea jacea						*				*	*	
Centaurea scabiosa							*	*		*	*	
Cirsium acaule												
Cirsium tuberosum							*					
Leucanthemum vulgare												
Cynosurus cristatus												
Daucus carota	*	*	*	*	*	*	*			*		
Euphrasia rostkoviana	*		*		*		*			*		
Galium mollugo												
Galium verum							*					
Hieracium pilosella												
Hippocrepis comosa												
Leontodon hispidus			*									
Leucanthemum vulgare												
Linum cathartikum									*		*	
Lotus corniculatus	*	*					*			*	*	
Malva moschata												
Medicago lupulina	*		*		*		*			*		
Ononis spinosa			*	*	*		*	*		*	*	
Origanum vulgare												
Pimpinella saxifraga												
Plantago lanceolata							*			*		
Plantago major												
Plantago media	*	*	*		*		*			*		
Polygala vulgaris												
Prunella grandiflora												
Prunella vulgaris			*		*					*		
Salvia pratensis							*			*		
Sanguisorba minor	*	*	*		*		*			*		
Scabiosa columbaria												
Taraxacum officinale												
Tetragonolobus maritimus					*					*		
Thymus pulegioides	*		*		*		*			*		
Trifolium dubium							*	*		*	*	
Trifolium medium												
Trifolium pratense							*			*		

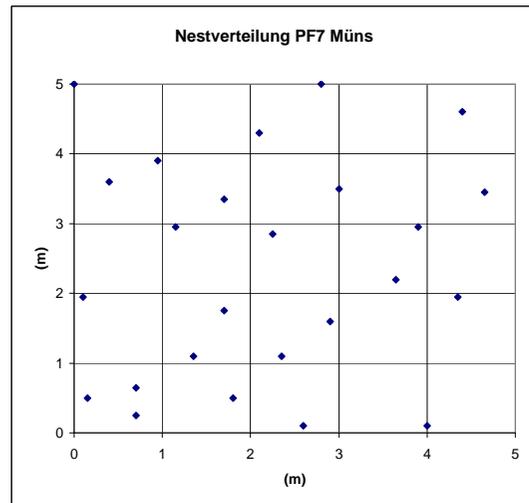
Beispiel für Protokoll Nestersuche

Nestersuche 1996 Münsingen

Probefläche 7 Lage: 3232 Münsingen Kategorie: 5 Schlehensukzession (Kniemantel) fast Hangfuß, Südexponiert

Nester	Art	x	y	Entf. Köder	Datum	Uhrzeit	Bemerkung
1	M. sabuleti	0,7	0,25	0,35	30.05.1996	11:20	Bodennest, etwas Erde locker
2	M. sabuleti	0,15	0,5	0,4		11:40	kleines Solarium, ca. 5cm
3	M. sabuleti	0,7	0,65	0,1		13:15	Bodennest in Moos
4	M. sabuleti	2,6	0,1	0,5		13:30	kleines Solarium, ca 5cm an Bromus erectus
5	M. sabuleti	1,8	0,5	0,3		13:50	kleines Solarium, ca. 8cm
6	M. sabuleti	2,35	1,1	0,5		14:00	Bodennest, etwas Erde locker
7	M. sabuleti	1,35	1,1	0,5		14:15	Bodennest in Grasbüschel, mit Königin
8	M. sabuleti	2,9	1,6	0,4		14:15	Bodennest
9	M. sabuleti	1,7	1,75	0,2		14:35	Bodennest
10	M. sabuleti	2,25	2,85	0,3		14:45	Bodennest in F. ovina
11	M. sabuleti	0,1	1,95	0,65		14:50	großes Hügelnest, ca. 5cm hoch
12	M. sabuleti	3	3,5	0,5		15:05	Bodennest mit Eiern nah an der Oberfläche
13	M. sabuleti	2,1	4,3	0,5		15:20	Bodennest, etwas Erde locker
14	M. sabuleti	1,15	2,95	0,6		15:25	Bodennest mit Hügel ca. 5cm hoch
15	M. sabuleti	2,8	5	0,6		15:30	Bodennest
16	M. sabuleti	0,4	3,6	0,1		15:50	Bodennest
17	M. sabuleti	0,95	3,9	0,5		16:05	Bodennest an Gras
18	M. sabuleti	0	5	0,55		16:15	Bodennest unter Moos
19	M. sabuleti	4	0,1	0,5		16:30	Bodennest unter Moos
20	M. sabuleti	3,65	2,2	0,35		16:55	Bodennest
21	M. sabuleti	3,9	2,95	0,5		17:10	Bodennest
22	M. sabuleti	1,7	3,35	0,15		17:20	Bodennest
23	M. sabuleti	4,35	1,95	0,4		17:45	Bodennest in Grasbüschel
24	M. sabuleti	4,65	3,45	0,2		13:35	Bodennest, etwas Erde locker
25	M. sabuleti	4,4	4,6	0,15		14:40	Bodennest, etwas Erde locker

Myrmicas waren zuerst am Köderplatz, sie wurden nach ca. 1h durch Formica- und Tetramorium/Tapinoma ersetzt
 folgende Q's waren besetzt: Q1,2,3,4,5,6,8,9,11,12,14,15,16,17,18,20,21,22,23



**3. Daten zur Berechnung der Populationsparameter von
*M. arion***

Daten für Jolly-Tagespopulationsgrößenschätzung/Kälberberg/Hochberg 1994

Datum	Neumarkiert	Wiederafang
25.06.	100	
28.06.	101,102,103, 104,120,121, 122,123	
01.07.	105,106,107, 108,109,110, 111,112, 113,114,115, 116,117,118, 119,150,124, 125,126,127, 128,129,130, 131,132,133, 134,135,136, 137,138,	121
04.07.	151,152,153, 154,155,156, 157,158,159, 160,161,162, 163,164,165, 139,140,141, 142,143,144, 145,146,147,	132;110,
06.07.	148,149,166, 167,168,169, 170,171,172, 173,174,175, 176,177,178, 179,180,181,	151,139,114, 157,147,131
11.07.	181a,182,183, 184,185,186, 187,188,189, 190,191	164,173
15.07.	500,192,193, 194,195	
18.07.	196,501	

Daten für Jolly-Tagespopulationsgrößenschätzung/Kälberberg/Hochberg 1995

Datum	Neumarkiert	Wiederfang	
02.07.	200		
04.07.	201,202,203, 204,205,206, 207,208,209,		
06.07.	211,212,213, 214,215,216, 210,250,251, 252,253,254, 255,256,257, 258,259,260, 261	201,204,208, 205	
08.07.	280,281,282, 283,284,285, 286,287,288,	251,210,204, 258,261,213, 201,212,253,	
10.07.	262,263,264, 265,266,267, 268,269,270, 271,272,273, 274,276,275, 277,278, 279, 289,290,291, 292,293,		287,255,251, 210,283,
11.07.	294,295,296, 297,298,299, 300,301,302, 346,303,304, 305,306,307, 308,309,321, 322,323,324 325,326,327, 328	282,257,274, 251,273, 212,262, 289,264,253, 283	
13.07.	310,227,311, 312,347,313, 314,315,316, 317,318,319, 320,348,349, 382	251,206,301, 297,270,280, 275,276,	
14.07.	350,351,352, 353,354,355, 356,357,358, 359,360,361, 362,363,364, 330,334,336, 337,370,372, 373,374,375, 376,377,378, 379,380,381	263,325,319, 304,276,266, 321,320,276	
17.07.	400,401,402, 403,404,405, 406,407,408, 409,410,411, 412,413,414, 415,329,338, 339	362,265,380, 302,286,357, 313,327,374	
20.07.	365,366,367, 368,369,340, 341,372,342, 343,344,345, 217,218,219,	364,404,302, 353	
22.07.	220,221,222, 223,224,225, 331,332,333,	402,302,378, 368	
25.07.	240	225,368	

Daten für Jolly-Tagespopulationsgrößenschätzung/Kälberberg/Hochberg 1996

Datum	Neumarkiert	Wiederfänge *
19.06.	111	
27.06.	112,113,114, 115,116,117, 118	
28.06.	119,120,121	112,116
03.07.	122,123,124, 125,126,127, 128	117,115
05.07.	129,130,131, 132,133,134, 135,136,137	123
11.07.	138,139,140	132
12.07.	141,142	
13.07.	143,144,145, 146,147,148, 149,150,151, 152,153,154, 155	133,136
15.07.	156,157,158, 159,160,161, 162,163,164, 165,166,167, 168,169,170	131,148,143, 154,126
16.07.	171,172,173, 174,175,176, 178,179,180, 181,182,183	166,168,149, 132
17.07.	184,185,186, 187,188	156,143,172, 173,166,126, 169
18.07.	189,190,191	186,177,157, 188,167,126
19.07.	192,193,194, 195,196,197, 198,199,200, 201	166
20.07.	202,203,204, 205	191,157,182, 199
22.07.	206,207,208, 209,210,211	201
23.07.	212,213	
26.07.	214,215,216, 217	
27.07.	218,219	
29.07.	220	
31.07.	221,222	

Daten für Jolly-Tagespopulationsgrößenschätzung/Kirchenköpfe 1994

Datum	Neumarkiert	Wiederafang
21.06.1994	1,2,3,4	
23.06.	5,6,7	3,4
24.06.	8,9,10,11,12	5,7
	13,14	
25.06.	15,16,18	7,3,
26.06.	17,19,20,21,	12,4,
	22,23,24	
27.06.	25,26,27,28,	13,11,12,
	29,30,31,32,	
	33,34,35,36,	
	37,38,39,41,	
	42	
29.06.	43,44,45,46,	11,32,31,22,
	47,48,49,50,	12
	51	
02.07.	52,53,54,55,	49,7,22,43,
	56,57,58,59,	
	60,61,62,63,	
	64,65	
05.07.	300,301,302,	45,61,
	303,304,305,	
	306,70,71,72,	
	73,74,75,76	
07.07.	307,308,309,	44
	310,77,78	
08.07.	311,312,313,	
	314	
09.07.	315,316,317,	313,70,
	318,319,320,	
	321,322,323,	
	324,325,326,	
	327,328,329,	
	330,331	
11.07.	332,333,334,	73, 65,
	335,336,337,	
	338,339,340,	
	341,342,343,	
	344	
12.07.	345,346,347,	330,335,341,
	348,349,350,	343,340,311,
	351,352,353,	328,336
	354,355,356,	
	357,358,359,	
13.07.	360,361,362,	304,340,341,
	363,364,79	345,350,349,
		317
14.07.	365,366	315,325
16.07.	80,81	
17.07.	82,367	350,36
18.07.	83,84	
21.07.	368	

Daten für Jolly-Tagespopulationsgrößenschätzung/Kirchenköpfe 1995

Datum	Neumarkiert	Wiederfänge
30.06.	1,2	
01.07.	3,4,5,6	
04.07.	7,8,9,10	5
05.07.	11,12,13,14, 50,51,52,53, 54	7,10,3,8
07.07.	15,16,17,18, 19,20,21,55, 80,81,82,83, 84,56,57,58,	11
10.07.	59,60,61,62, 63,64,22,23, 24,25,26,27	82,52,15
12.07.	28,29,30,31, 32,33,34,35, 36	
14.07.	47,48,49,65, 66,37,38,39, 40,41,42,43, 44,45,46	62,22,59
15.07.	85,86,87,88, 89,90,91,92	22,38
17.07.	67,68,69,70, 71,72,73,74, 75,76,77,78, 79	60,44,33
19.07.	92,93,94,95, 96,500,501, 502,503,504, 505,506	87,68,21,65, 48,90,44,
21.07.	520,521,97, 98,99	95
26.07.	507,508	520
28.07.	512	

Daten für Jolly-Tagespopulationsgrößenschätzung/Kirchenköpfe 1996

Datum	Neumarkiert	Wiederfänge *
28.06.	1	
02.07.	200, 201,202	
03.07.	2,3,4,5,6,7	200
05.07.	402,403,404, 203	
11.07.	204,205,206, 207,208,209, 210,211,212, 213	404,7,403,202 203
13.07.	8,9,10,11,12, 13,14,15,16, 17	205,404,2,201
14.07.	214,215,216, 217,218,219, 220,221	9,15,11
15.07.	18,19,20,21, 22,222,223	17,11,14,203,
16.07.	224,225,226, 227,228,229	11,12,220,219, 21,15,16,202
17.07.	23,24,25,26, 27,28	205,11,16,211, 203
18.07.	230,231,232, 233,234,235, 236,237,238	28,205,204,19, 220,226,26, 211,225
19.07.	29,30,31,32	11,201,221,21, 226,220,26,18
21.07.	239	29,30,13
22.07.	33,34	30,221,13,21
24.07.	35	26
25.07.	0	0
26.07.	0	0
27.07.	240,241,242	
29.07.	36	
31.07.	243	
01.08.	0	0

*ohne Fänge desselben Tages

4. Daten zur statistischen Bearbeitung der Ameisen-Erhebungen

Ort	Probefläche	Nestdichte	Nestnummer	MyrmicaArt	Offenboden %	MArt_num	PDWert	PDKlasse	Februar	April	Juni	August	Oktober	Dezember	Jahresmittel	F	R	N	L	T
Kälberberg/H.	1a	44	1	M. rubra	0	1	1.500,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	3,67	7,4	3,71	7,38	5,8
Kälberberg/H.	1a	44	2	M. rubra	0	1	1.860,0	5,0	87	95	98	96	88	77	90	3,55	7	3,27	7,62	5,86
Kälberberg/H.	1a	4	3	M. scabrinodis	0	2	2.000,0	5,0	87	95	98	96	88	77	90	3,92	7,71	3,73	7,29	5,71
Kälberberg/H.	1a	44	4	M. rubra	0	1	1.250,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4	7	3	7,25	5,67
Kälberberg/H.	1a	44	5	M. rubra	0	1	2.000,0	5,0	87	95	98	96	88	77	90	4	6,6	2,83	7,38	6
Kälberberg/H.	1a	44	6	M. rubra	0	1	1.500,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4	7	3,75	7,22	5,6
Kälberberg/H.	1a	44	7	M. rubra	0	1	1.500,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,1	7,17	2,86	7,18	5,33
Kälberberg/H.	1a	44	8	M. rubra	0	1	2.250,0	6,0	87	95	98	96	88	77	90	4,25	7	3,6	7,5	6
Kälberberg/H.	1a	44	9	M. rubra	0	1	1.500,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,29	6,8	3,88	7,22	5,8
Kälberberg/H.	1a	44	10	M. rubra	0	1	2.250,0	6,0	87	95	98	96	88	77	90	3,71	6,4	2,43	7,5	6
Kälberberg/H.	1a	44	11	M. rubra	0	1	2.000,0	5,0	87	95	98	96	88	77	90	4,2	7	4,1	7,17	5,83
Kälberberg/H.	1a	8	12	M. sabuleti	0	3	1.750,0	5,0	87	95	98	96	88	77	90	3,9	7,25	3,27	7,64	5,6
Kälberberg/H.	1a	44	13	M. rubra	0	1	2.000,0	5,0	87	95	98	96	88	77	90	3,7	7	3	7,38	5,83
Kälberberg/H.	1a	8	14	M. sabuleti	0	3	1.500,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,11	7	3,33	7,18	5,5
Kälberberg/H.	1a	0	0	M. schencki	0		1.783,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,13	6,92	3,83	7,34	5,67
Kälberberg/H.	1b	24	1	M. sabuleti	5	3	1.425,0	4,0	150	112	99	106	137	166	128	3,82	7,44	2,9	7,46	5,33
Kälberberg/H.	1b	24	2	M. sabuleti	15	3	713,0	2,0	150	112	99	106	137	166	128	3,5	7,75	2,77	7,46	5,33
Kälberberg/H.	1b	24	3	M. sabuleti	25	3	1.188,0	3,0	150	112	99	106	137	166	128	4	7,43	3	7,45	5,25
Kälberberg/H.	1b	24	4	M. sabuleti	10	3	1.575,0	4,0	150	112	99	106	137	166	128	3,44	7,43	2,7	7,8	5,75
Kälberberg/H.	1b	24	5	M. sabuleti	10	3	1.425,0	4,0	150	112	99	106	137	166	128	3,5	7,44	2,91	7,45	5,83
Kälberberg/H.	1b	24	6	M. sabuleti	10	3	2.300,0	6,0	150	112	99	106	137	166	128	3,88	7,2	2,88	7,3	5,33
Kälberberg/H.	1b	0	0	M. rubra	13		1.438,0	6,0	150	112	99	106	137	166	128	3,75	7,32	3,13	7,46	5,63
Kälberberg/H.	1b	0	0	M. scabrinodis	13		1.438,0	6,0	150	112	99	106	137	166	128	3,75	7,32	3,13	7,46	5,63
Kälberberg/H.	1b	0	0	M. schencki	13		1.438,0	6,0	150	112	99	106	137	166	128	3,75	7,32	3,13	7,46	5,63
Kälberberg/H.	2a	8	1	M. sabuleti	20	3	460,0	2,0	100	100	100	100	98	95	99	3,58	7,3	2,46	7,6	5,5
Kälberberg/H.	2a	8	2	M. sabuleti	20	3	225,0	1,0	100	100	100	100	98	95	99	3,75	6,9	2,5	7,4	5,6
Kälberberg/H.	2a	0	0	M. rubra	10		343	1	100	100	100	100	98	95	99	3,77	7,15	2,60	7,45	5,36
Kälberberg/H.	2a	0	0	M. scabrinodis	10		343	1	100	100	100	100	98	95	99	3,77	7,15	2,60	7,45	5,36
Kälberberg/H.	2a	0	0	M. schencki	10		343	1	100	100	100	100	98	95	99	3,77	7,15	2,60	7,45	5,36
Kälberberg/H.	2b	12	1	M. sabuleti	60	3	200,0	1,0	146	111	100	107	134	172	128	3,22	7,67	2,6	7,5	5,5
Kälberberg/H.	2b	12	2	M. sabuleti	50	3	125,0	1,0	146	111	100	107	134	172	128	3,33	7,78	2,33	7,62	5,25
Kälberberg/H.	2b	12	3	M. sabuleti	60	3	360,0	1,0	146	111	100	107	134	172	128	3,4	7,62	2,59	7,47	5,29
Kälberberg/H.	2b	0	0	M. rubra	57		1.438,0	1,0	146	111	100	107	134	172	128	3,62	7,30	2,76	7,45	5,40
Kälberberg/H.	2b	0	0	M. scabrinodis	57		1.438,0	1,0	146	111	100	107	134	172	128	3,62	7,30	2,76	7,45	5,40
Kälberberg/H.	2b	0	0	M. schencki	57		1.438,0	1,0	146	111	100	107	134	172	128	3,62	7,30	2,76	7,45	5,40
Kälberberg/H.	3	32	1	M. sabuleti	50	3	515,0	2,0	156	112	98	108	142	192	135	3,27	7,5	2,42	7,77	5,38
Kälberberg/H.	3	32	2	M. sabuleti	15	3	440,0	2,0	156	112	98	108	142	192	135	3,4	7,38	2,56	7,4	5,14
Kälberberg/H.	3	32	3	M. sabuleti	70	3	375,0	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,33	7,29	2,86	7,44	5,38
Kälberberg/H.	3	32	4	M. sabuleti	50	3	375,0	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,3	7,33	2,56	7,4	5,56
Kälberberg/H.	3	32	5	M. sabuleti	70	3	450,0	2,0	156	112	98	108	142	192	135	3,63	7,14	2,67	7,33	5,29
Kälberberg/H.	3	32	6	M. sabuleti	70	3	115,0	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,63	7,33	2,33	7,63	5,17
Kälberberg/H.	3	32	7	M. sabuleti	55	3	340,0	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,57	7,2	2,67	7,57	5,2
Kälberberg/H.	3	32	8	M. sabuleti	50	3	355,0	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,4	7,5	2,6	7,82	5,43
Kälberberg/H.	3	0	0	M. rubra	54		494	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,49	7,37	2,70	7,39	5,56
Kälberberg/H.	3	0	0	M. scabrinodis	54		494	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,49	7,37	2,70	7,39	5,56
Kälberberg/H.	3	0	0	M. schencki	54		494	1,0	156	112	98	108	142	192	135	3,49	7,37	2,70	7,39	5,56
Kälberberg/H.	4	96	1	M. sabuleti	0	3	1.200,0	3,0	131	108	102	106	123	146	119	3,5	7,4	2,64	7,58	5,86
Kälberberg/H.	4	96	2	M. sabuleti	0	3	1.050,0	3,0	131	108	102	106	123	146	119	3,82	7,11	3	7,42	5,43
Kälberberg/H.	4	96	3	M. sabuleti	0	3	1.050,0	3,0	131	108	102	106	123	146	119	4	7	3,5	7,38	6,17
Kälberberg/H.	4	96	4	M. sabuleti	0	3	975,0	3,0	131	108	102	106	123	146	119	3,6	7,6	2,6	7,55	5,67
Kälberberg/H.	4	96	5	M. sabuleti	0	3	1.800,0	5,0	131	108	102	106	123	146	119	4	7,25	3,14	7	5,5
Kälberberg/H.	4	96	6	M. sabuleti	0	3	1.800,0	5,0	131	108	102	106	123	146	119	4	7,14	3,29	7	5,2
Kälberberg/H.	4	96	7	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,13	7,25	3,43	7	5,5
Kälberberg/H.	4	96	8	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,1	7,5	3,57	7,45	5,4
Kälberberg/H.	4	96	9	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,79	7,27	3,15	7,5	5,57
Kälberberg/H.	4	96	10	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,86	7,18	3	7,53	5,63
Kälberberg/H.	4	96	11	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4	6,86	3,22	7,36	5,5
Kälberberg/H.	4	96	12	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,83	7,38	3,08	7,43	5,33
Kälberberg/H.	4	96	13	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,75	7,13	3	7,47	5,5
Kälberberg/H.	4	96	14	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,11	6,75	3,33	7,55	6
Kälberberg/H.	4	96	15	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,91	7	2,7	7,36	5,63
Kälberberg/H.	4	96	16	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,14	7,17	3,5	7,11	5,5
Kälberberg/H.	4	96	17	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,67	7,11	3	7,46	5,5
Kälberberg/H.	4	96	18	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,77	7,4	3,18	7,33	5,5
Kälberberg/H.	4	96	19	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4	7	2,89	7,42	5,67
Kälberberg/H.	4	96	20	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,77	6,9	3,09	7,64	5,71
Kälberberg/H.	4	96	21	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,7	7,5	3	7,58	5,57
Kälberberg/H.	4	96	22	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	3,93	7	3,23	7,5	5,56
Kälberberg/H.	4	96	23	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,07	7,2	3,77	7,44	5,43

Kälberberg/H.	4	96	24	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,17	7,22	3,3	7,29	5,29
Kälberberg/H.	4	0	0	M. rubra	0		2.203	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,07	6,97	3,29	7,24	5,33
Kälberberg/H.	4	0	0	M. scabrinodis	0		2.203	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,07	6,97	3,29	7,24	5,33
Kälberberg/H.	4	0	0	M. schencki	0		2.203	7,0	131	108	102	106	123	146	119	4,07	6,97	3,29	7,24	5,33
Kälberberg/H.	7	84	1	M. scabrinodis	1	2	2.959,0	8,0	130	108	102	106	120	140	118	4	6,67	3,67	7,38	5,38
Kälberberg/H.	7	84	2	M. scabrinodis	2	2	690,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,18	6,33	3,55	7,07	5,6
Kälberberg/H.	7	84	3	M. scabrinodis	1	2	800,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,25	6,33	3,64	7,15	5,25
Kälberberg/H.	7	84	4	M. scabrinodis	2	2	1.413,0	4,0	130	108	102	106	120	140	118	4,11	6,25	3,89	7,2	5,67
Kälberberg/H.	7	84	5	M. scabrinodis	2	2	1.065,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	3,92	6,89	3,3	7,31	5,5
Kälberberg/H.	7	84	6	M. scabrinodis	5	2	575,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,13	6,56	3,62	7,18	5,6
Kälberberg/H.	7	84	7	M. scabrinodis	2	2	810,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	4,07	6,9	3,43	7,28	5,43
Kälberberg/H.	7	84	8	M. scabrinodis	1	2	555,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,17	6,88	3,83	7,38	5,75
Kälberberg/H.	7	84	9	M. scabrinodis	5	2	655,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,08	7	3,4	7,29	5,4
Kälberberg/H.	7	84	10	M. scabrinodis	5	2	620,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,09	6,14	3,82	7,21	5,5
Kälberberg/H.	7	84	11	M. scabrinodis	1	2	1.090,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	3,82	7,25	3,42	7,47	5,5
Kälberberg/H.	7	84	12	M. scabrinodis	5	2	925,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	4	6,33	3,7	7,17	5,25
Kälberberg/H.	7	84	13	M. scabrinodis	10	2	1.160,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	3,89	6,5	2,13	7,33	5,25
Kälberberg/H.	7	84	14	M. scabrinodis	5	2	1.315,0	4,0	130	108	102	106	120	140	118	4	6,7	3,62	7,38	5,57
Kälberberg/H.	7	84	15	M. scabrinodis	5	2	1.070,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	4,13	6,7	3,77	7,25	5,5
Kälberberg/H.	7	84	16	M. scabrinodis	1	2	575,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,08	6,33	3,71	7,14	5,6
Kälberberg/H.	7	84	17	M. scabrinodis	1	2	840,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	4,08	6,44	3,64	7,08	5,75
Kälberberg/H.	7	16	18	M. sabuleti	1	3	600,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	3,89	6,38	2,67	7,18	5,4
Kälberberg/H.	7	16	19	M. sabuleti	20	3	600,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	3,75	6,75	3,56	7,55	5,5
Kälberberg/H.	7	84	20	M. scabrinodis	1	2	575,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4	6,25	3,45	7,36	5,5
Kälberberg/H.	7	84	21	M. scabrinodis	2	2	1.368,0	4,0	130	108	102	106	120	140	118	3,82	7,29	3,3	7,25	5,4
Kälberberg/H.	7	84	22	M. scabrinodis	10	2	1.165,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	4	6,4	3,56	7,18	5,33
Kälberberg/H.	7	84	23	M. scabrinodis	10	2	1.200,0	3,0	130	108	102	106	120	140	118	4,13	6,5	3,78	7	5,5
Kälberberg/H.	7	16	24	M. sabuleti	10	3	730,0	2,0	130	108	102	106	120	140	118	4,18	6,4	3,7	7,08	5,33
Kälberberg/H.	7	16	25	M. sabuleti	1	3	1.565,0	4,0	130	108	102	106	120	140	118	4,3	7,17	4,11	7,09	5,5
Kälberberg/H.	7	0	0	M. rubra	4		1.020	4,0	130	108	102	106	120	140	118	4,12	6,87	3,45	7,3	5,67
Kälberberg/H.	7	0	0	M. schencki	4		1.020	4,0	130	108	102	106	120	140	118	4,12	6,87	3,45	7,3	5,67
Kälberberg/H.	8	0	0	M. rubra	7		556	2	120	105	102	104	115	127	112	3,68	7,5	2,86	7,3	5,35
Kälberberg/H.	8	0	0	M. schencki	7		556	2	120	105	102	104	115	127	112	3,68	7,5	2,86	7,3	5,35
Kälberberg/H.	8	0	0	M. sabuleti	7		556	2	120	105	102	104	115	127	112	3,68	7,5	2,86	7,3	5,35
Kälberberg/H.	8	0	0	M. scabrinodis	7		556	2	120	105	102	104	115	127	112	3,68	7,5	2,86	7,3	5,35
Kälberberg/H.	9	24	1	M. sabuleti	2	3	735,0	2,0	120	105	102	104	115	127	112	3,72	6,86	2,94	7,3	5,89
Kälberberg/H.	9	24	2	M. sabuleti	5	3	925,0	3,0	120	105	102	104	115	127	112	3,64	7,17	3	7,47	5,5
Kälberberg/H.	9	24	3	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	120	105	102	104	115	127	112	3,73	7,31	3,19	7,44	5,11
Kälberberg/H.	9	24	4	M. sabuleti	5	3	238,0	1,0	120	105	102	104	115	127	112	3,64	7	2,81	7,33	5,14
Kälberberg/H.	9	24	5	M. sabuleti	5	3	725,0	2,0	120	105	102	104	115	127	112	3,58	7	2,83	7,29	5,57
Kälberberg/H.	9	24	6	M. sabuleti	5	3	238,0	1,0	120	105	102	104	115	127	112	3,53	7,36	2,88	7,44	5,71
Kälberberg/H.	9	0	0	M. rubra	5		556	1,0	120	105	102	104	115	127	112	3,79	7,11	3	7,35	5,5
Kälberberg/H.	9	0	0	M. scabrinodis	5		556	1,0	120	105	102	104	115	127	112	3,79	7,11	3	7,35	5,5
Kälberberg/H.	9	0	0	M. schencki	5		556	1,0	120	105	102	104	115	127	112	3,79	7,11	3	7,35	5,5
Kälberberg/H.	10	40	1	M. sabuleti	0	3	1.250,0	4,0	117	105	102	104	114	126	111	3,46	7,55	2,87	7,63	5,33
Kälberberg/H.	10	40	2	M. sabuleti	3	3	800,0	2,0	117	105	102	104	114	126	111	4,13	7	3	7,25	5,25
Kälberberg/H.	10	40	3	M. sabuleti	5	3	725,0	2,0	117	105	102	104	114	126	111	3,69	7,38	2,71	7,4	5,5
Kälberberg/H.	10	40	4	M. sabuleti	1	3	750,0	2,0	117	105	102	104	114	126	111	3,79	7,17	3,29	7,33	5,57
Kälberberg/H.	10	40	5	M. sabuleti	2	3	735,0	2,0	117	105	102	104	114	126	111	3,57	7,18	3,06	7,5	5,29
Kälberberg/H.	10	40	6	M. sabuleti	1	3	1.238,0	4,0	117	105	102	104	114	126	111	3,85	7,33	3,2	7,54	5,33
Kälberberg/H.	10	40	7	M. sabuleti	5	3	925,0	3,0	117	105	102	104	114	126	111	3,92	7,3	2,7	7,43	5,17
Kälberberg/H.	10	40	8	M. sabuleti	0	3	1.250,0	4,0	117	105	102	104	114	126	111	3,62	6,83	3,08	7,71	5,5
Kälberberg/H.	10	40	9	M. sabuleti	0	3	1.000,0	3,0	117	105	102	104	114	126	111	4,09	7,1	2,89	7,5	5,2
Kälberberg/H.	10	40	10	M. sabuleti	5	3	980,0	3,0	117	105	102	104	114	126	111	3,71	7,33	2,93	7,5	5,25
Kälberberg/H.	10	0	0	M. rubra	2		965	3,0	117	105	102	104	114	126	111	3,76	6,97	2,79	7,44	5,7
Kälberberg/H.	10	0	0	M. scabrinodis	2		965	3,0	117	105	102	104	114	126	111	3,76	6,97	2,79	7,44	5,7
Kälberberg/H.	10	0	0	M. schencki	2		965	3,0	117	105	102	104	114	126	111	3,76	6,97	2,79	7,44	5,7
Kälberberg/H.	11	8	1	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	100	99	99	99	96	90	97	3,73	7,42	2,8	7,5	5,38
Kälberberg/H.	11	8	2	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	100	99	99	99	96	90	97	3,83	7,19	3	7,45	5,55
Kälberberg/H.	11	0	0	M. rubra	0		2.000	5,0	100	99	99	99	96	90	97	3,8	7,15	2,97	7,41	5,68
Kälberberg/H.	11	0	0	M. scabrinodis	0		2.000	5,0	100	99	99	99	96	90	97	3,8	7,15	2,97	7,41	5,68
Kälberberg/H.	11	0	0	M. schencki	0		2.000	5,0	100	99	99	99	96	90	97	3,8	7,15	2,97	7,41	5,68
Kälberberg/H.	12	20	1	M. sabuleti	2	3	2.030,0	6,0	99	98	98	98	96	90	97	4,1	6,8	3,42	7,17	5,5
Kälberberg/H.	12	20	2	M. sabuleti	2	3	1.460,0	4,0	99	98	98	98	96	90	97	3,92	7,11	3,21	7,19	5,17
Kälberberg/H.	12	20	3	M. sabuleti	0	3	1.500,0	4,0	99	98	98	98	96	90	97	4	7,17	3,4	7,09	5,6
Kälberberg/H.	12	20	4	M. sabuleti	0	3	1.500,0	4,0	99	98	98	98	96	90	97	3,5	7	2,45	7,25	5,83
Kälberberg/H.	12	20	5	M. sabuleti	0	3	1.750,0	5,0	99	98	98	98	96	90	97	3,89	7	3,5	7,4	5
Kälberberg/H.	12	0	0	M. rubra	1		1.373	4	99	98	98	98	96	90	97	3,83	7,05	2,97	7,37	5,6
Kälberberg/H.	12	0	0	M. scabrinodis	1		1.373	4	99	98	98	98	96	90	97	3,83	7,05	2,97	7,37	5,6
Kälberberg/H.	12	0	0	M. schencki	1		1.373	4	99	98	98	98	96	90	97	3,83	7,05	2,97	7,37	5,6

Kälberberg/H.	13	28	1	M. sabuleti	10	3	915,0	3,0	98	96	95	95	95	90	95	3,64	7,43	2,83	7,5	5,33
Kälberberg/H.	13	28	2	M. sabuleti	5	3	363,0	1,0	98	96	95	95	95	90	95	4	7,27	3	7,2	5,57
Kälberberg/H.	13	28	3	M. sabuleti	2	3	980,0	3,0	98	96	95	95	95	90	95	3,73	7	2,83	7,29	5,67
Kälberberg/H.	13	28	4	M. sabuleti	1	3	990,0	3,0	98	96	95	95	95	90	95	3,73	6,88	3,09	7,42	5,57
Kälberberg/H.	13	28	5	M. sabuleti	10	3	675,0	2,0	98	96	95	95	95	90	95	4	7	3,08	7,13	5,8
Kälberberg/H.	13	28	6	M. sabuleti	4	3	720,0	2,0	98	96	95	95	95	90	95	4	6,86	3,7	7,27	5,75
Kälberberg/H.	13	28	7	M. sabuleti	5	3	713,0	2,0	98	96	95	95	95	90	95	4	7,13	3,71	7,17	5,4
Kälberberg/H.	13	0	0	M. rubra	5		893	3	98	96	95	95	95	90	95	3,89	7,19	3	7,28	5,55
Kälberberg/H.	13	0	0	M. scabrinodis	5		893	3	98	96	95	95	95	90	95	3,89	7,19	3	7,28	5,55
Kälberberg/H.	13	0	0	M. schencki	5		893	3	98	96	95	95	95	90	95	3,89	7,19	3	7,28	5,55
Kälberberg/H.	14	56	1	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	29	71	86	76	39	0	50	3,6	7,5	2,67	7,47	5,57
Kälberberg/H.	14	56	2	M. sabuleti	20	3	200,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,88	7,23	2,88	7,45	5,86
Kälberberg/H.	14	56	3	M. sabuleti	20	3	200,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,58	7,5	2,67	7,4	5,57
Kälberberg/H.	14	56	4	M. sabuleti	25	3	188,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,62	7,44	3	7,35	5,29
Kälberberg/H.	14	56	5	M. sabuleti	15	3	425,0	2,0	29	71	86	76	39	0	50	3,5	7,18	2,67	7,33	5,67
Kälberberg/H.	14	56	6	M. sabuleti	25	3	375,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,61	7,47	2,82	7,47	5,55
Kälberberg/H.	14	56	7	M. sabuleti	10	3	225,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,36	7,45	2,87	7,39	5,5
Kälberberg/H.	14	56	8	M. sabuleti	10	3	225,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,41	7,5	2,83	7,47	5,4
Kälberberg/H.	14	56	9	M. sabuleti	7	3	233,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,63	7,24	2,95	7,5	5,2
Kälberberg/H.	14	56	10	M. sabuleti	20	3	200,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,73	7,29	2,86	7,38	5,09
Kälberberg/H.	14	56	11	M. sabuleti	20	3	200,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,71	7,37	2,71	7,46	5,33
Kälberberg/H.	14	56	12	M. sabuleti	5	3	233,0	1,0	29	71	86	76	39	0	50	3,65	7,23	2,67	7,36	5,18
Kälberberg/H.	14	0	0	M. rubra	17		526	2	29	71	86	76	39	0	50	3,76	7,03	2,7	7,39	5,43
Kälberberg/H.	14	0	0	M. scabrinodis	17		526	2	29	71	86	76	39	0	50	3,76	7,03	2,7	7,39	5,43
Kälberberg/H.	14	0	0	M. schencki	17		526	2	29	71	86	76	39	0	50	3,76	7,03	2,7	7,39	5,43
Kälberberg/H.	15	24	1	M. sabuleti	20	3	400,0	1,0	98	94	93	94	94	90	94	3,14	7,57	2,44	7,41	5,4
Kälberberg/H.	15	24	2	M. sabuleti	15	3	298,0	1,0	98	94	93	94	94	90	94	3,5	7,89	2,9	7,36	5,4
Kälberberg/H.	15	24	3	M. sabuleti	15	3	298,0	1,0	98	94	93	94	94	90	94	3,45	7,7	2,67	7,31	5,4
Kälberberg/H.	15	24	4	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	98	94	93	94	94	90	94	3,38	7,9	2,36	7,44	5,14
Kälberberg/H.	15	24	5	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	98	94	93	94	94	90	94	3,36	7,46	2,73	7,5	5,33
Kälberberg/H.	15	24	6	M. sabuleti	25	3	298,0	1,0	98	94	93	94	94	90	94	3,47	7,36	2,64	7,47	5,38
Kälberberg/H.	15	0	0	M. rubra	16		366	1	98	94	93	94	94	90	94	3,59	7,26	2,59	7,41	5,56
Kälberberg/H.	15	0	0	M. scabrinodis	16		366	1	98	94	93	94	94	90	94	3,59	7,26	2,59	7,41	5,56
Kälberberg/H.	15	0	0	M. schencki	16		366	1	98	94	93	94	94	90	94	3,59	7,26	2,59	7,41	5,56
Kälberberg/H.	16	4	1	M. sabuleti	50	3	325,0	1,0	97	92	92	93	94	90	93	3,64	7,2	2,92	7,33	5,44
Kälberberg/H.	16	0	0	M. rubra	50		325	1,0	97	92	92	93	94	90	93	3,59	7,3	2,65	7,33	5,48
Kälberberg/H.	16	0	0	M. scabrinodis	50		325	1,0	97	92	92	93	94	90	93	3,59	7,3	2,65	7,33	5,48
Kälberberg/H.	16	0	0	M. schencki	50		325	1,0	97	92	92	93	94	90	93	3,59	7,3	2,65	7,33	5,48
Kälberberg/H.	17	20	1	M. sabuleti	7	3	465,0	2,0	99	97	97	97	95	90	96	3,69	7,5	3,21	7,12	5,6
Kälberberg/H.	17	20	2	M. sabuleti	5	3	363,0	1,0	99	97	97	97	95	90	96	3,73	7,33	2,77	7,36	5,57
Kälberberg/H.	17	20	3	M. sabuleti	20	3	280,0	1,0	99	97	97	97	95	90	96	3,4	7,44	2,18	7,38	5,5
Kälberberg/H.	17	20	4	M. sabuleti	20	3	302,0	1,0	99	97	97	97	95	90	96	3,55	7,11	3,09	7,14	5,83
Kälberberg/H.	17	20	5	M. sabuleti	7	3	448,0	2,0	99	97	97	97	95	90	96	3,62	7,36	2,92	7,33	5,33
Kälberberg/H.	17	0	0	M. rubra	12		372	1,0	99	97	97	97	95	90	96	3,83	7,33	2,9	7,26	5,4
Kälberberg/H.	17	0	0	M. scabrinodis	12		372	1,0	99	97	97	97	95	90	96	3,83	7,33	2,9	7,26	5,4
Kälberberg/H.	17	0	0	M. schencki	12		372	1	99	97	97	97	95	90	96	3,83	7,33	2,9	7,26	5,4
Kälberberg/H.	18	36	1	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	98	95	94	94	94	90	94	3,88	7	3,14	7	5,33
Kälberberg/H.	18	36	2	M. sabuleti	0	3	2.250,0	6,0	98	95	94	94	94	90	94	3,78	7,25	2,71	7	5,83
Kälberberg/H.	18	36	3	M. sabuleti	0	3	2.250,0	6,0	98	95	94	94	94	90	94	3,67	7,25	2,4	7,5	5,25
Kälberberg/H.	18	36	4	M. sabuleti	0	3	1.250,0	4,0	98	95	94	94	94	90	94	3,5	7,17	3,11	7,42	5,83
Kälberberg/H.	18	36	5	M. sabuleti	0	3	1.000,0	3,0	98	95	94	94	94	90	94	4,09	7	3,22	7,38	5,6
Kälberberg/H.	18	36	6	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	98	95	94	94	94	90	94	4,08	7,13	3,09	7,14	5,4
Kälberberg/H.	18	36	7	M. sabuleti	0	3	1.750,0	5,0	98	95	94	94	94	90	94	3,83	6,78	3,08	7,43	5,57
Kälberberg/H.	18	36	8	M. sabuleti	0	3	2.250,0	6,0	98	95	94	94	94	90	94	3,67	7	2,43	7,2	5,67
Kälberberg/H.	18	36	9	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	98	95	94	94	94	90	94	4,08	7,13	3,09	7,14	5,4
Kälberberg/H.	18	0	0	M. rubra	0		1.861	5	98	95	94	94	94	90	94	3,89	7,05	3	7,41	5,63
Kälberberg/H.	18	0	0	M. scabrinodis	0		1.861	5	98	95	94	94	94	90	94	3,89	7,05	3	7,41	5,63
Kälberberg/H.	18	0	0	M. schencki	0		1.861	5	98	95	94	94	94	90	94	3,89	7,05	3	7,41	5,63
Kälberberg/H.	19	20	1	M. rubra	5	1	2.250,0	6,0	98	96	95	95	95	90	95	4	7,38	3,67	7,09	5,4
Kälberberg/H.	19	20	2	M. rubra	1	1	2.000,0	5,0	98	96	95	95	95	90	95	4,09	6,89	3,5	7,4	5,33
Kälberberg/H.	19	20	3	M. rubra	5	1	2.250,0	6,0	98	96	95	95	95	90	95	3,5	7,2	3,14	7,11	5,75
Kälberberg/H.	19	20	4	M. rubra	5	1	2.250,0	6,0	98	96	95	95	95	90	95	3,78	7,2	3,67	7,09	5,5
Kälberberg/H.	19	12	5	M. sabuleti	15	3	1.275,0	4,0	98	96	95	95	95	90	95	3,71	7	3,36	7,25	5,88
Kälberberg/H.	19	12	6	M. sabuleti	5	3	1.613,0	5,0	98	96	95	95	95	90	95	3,9	7,25	3,44	7	5,25
Kälberberg/H.	19	12	7	M. sabuleti	10	3	2.025,0	6,0	98	96	95	95	95	90	95	4,3	7,22	4	7,17	5,67
Kälberberg/H.	19	20	8	M. rubra	0	1	2.000,0	5,0	98	96	95	95	95	90	95	4,36	7	3,57	7	5,75
Kälberberg/H.	19	0	0	M. scabrinodis	6		2.150	6	98	96	95	95	95	90	95	4,18	7,05	3,73	7,23	5,71
Kälberberg/H.	19	0	0	M. schencki	6		2.150	6	98	96	95	95	95	90	95	4,18	7,05	3,73	7,23	5,71
Kälberberg/H.	20	8	1	M. schencki	0	4	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	4	7	3	6,86	5,33
Kälberberg/H.	20	24	2	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,3	7,33	2,89	7,36	5,5

Kälberberg/H.	20	24	3	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,5	7,4	2,6	7,29	5,4
Kälberberg/H.	20	24	4	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,7	7,4	3,14	7	5,25
Kälberberg/H.	20	24	5	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,57	7,6	3,17	7,57	5,4
Kälberberg/H.	20	8	6	M. schencki	0	4	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,57	7,86	3,25	7,43	5,4
Kälberberg/H.	20	4	7	M. ruginodis	0		2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,58	7,4	3,22	7,33	5,56
Kälberberg/H.	20	24	8	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,45	7,4	3	7,36	5,88
Kälberberg/H.	20	24	9	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,6	7,25	2,56	7,4	6
Kälberberg/H.	20	4	10	M. rubra	0	1	2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,58	7,2	3,45	7,5	5,6
Kälberberg/H.	20	0	0	M. scabrinodis	0		2.500,0	7,0	99	97	97	97	95	90	96	3,88	7,46	3,32	7,27	5,57
Kälberberg/H.	21	12	1	M. sabuleti	5	3	713,0	2,0	97	92	92	93	94	90	93	3,31	7,67	2,56	7,59	5,44
Kälberberg/H.	21	12	2	M. sabuleti	7	3	863,0	3,0	97	92	92	93	94	90	93	3,56	7,6	2,61	7,45	5,36
Kälberberg/H.	21	12	3	M. sabuleti	10	3	825,0	3,0	97	92	92	93	94	90	93	3,69	7,46	2,73	7,56	5,5
Kälberberg/H.	21	0	0	M. rubra	7		800	3,0	97	92	92	93	94	90	93	3,52	7,48	2,52	7,36	5,53
Kälberberg/H.	21	0	0	M. scabrinodis	7		800	3,0	97	92	92	93	94	90	93	3,52	7,48	2,52	7,36	5,53
Kälberberg/H.	21	0	0	M. schencki	7		800	3,0	97	92	92	93	94	90	93	3,52	7,48	2,52	7,36	5,53
Kälberberg/H.	22	12	1	M. sabuleti	15	3	213,0	1,0	36	74	88	89	45	8	57	3,53	7,08	3	7,5	5,86
Kälberberg/H.	22	12	2	M. sabuleti	15	3	213,0	1,0	36	74	88	89	45	8	57	3,71	7,42	2,83	7,42	5,43
Kälberberg/H.	22	12	3	M. sabuleti	5	3	713,0	2,0	36	74	88	89	45	8	57	3,31	7,5	2,88	7,41	5,67
Kälberberg/H.	22	0	0	M. rubra	12		380	1	36	74	88	89	45	8	57	3,67	7,16	2,84	7,43	5,59
Kälberberg/H.	22	0	0	M. scabrinodis	12		380	1,0	36	74	88	89	45	8	57	3,67	7,16	2,84	7,43	5,59
Kälberberg/H.	22	0	0	M. schencki	12		380	1,0	36	74	88	89	45	8	57	3,67	7,16	2,84	7,43	5,59
Kälberberg/H.	23	44	1	M. sabuleti	2	3	2.000,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,89	7,33	3,5	7,38	5,33
Kälberberg/H.	23	44	2	M. sabuleti	0	3	2.030,0	6,0	99	97	96	96	95	90	96	3,75	7,44	2,85	7,36	5,14
Kälberberg/H.	23	44	3	M. sabuleti	2	3	1.750,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,73	7,55	2,91	7,31	5,43
Kälberberg/H.	23	44	4	M. sabuleti	2	3	1.715,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,77	6,9	3	7,2	5,5
Kälberberg/H.	23	44	5	M. sabuleti	2	3	1.470,0	4,0	99	97	96	96	95	90	96	3,55	7,5	2,5	7,33	5,33
Kälberberg/H.	23	44	6	M. sabuleti	2	3	1.715,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,67	7,46	3	7,44	5,25
Kälberberg/H.	23	44	7	M. sabuleti	0	3	1.750,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,77	7,08	3,33	7,36	5,38
Kälberberg/H.	23	44	8	M. sabuleti	0	3	1.750,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,5	7,44	2,83	7,43	5,43
Kälberberg/H.	23	44	9	M. sabuleti	2	3	2.100,0	6,0	99	97	96	96	95	90	96	3,62	7,11	2,93	7,57	5,43
Kälberberg/H.	23	44	10	M. sabuleti	0	3	1.750,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,6	7,54	3,13	7,41	5,3
Kälberberg/H.	23	44	11	M. sabuleti	4	3	1.635,0	5,0	99	97	96	96	95	90	96	3,57	7,58	3,14	7,47	5,38
Kälberberg/H.	23	0	0	M. rubra	1		1.788	5	99	97	96	96	95	90	96	3,88	7	3,06	7,3	5,5
Kälberberg/H.	23	0	0	M. scabrinodis	1		1.788	5	99	97	96	96	95	90	96	3,88	7	3,06	7,3	5,5
Kälberberg/H.	23	0	0	M. schencki	1		1.788	5	99	97	96	96	95	90	96	3,88	7	3,06	7,3	5,5
Kälberberg/H.	24	8	1	M. rubra	0	1	2.500,0	7,0	43	78	90	81	51	16	60	4,2	7	4,33	7	5,25
Kälberberg/H.	24	16	2	M. scabrinodis	0	2	2.500,0	7,0	43	78	90	81	51	16	60	4,2	7	4,33	7	5,25
Kälberberg/H.	24	8	3	M. rubra	0	1	2.500,0	7,0	43	78	90	81	51	16	60	3,8	7,25	3,4	7,29	5,2
Kälberberg/H.	24	16	4	M. scabrinodis	0	2	2.750,0	7,0	43	78	90	81	51	16	60	4,13	7	4,5	7,38	5,2
Kälberberg/H.	24	16	5	M. scabrinodis	0	2	2.750,0	7,0	43	78	90	81	51	16	60	3,75	7,25	3,33	7,2	5,25
Kälberberg/H.	24	16	6	M. scabrinodis	0	2	2.000,0	5,0	43	78	90	81	51	16	60	3,75	7,25	3,33	7,2	5,25
Kälberberg/H.	24	0	0	M. sabuleti	0		2.500	7	43	78	90	81	51	16	60	4,07	7,27	3,43	7,39	5,4
Kälberberg/H.	24	0	0	M. schencki	0		2.500	7	43	78	90	81	51	16	60	4,07	7,27	3,43	7,39	5,4
Kälberberg/H.	25	36	1	M. scabrinodis	0	2	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	4,27	7,29	3,56	7,08	5,4
Kälberberg/H.	25	8	2	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	4,13	6,67	3,43	7,3	5,6
Kälberberg/H.	25	36	3	M. scabrinodis	0	2	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	4,29	7,2	3,2	7,29	5,33
Kälberberg/H.	25	4	4	M. rubra	0	1	2.250,0	6,0	39	76	89	89	48	11	59	4,13	7,29	3,57	7,36	5,17
Kälberberg/H.	25	36	5	M. scabrinodis	0	2	2.250,0	6,0	39	76	89	89	48	11	59	4,38	7,17	3,71	7,1	5,25
Kälberberg/H.	25	36	6	M. scabrinodis	0	2	2.250,0	6,0	39	76	89	89	48	11	59	3,75	7	3,57	7,38	5,25
Kälberberg/H.	25	36	7	M. scabrinodis	0	2	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	4	7,4	2,71	7,4	5,25
Kälberberg/H.	25	36	8	M. scabrinodis	0	2	2.250,0	6,0	39	76	89	89	48	11	59	4	7,2	2,88	7,3	5,25
Kälberberg/H.	25	8	9	M. sabuleti	0	3	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	4	7,4	3	7,5	5
Kälberberg/H.	25	36	10	M. scabrinodis	0	2	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	3,75	7,25	2,86	7,33	5,25
Kälberberg/H.	25	36	11	M. scabrinodis	0	2	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	4,33	7,14	4	7,22	5,2
Kälberberg/H.	25	36	12	M. scabrinodis	0	2	2.500,0	7,0	39	76	89	89	48	11	59	3,78	7,29	3	7,4	5,17
Kälberberg/H.	25	0	0	M. schencki	0		2.417	7	39	76	89	89	48	11	59	4,26	7,06	3,5	7,38	5,57
Kirchenköpfe	1	100	1	M. sabuleti	3	3	485,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,88	7,33	2,88	7,4	5,6
Kirchenköpfe	1	100	2	M. sabuleti	2	3	490,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,64	7,71	3,1	7,31	5,6
Kirchenköpfe	1	100	3	M. sabuleti	3	3	485,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	4	7,25	2,6	7,43	5,5
Kirchenköpfe	1	100	4	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,89	7,43	2,71	7,4	5,6
Kirchenköpfe	1	100	5	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,7	7,71	2,75	7,27	5,6
Kirchenköpfe	1	100	6	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,7	7,43	2,89	7,45	5,6
Kirchenköpfe	1	100	7	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,86	7,2	2,67	7,5	5,5
Kirchenköpfe	1	100	8	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,75	7,33	2,57	7,44	5,6
Kirchenköpfe	1	100	9	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,57	7,5	2,57	7,38	6
Kirchenköpfe	1	100	10	M. sabuleti	15	3	425,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,86	7,5	2,4	7,25	5,5
Kirchenköpfe	1	100	11	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,57	7,6	2,71	7,5	5,75
Kirchenköpfe	1	100	12	M. sabuleti	1	3	495,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,8	7,5	3	7,42	5,8
Kirchenköpfe	1	100	13	M. sabuleti	2	3	490,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,4	7,67	2,5	7,43	5,5
Kirchenköpfe	1	100	14	M. sabuleti	0	3	500,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,78	7,6	3	7,3	5,33

Kirchenköpfe	1	100	15	M. sabuleti	15	3	425,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,43	8	2,86	7,57	5,67
Kirchenköpfe	1	100	16	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,71	7,6	3	7,5	5,75
Kirchenköpfe	1	100	17	M. sabuleti	15	3	425,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,57	7,5	2,57	7,38	6
Kirchenköpfe	1	100	18	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,75	7,5	2,83	7,33	5,6
Kirchenköpfe	1	100	19	M. sabuleti	20	3	400,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,7	7,57	2,78	7,36	5,8
Kirchenköpfe	1	100	20	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	4,25	6	4	8	6
Kirchenköpfe	1	100	21	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,67	7,67	3,17	7,67	6
Kirchenköpfe	1	100	22	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,7	7,57	2,78	7,33	5,8
Kirchenköpfe	1	100	23	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,5	7,5	3	7,5	5,67
Kirchenköpfe	1	100	24	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,91	7,33	3,4	7,5	5,8
Kirchenköpfe	1	100	25	M. sabuleti	5	3	475,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,88	7,33	3,56	7,7	5,8
Kirchenköpfe	1	0	0	M. scabrinodis	8		480	2	115	104	101	104	111	120	109	4,03	7,29	3,55	7,3	5,6
Kirchenköpfe	1	0	0	M. rubra	8		480	2	115	104	101	104	111	120	109	4,03	7,29	3,55	7,3	5,6
Kirchenköpfe	1	0	0	M. schencki	8		480	2	115	104	101	104	111	120	109	4,03	7,29	3,55	7,3	5,6
Kirchenköpfe	2	20	1	M. sabuleti	10	3	825,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,71	7,6	2,86	7,25	5,5
Kirchenköpfe	2	20	2	M. sabuleti	20	3	550,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	4	7,43	3,25	7,4	5,6
Kirchenköpfe	2	20	3	M. sabuleti	5	3	535,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	4	7,67	2,7	7,42	6
Kirchenköpfe	2	20	4	M. sabuleti	10	3	1.200,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,73	7,4	3,07	7,12	5,56
Kirchenköpfe	2	20	5	M. sabuleti	10	3	1.200,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,73	7,4	3,07	7,12	5,56
Kirchenköpfe	2	0	0	M. scabrinodis	11		862	3,0	111	103	101	103	108	115	107	4,21	7,13	3,63	7,13	5,62
Kirchenköpfe	2	0	0	M. rubra	11		862	3,0	111	103	101	103	108	115	107	4,21	7,13	3,63	7,13	5,62
Kirchenköpfe	2	0	0	M. schencki	11		862	3,0	111	103	101	103	108	115	107	4,21	7,13	3,63	7,13	5,62
Kirchenköpfe	3	28	1	M. sabuleti	10	3	700,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	4,78	7,57	3,78	8,57	5,67
Kirchenköpfe	3	28	2	M. sabuleti	2	3	525,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,33	7,57	6	8,57	7
Kirchenköpfe	3	28	3	M. sabuleti	0	3	900,0	3,0	115	104	101	104	111	120	109	3,9	7,57	3,4	8,57	5,83
Kirchenköpfe	3	8	4	M. scabrinodis	3	2	800,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,57	7,57	2,63	8,57	5,5
Kirchenköpfe	3	28	5	M. sabuleti	3	3	800,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,5	7,57	2,86	8,57	5,5
Kirchenköpfe	3	8	6	M. scabrinodis	0	2	1.000,0	3,0	115	104	101	104	111	120	109	3,71	7,57	2,63	8,57	5,5
Kirchenköpfe	3	28	7	M. sabuleti	0	3	1.000,0	3,0	115	104	101	104	111	120	109	3,71	7,57	2,63	8,57	5,5
Kirchenköpfe	3	28	8	M. sabuleti	2	3	1.000,0	3,0	115	104	101	104	111	120	109	3,63	7,57	2,56	8,57	6
Kirchenköpfe	3	28	9	M. sabuleti	2	3	1.000,0	3,0	115	104	101	104	111	120	109	3,5	7,57	2,86	8,57	5,5
Kirchenköpfe	3	4	10	M. schencki	40	4	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,75	7,57	3,14	8,57	5,75
Kirchenköpfe	3	0	0	M. rubra	6		846	3	115	104	101	104	111	120	109	4,22	7,18	3,55	7,32	5,65
Kirchenköpfe	4	28	1	M. sabuleti	1	3	650,0	2,0	99	98	97	97	96	90	96	3,86	7,6	2,33	7,55	5,8
Kirchenköpfe	4	28	2	M. sabuleti	1	3	750,0	2,0	99	98	97	97	96	90	96	3,71	7	2,4	7,36	6
Kirchenköpfe	4	28	3	M. sabuleti	1	3	2.052,5	7,0	99	98	97	97	96	90	96	3,5	7,8	2,44	7,36	5,6
Kirchenköpfe	4	28	4	M. sabuleti	3	3	1.625,0	5,0	99	98	97	97	96	90	96	3,86	6,83	2,5	7,25	5,6
Kirchenköpfe	4	28	5	M. sabuleti	1	3	1.550,0	4,0	99	98	97	97	96	90	96	3,6	8,33	2,43	7,44	5,75
Kirchenköpfe	4	28	6	M. sabuleti	6	3	675,0	2,0	99	98	97	97	96	90	96	3,67	7,67	2,5	7,58	5,67
Kirchenköpfe	4	28	7	M. sabuleti	0	3	1.150,0	3,0	99	98	97	97	96	90	96	3,83	7,5	2,6	7,33	5,8
Kirchenköpfe	4	0	0	M. scabrinodis	13		1.208	4	99	98	97	97	96	90	96	4,03	7,32	3,25	7,23	5,63
Kirchenköpfe	4	0	0	M. rubra	2		1.208	4	99	98	97	97	96	90	96	4,03	7,32	3,25	7,23	5,63
Kirchenköpfe	4	0	0	M. schencki	2		1.208	4	99	98	97	97	96	90	96	4,03	7,32	3,25	7,23	5,63
Kirchenköpfe	5	44	1	M. rubra	10	1	550,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	5	6,67	3,2	6,8	5,33
Kirchenköpfe	5	44	2	M. rubra	10	1	575,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	5	7	3,25	6,67	5,5
Kirchenköpfe	5	36	3	M. scabrinodis	10	2	575,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	4,57	7,75	2,5	6,89	5,33
Kirchenköpfe	5	36	4	M. scabrinodis	15	2	562,5	2,0	74	90	96	92	77	55	81	4,56	7,33	3,17	6,91	5,33
Kirchenköpfe	5	44	5	M. rubra	10	1	750,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	5	7	3,2	6,8	5,33
Kirchenköpfe	5	36	6	M. scabrinodis	0	2	1.600,0	4,0	74	90	96	92	77	55	81	5	6,43	3,67	7	5,29
Kirchenköpfe	5	36	7	M. scabrinodis	10	2	750,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	4,67	7,33	2,75	6,67	5
Kirchenköpfe	5	44	8	M. rubra	0	1	2.150,0	6,0	74	90	96	92	77	55	81	5	6,38	3,5	7,19	5,13
Kirchenköpfe	5	44	9	M. rubra	0	1	1.500,0	4,0	74	90	96	92	77	55	81	5,17	6,57	3,44	7,07	5,25
Kirchenköpfe	5	44	10	M. rubra	3	1	825,0	3,0	74	90	96	92	77	55	81	5,13	6,25	3,14	7,09	5
Kirchenköpfe	5	44	11	M. rubra	0	1	1.625,0	5,0	74	90	96	92	77	55	81	4,92	6,67	3,8	7,14	5,57
Kirchenköpfe	5	44	12	M. rubra	5	1	1.515,0	4,0	74	90	96	92	77	55	81	4,85	6,43	3,25	7,25	5,33
Kirchenköpfe	5	44	13	M. rubra	10	1	675,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	4,63	6,63	3,29	7,17	5,38
Kirchenköpfe	5	36	14	M. scabrinodis	10	2	960,0	3,0	74	90	96	92	77	55	81	4,25	6,17	2,88	7,36	5,25
Kirchenköpfe	5	44	15	M. rubra	15	1	925,0	3,0	74	90	96	92	77	55	81	4,64	6,71	3,5	7,25	5,8
Kirchenköpfe	5	36	16	M. scabrinodis	10	2	1.055,0	3,0	74	90	96	92	77	55	81	4,09	7,14	3,3	7,42	5,6
Kirchenköpfe	5	44	17	M. rubra	5	1	1.055,0	3,0	74	90	96	92	77	55	81	4,67	6,82	3,25	7,11	5,33
Kirchenköpfe	5	36	18	M. scabrinodis	10	2	250,0	1,0	74	90	96	92	77	55	81	4,57	6,63	3,36	7,12	5,67
Kirchenköpfe	5	36	19	M. scabrinodis	10	2	450,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	4,4	6,67	3,33	7,33	6
Kirchenköpfe	5	36	20	M. scabrinodis	10	2	495,0	2,0	74	90	96	92	77	55	81	4,15	6	3,23	7,64	5,4
Kirchenköpfe	5	0	0	M. sabuleti	8		943	2	74	90	96	92	77	55	81	4,67	6,77	3,48	7,07	5,5
Kirchenköpfe	5	0	0	M. schencki	8		943	2	74	90	96	92	77	55	81	4,67	6,77	3,48	7,07	5,5
Kirchenköpfe	7	64	1	M. rubra	20	1	1.400,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	4,3	6,86	3,88	7,27	5,6
Kirchenköpfe	7	64	2	M. rubra	95	1	4.300,0	11,0	111	103	101	103	108	115	107	4,33	7,25	3,5	7,17	5,67
Kirchenköpfe	7	64	3	M. rubra	15	1	2.250,0	6,0	111	103	101	103	108	115	107	4,14	7	4,86	7,63	5,33
Kirchenköpfe	7	64	4	M. rubra	90	1	2.850,0	8,0	111	103	101	103	108	115	107	4,29	7,14	4,4	7,14	5,5
Kirchenköpfe	7	64	5	M. rubra	25	1	1.725,0	5,0	111	103	101	103	108	115	107	4,1	7,29	4,13	7,36	5,8

Kirchenköpfe	7	64	6	M. rubra	5	1	3.300,0	9,0	111	103	101	103	108	115	107	4	7,2	3,5	6,83	5,8
Kirchenköpfe	7	64	7	M. rubra	5	1	2.250,0	6,0	111	103	101	103	108	115	107	5	7	4,17	7	5,75
Kirchenköpfe	7	64	8	M. rubra	5	1	1.825,0	5,0	111	103	101	103	108	115	107	4,09	7,13	4,44	7,36	5,67
Kirchenköpfe	7	64	9	M. rubra	15	1	2.050,0	6,0	111	103	101	103	108	115	107	4,4	7,13	4,5	7,18	5,5
Kirchenköpfe	7	64	10	M. rubra	5	1	650,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,8	6,8	2,5	7,6	5,67
Kirchenköpfe	7	64	11	M. rubra	3	1	2.235,0	6,0	111	103	101	103	108	115	107	4,73	6,88	4,71	7,36	5,56
Kirchenköpfe	7	64	12	M. rubra	1	1	3.500,0	9,0	111	103	101	103	108	115	107	3,88	7	3,17	7,63	5,83
Kirchenköpfe	7	64	13	M. rubra	1	1	4.000,0	10,0	111	103	101	103	108	115	107	3,88	7	3,8	7,63	5,4
Kirchenköpfe	7	64	14	M. rubra	15	1	3.850,0	10,0	111	103	101	103	108	115	107	4,73	6,88	4,71	7,36	5,56
Kirchenköpfe	7	64	15	M. rubra	10	1	2.600,0	7,0	111	103	101	103	108	115	107	4,56	6,83	4,2	7,33	5,8
Kirchenköpfe	7	64	16	M. rubra	5	1	2.050,0	7,0	111	103	101	103	108	115	107	4,43	6,8	4	7,43	5,5
Kirchenköpfe	7	0	0	M. sabuleti	20		2.552	7,0	111	103	101	103	108	115	107	4,49	7,26	4,42	7,35	5,68
Kirchenköpfe	7	0	0	M. scabrinodis	20		2.552	7,0	111	103	101	103	108	115	107	4,49	7,26	4,42	7,35	5,68
Kirchenköpfe	7	0	0	M. schencki	20		2.552	7,0	111	103	101	103	108	115	107	4,49	7,26	4,42	7,35	5,68
Kirchenköpfe	8	12	1	M. sabuleti	2	3	562,5	2,0	115	104	101	104	111	120	109	4	7	3,18	7,13	5,67
Kirchenköpfe	8	12	2	M. sabuleti	5	3	375,0	1,0	115	104	101	104	111	120	109	4,25	7,22	2,92	7,12	5,67
Kirchenköpfe	8	12	3	M. sabuleti	3	3	1.500,0	5,0	115	104	101	104	111	120	109	3,67	7,42	2,73	7,28	5,5
Kirchenköpfe	8	0	0	M. rubra	3		813	3	115	104	101	104	111	120	109	4,05	7,1	3,17	7,26	5,58
Kirchenköpfe	8	0	0	M. scabrinodis	3		813	3	115	104	101	104	111	120	109	4,05	7,1	3,17	7,26	5,58
Kirchenköpfe	8	0	0	M. schencki	3		813	3	115	104	101	104	111	120	109	4,05	7,1	3,17	7,26	5,58
Kirchenköpfe	9	16	1	M. rubra	0	1	1.750,0	5,0	98	96	95	95	95	90	95	4	7,14	3,09	7,53	6
Kirchenköpfe	9	16	2	M. rubra	0	1	2.000,0	5,0	98	96	95	95	95	90	95	3,8	7,43	3,54	7,5	5,4
Kirchenköpfe	9	16	3	M. rubra	5	1	2.375,0	6,0	98	96	95	95	95	90	95	4,25	7,5	3,75	7,44	5,25
Kirchenköpfe	9	4	4	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	98	96	95	95	95	90	95	4,09	7,22	3,08	7,53	6,25
Kirchenköpfe	9	16	5	M. rubra	0	1	2.250,0	6,0	98	96	95	95	95	90	95	3,7	7,2	3,3	7,46	5,86
Kirchenköpfe	9	0	0	M. schencki	1		2.075	6	98	96	95	95	95	90	95	4,29	7,32	3,39	7,38	5,62
Kirchenköpfe	9	0	0	M. scabrinodis	1		2.075	6	98	96	95	95	95	90	95	4,29	7,32	3,39	7,38	5,62
Kirchenköpfe	10	32	1	M. rubra	2	1	980,0	3,0	100	99	99	99	96	91	97	3,82	7,57	2,91	7,31	5,4
Kirchenköpfe	10	32	2	M. rubra	2	1	1.550,0	4,0	100	99	99	99	96	91	97	4	7,6	2,75	7,2	5,38
Kirchenköpfe	10	32	3	M. rubra	3	1	2.075,0	6,0	100	99	99	99	96	91	97	3,6	7,57	3,18	7,17	5,5
Kirchenköpfe	10	32	4	M. rubra	3	1	1.988,0	5,0	100	99	99	99	96	91	97	4	7,4	3,09	7,21	5,5
Kirchenköpfe	10	32	5	M. rubra	2	1	490,0	2,0	100	99	99	99	96	91	97	3,83	7	2,67	7,31	5,5
Kirchenköpfe	10	32	6	M. rubra	0	1	1.750,0	5,0	100	99	99	99	96	91	97	3,8	7,86	2,25	7,15	5,33
Kirchenköpfe	10	32	7	M. rubra	1	1	1.900,0	5,0	100	99	99	99	96	91	97	3,5	7,63	2,73	7,27	5,57
Kirchenköpfe	10	32	8	M. rubra	0	1	2.255,0	6,0	100	99	99	99	96	91	97	4	7	2,8	7,15	5,33
Kirchenköpfe	10	0	0	M. scabrinodis	2		1.623	5	100	99	99	99	96	91	97	4,33	7,23	3,13	7,31	5,52
Kirchenköpfe	10	0	0	M. sabuleti	2		1.623	5	100	99	99	99	96	91	97	4,33	7,23	3,13	7,31	5,52
Kirchenköpfe	10	0	0	M. schencki	2		1.623	5	100	99	99	99	96	91	97	4,33	7,23	3,13	7,31	5,52
Kirchenköpfe	11	0	0	M. rubra	2		965	3	100	99	99	99	96	91	97	4,33	7,23	3,13	7,31	5,52
Kirchenköpfe	11	0	0	M. scabrinodis	2		965	3	100	99	99	99	96	91	97	4,33	7,23	3,13	7,31	5,52
Kirchenköpfe	11	0	0	M. sabuleti	2		965	3	100	99	99	99	96	91	97	4,33	7,23	3,13	7,31	5,52
Kirchenköpfe	11	0	0	M. schencki	2		965	3	100	99	99	99	96	91	97	4,33	7,23	3,13	7,31	5,52
Kirchenköpfe	12	68	1	M. scabrinodis	0	2	1.540,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4	7,29	3	7,25	5,5
Kirchenköpfe	12	68	2	M. scabrinodis	0	2	1.540,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,1	6,86	3,3	7,36	5,75
Kirchenköpfe	12	8	3	M. rubra	0	1	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	3,85	7,27	2,87	7,41	6
Kirchenköpfe	12	68	4	M. scabrinodis	0	2	1.535,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	3,75	7,25	2,75	7,2	5,8
Kirchenköpfe	12	68	5	M. scabrinodis	0	2	1.535,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,1	7,33	2,83	7,21	6
Kirchenköpfe	12	68	6	M. scabrinodis	0	2	1.535,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,2	7,38	2,73	7,23	5,83
Kirchenköpfe	12	68	7	M. scabrinodis	0	2	1.535,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4	7,11	3	7,36	5,8
Kirchenköpfe	12	68	8	M. scabrinodis	0	2	1.535,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,22	7,13	2,8	7,33	5,8
Kirchenköpfe	12	68	9	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,22	6,88	3,25	7,36	5,83
Kirchenköpfe	12	68	10	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,57	7	3,8	7,25	5,33
Kirchenköpfe	12	68	11	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,25	7,5	2,82	7,21	6
Kirchenköpfe	12	68	12	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	3,75	7,11	3,27	7,36	5,75
Kirchenköpfe	12	68	13	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,2	7	3,36	7,33	6
Kirchenköpfe	12	4	14	M. schencki	0	4	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	3,8	7	3	7,36	5,75
Kirchenköpfe	12	68	15	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4	6,75	2,5	7,21	5,75
Kirchenköpfe	12	68	16	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,33	7,11	3,78	7,1	5,6
Kirchenköpfe	12	68	17	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,36	7,27	2,92	7,19	6
Kirchenköpfe	12	68	18	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	3,78	7,5	2,5	7,46	5,75
Kirchenköpfe	12	8	19	M. rubra	0	1	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	4,33	6,91	4,09	7,31	5,71
Kirchenköpfe	12	68	20	M. scabrinodis	0	2	1.545,0	4,0	87	95	98	96	88	77	90	3,88	7,5	3,11	7,36	6
Kirchenköpfe	12	0	0	M. sabuleti	0		1.543	4	87	95	98	96	88	77	90	4,26	7,16	3,46	7,2	5,59
Kirchenköpfe	13	32	1	M. sabuleti	2	3	788,0	2,0	100	99	99	99	96	91	97	4,21	7,36	2,83	7,44	5,63
Kirchenköpfe	13	32	2	M. sabuleti	5	3	660,0	2,0	100	99	99	99	96	91	97	3,92	7,27	3,27	7,4	5,71
Kirchenköpfe	13	32	3	M. sabuleti	2	3	733,0	2,0	100	99	99	99	96	91	97	4,1	7,43	2,78	7,25	5,5
Kirchenköpfe	13	32	4	M. sabuleti	3	3	1.353,0	4,0	100	99	99	99	96	91	97	4,08	7,4	3,2	7,27	5,14
Kirchenköpfe	13	32	5	M. sabuleti	2	3	1.485,0	4,0	100	99	99	99	96	91	97	4,25	7,27	3,5	7,29	5,5
Kirchenköpfe	13	32	6	M. sabuleti	5	3	820,0	3,0	100	99	99	99	96	91	97	4,31	7,45	2,92	7,38	5,86
Kirchenköpfe	13	32	7	M. sabuleti	5	3	1.390,0	4,0	100	99	99	99	96	91	97	4,13	7,33	3,33	7,29	5,63

Kirchenköpfe	13	32	8	M. sabuleti	5	3	490,0	2,0	100	99	99	99	96	91	97	3,91	7,56	2,9	7,36	5,83
Kirchenköpfe	13	0	0	M. schencki	5		965	3	100	99	99	99	96	91	97	4,14	7,17	3,15	7,24	5,7
Kirchenköpfe	13	0	0	M. rubra	5		965	3	100	99	99	99	96	91	97	4,14	7,17	3,15	7,24	5,7
Kirchenköpfe	13	0	0	M. scabrinodis	5		965	3	100	99	99	99	96	91	97	4,14	7,17	3,15	7,24	5,7
Kirchenköpfe	14	40	1	M. scabrinodis	0	2	1.795,0	5,0	100	98	98	98	96	90	97	4,13	7,6	3,71	7,27	6
Kirchenköpfe	14	40	2	M. scabrinodis	0	2	1.305,0	4,0	100	98	98	98	96	90	97	3,88	7,45	3,17	7,28	5,44
Kirchenköpfe	14	40	3	M. scabrinodis	1	2	1.830,0	5,0	100	98	98	98	96	90	97	3,91	7,38	3	7,36	5,83
Kirchenköpfe	14	40	4	M. scabrinodis	1	2	1.830,0	5,0	100	98	98	98	96	90	97	3,8	7,8	3,11	7,33	5,67
Kirchenköpfe	14	40	5	M. scabrinodis	0	2	1.460,0	4,0	100	98	98	98	96	90	97	3,87	7,33	3,5	7,24	5,5
Kirchenköpfe	14	40	6	M. scabrinodis	1	2	2.095,0	6,0	100	98	98	98	96	90	97	4,31	7,43	3,33	7,54	5,33
Kirchenköpfe	14	40	7	M. scabrinodis	0	2	1.230,0	4,0	100	98	98	98	96	90	97	4,15	7,63	3	7,4	5,38
Kirchenköpfe	14	40	8	M. scabrinodis	0	2	1.795,0	5,0	100	98	98	98	96	90	97	3,95	7,47	3,27	7,36	5,5
Kirchenköpfe	14	40	9	M. scabrinodis	0	2	1.945,0	5,0	100	98	98	98	96	90	97	3,67	7,36	2,92	7,44	5,5
Kirchenköpfe	14	40	10	M. scabrinodis	2	2	1.500,0	4,0	100	98	98	98	96	90	97	4,06	7,5	3,58	7,44	5,5
Kirchenköpfe	14	0	0	M. sabuleti	1		1.679	5	100	98	98	98	96	90	97	4,27	7,29	3,44	7,21	5,6
Kirchenköpfe	14	0	0	M. rubra	1		1.679	5	100	98	98	98	96	90	97	4,27	7,29	3,44	7,21	5,6
Kirchenköpfe	14	0	0	M. schencki	1		1.679	5	100	98	98	98	96	90	97	4,27	7,29	3,44	7,21	5,6
Kirchenköpfe	15	4	1	M. schencki	0	4	1.588,0	4,0	99	98	97	97	96	90	96	4	7,25	3,4	7,23	5,33
Kirchenköpfe	15	4	2	M. scabrinodis	5	2	995,0	3,0	99	98	97	97	96	90	96	4	7,3	3,29	7,24	5,43
Kirchenköpfe	15	48	3	M. sabuleti	0	3	1.070,0	3,0	99	98	97	97	96	90	96	4,13	7,45	3,75	7,35	5,67
Kirchenköpfe	15	48	4	M. sabuleti	0	3	995,0	3,0	99	98	97	97	96	90	96	4	7,22	3,31	7,2	5,5
Kirchenköpfe	15	48	5	M. sabuleti	0	3	1.670,0	5,0	99	98	97	97	96	90	96	4,25	6,86	3,78	7,23	5,6
Kirchenköpfe	15	48	6	M. sabuleti	0	3	1.795,0	5,0	99	98	97	97	96	90	96	4,36	7,83	3,64	7,21	5,43
Kirchenköpfe	15	48	7	M. sabuleti	0	3	1.620,0	5,0	99	98	97	97	96	90	96	4,17	7,27	2,92	7,38	5,63
Kirchenköpfe	15	48	8	M. sabuleti	0	3	2.020,0	6,0	99	98	97	97	96	90	96	4,07	7,22	3,69	7,24	5,63
Kirchenköpfe	15	48	9	M. sabuleti	5	3	1.670,0	5,0	99	98	97	97	96	90	96	3,75	7,75	2,86	7,1	5,67
Kirchenköpfe	15	48	10	M. sabuleti	0	3	2.295,0	6,0	99	98	97	97	96	90	96	3,91	7,5	3,44	7	5,5
Kirchenköpfe	15	48	11	M. sabuleti	0	3	2.295,0	6,0	99	98	97	97	96	90	96	3,85	7,67	3,69	7,29	5,5
Kirchenköpfe	15	48	12	M. sabuleti	0	3	895,0	3,0	99	98	97	97	96	90	96	3,92	7,29	3,5	7,36	5,6
Kirchenköpfe	15	48	13	M. sabuleti	5	3	1.645,0	5,0	99	98	97	97	96	90	96	4,07	7,2	3,36	7,25	5,29
Kirchenköpfe	15	48	14	M. sabuleti	0	3	1.550,0	4,0	99	98	97	97	96	90	96	4,17	7,27	2,92	7,38	5,63
Kirchenköpfe	15	0	0	M. rubra	0		1.394	4	99	98	97	97	96	90	96	4,25	7	3,41	7,26	5,61
Kirchenköpfe	16	0	0	M. rubra	7		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,19	7,04	3,53	7,32	5,6
Kirchenköpfe	16	0	0	M. scabrinodis	7		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,19	7,04	3,53	7,32	5,6
Kirchenköpfe	16	0	0	M. schencki	7		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,19	7,04	3,53	7,32	5,6
Kirchenköpfe	16	0	0	M. sabuleti	7		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,19	7,04	3,53	7,32	5,6
Kirchenköpfe	17	0	0	M. rubra	2		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,28	7,18	4,15	7,39	5,47
Kirchenköpfe	17	0	0	M. scabrinodis	2		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,28	7,18	4,15	7,39	5,47
Kirchenköpfe	17	0	0	M. schencki	2		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,28	7,18	4,15	7,39	5,47
Kirchenköpfe	17	0	0	M. sabuleti	2		1.623	5	100	99	99	99	97	93	98	4,28	7,18	4,15	7,39	5,47
Kirchenköpfe	18	12	1	M. sabuleti	2	3	1.750,0	5,0	117	105	102	104	113	124	111	3,83	7,13	3,67	7,4	5,6
Kirchenköpfe	18	12	2	M. sabuleti	2	3	1.750,0	5,0	117	105	102	104	113	124	111	3,9	7,29	3,6	7,21	5,75
Kirchenköpfe	18	12	3	M. sabuleti	5	3	1.750,0	5,0	117	105	102	104	113	124	111	4	6,83	3,29	7,17	5,5
Kirchenköpfe	18	0	0	M. rubra	3		1.715	5	117	105	102	104	113	124	111	4,23	7,27	3,84	7,27	5,63
Kirchenköpfe	18	0	0	M. schencki	3		1.715	5	117	105	102	104	113	124	111	4,23	7,27	3,84	7,27	5,63
Kirchenköpfe	18	0	0	M. sabuleti	3		1.715	5	117	105	102	104	113	124	111	4,23	7,27	3,84	7,27	5,63
Kirchenköpfe	19	0	0	M. rubra	5		1.560	4	100	99	99	99	96	91	97	4,38	7,2	3,66	7,12	5,58
Kirchenköpfe	19	0	0	M. scabrinodis	5		1.560	4	100	99	99	99	96	91	97	4,38	7,2	3,66	7,12	5,58
Kirchenköpfe	19	0	0	M. schencki	5		1.560	4	100	99	99	99	96	91	97	4,38	7,2	3,66	7,12	5,58
Kirchenköpfe	19	0	0	M. sabuleti	5		1.560	4	100	99	99	99	96	91	97	4,38	7,2	3,66	7,12	5,58
Kirchenköpfe	20	80	1	M. scabrinodis	0	2	1.750,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	4,27	7,62	3,5	7,12	5,56
Kirchenköpfe	20	80	2	M. scabrinodis	5	2	712,5	2,0	100	100	100	100	98	96	99	4	7,33	3	7,31	5,5
Kirchenköpfe	20	80	3	M. scabrinodis	0	2	1.750,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	4,4	7,22	4,6	7,36	5,5
Kirchenköpfe	20	80	4	M. scabrinodis	0	2	1.750,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	4,08	7,36	3,2	7,29	5,67
Kirchenköpfe	20	80	5	M. scabrinodis	0	2	1.750,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	4,27	7,18	3,55	7,21	5,4
Kirchenköpfe	20	80	6	M. scabrinodis	3	2	1.950,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	3,92	7,55	2,89	7,43	5,75
Kirchenköpfe	20	80	7	M. scabrinodis	15	2	425,0	2,0	100	100	100	100	98	96	99	4,18	7,5	3	7,29	6
Kirchenköpfe	20	80	8	M. scabrinodis	2	2	1.500,0	4,0	100	100	100	100	98	96	99	4,09	7,6	2,9	7,5	5,67
Kirchenköpfe	20	80	9	M. scabrinodis	5	2	1.788,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	4	7,5	3,18	7,43	5,33
Kirchenköpfe	20	80	10	M. scabrinodis	0	2	1.500,0	4,0	100	100	100	100	98	96	99	4	7,63	2,88	7,42	5,86
Kirchenköpfe	20	80	11	M. scabrinodis	7	2	810,0	3,0	100	100	100	100	98	96	99	4	7,27	3,18	7,44	5,67
Kirchenköpfe	20	80	12	M. scabrinodis	3	2	525,0	2,0	100	100	100	100	98	96	99	3,92	7	3,73	7,67	5,67
Kirchenköpfe	20	80	13	M. scabrinodis	0	2	2.000,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	4,22	7,22	3,43	7,11	5,67
Kirchenköpfe	20	80	14	M. scabrinodis	1	2	2.205,0	6,0	100	100	100	100	98	96	99	4,14	7,6	3,17	7	5,67
Kirchenköpfe	20	80	15	M. scabrinodis	10	2	2.025,0	6,0	100	100	100	100	98	96	99	4,27	7,13	2,9	7,42	5,71
Kirchenköpfe	20	80	16	M. scabrinodis	2	2	2.205,0	6,0	100	100	100	100	98	96	99	3,9	7,43	3,3	7,42	6
Kirchenköpfe	20	80	17	M. scabrinodis	5	2	2.163,0	6,0	100	100	100	100	98	96	99	4,25	7,5	3,33	7,21	5,63
Kirchenköpfe	20	80	18	M. scabrinodis	2	2	1.900,0	5,0	100	100	100	100	98	96	99	4	7,22	4,1	7,46	5,5
Kirchenköpfe	20	80	19	M. scabrinodis	10	2	1.250,0	4,0	100	100	100	100	98	96	99	4,09	7,33	3,2	7,25	5,6
Kirchenköpfe	20	80	20	M. scabrinodis	10	2	1.250,0	4,0	100	100	100	100	98	96	99	4,17	7,27	3,17	7,38	5,89

Kirchenköpfe	20	0	0	M. schencki	4		1.560	4	100	100	100	100	98	96	99	4,44	7,13	3,82	7,12	5,62
Kirchenköpfe	20	0	0	M. rubra	4		1.560	4	100	100	100	100	98	96	99	4,44	7,13	3,82	7,12	5,62
Kirchenköpfe	20	0	0	M. scabrinodis	4		1.560	4	100	100	100	100	98	96	99	4,44	7,13	3,82	7,12	5,62
Kirchenköpfe	21	4	1	M. scabrinodis	0	2	2.250,0	6,0	100	100	100	100	100	100	100	5,41	7,17	4	7,22	5,45
Kirchenköpfe	21	28	2	M. rubra	0	1	2.900,0	8,0	100	100	100	100	100	100	100	5,92	7,13	4,5	7,31	5,5
Kirchenköpfe	21	28	3	M. rubra	0	1	5.425,0	14,0	100	100	100	100	100	100	100	5,73	6,13	4,11	7,1	5,57
Kirchenköpfe	21	28	4	M. rubra	0	1	6.232,0	16,0	100	100	100	100	100	100	100	6,1	6,63	4,22	7,3	5,63
Kirchenköpfe	21	28	5	M. rubra	2	1	2.735,0	7,0	100	100	100	100	100	100	100	5,14	6,67	4,17	7,27	5,71
Kirchenköpfe	21	28	6	M. rubra	0	1	2.250,0	6,0	100	100	100	100	100	100	100	6	7,2	3,6	7,2	5,71
Kirchenköpfe	21	28	7	M. rubra	0	1	1.885,0	5,0	100	100	100	100	100	100	100	5,86	6,8	4,17	7,38	5,5
Kirchenköpfe	21	28	8	M. rubra	0	1	2.500,0	7,0	100	100	100	100	100	100	100	6,25	6,83	4,33	7,21	5,45
Kirchenköpfe	21	0	0	M. schencki	0	0	2.991	8	100	100	100	100	100	100	100	5,37	6,87	4,13	7,14	5,61
Kirchenköpfe	21	0	0	M. sabuleti	0	0	2.991	8	100	100	100	100	100	100	100	5,37	6,87	4,13	7,14	5,61
Kirchenköpfe	22	4	1	M. schencki	2	4	490,0	2,0	79	92	97	93	82	64	85	3,92	6,89	3,08	7,33	5,8
Kirchenköpfe	22	24	2	M. scabrinodis	2	2	735,0	2,0	79	92	97	93	82	64	85	4,25	7	3,58	7,25	5,5
Kirchenköpfe	22	4	3	M. rubra	0	1	1.000,0	3,0	79	92	97	93	82	64	85	4,11	6,56	3	7	6
Kirchenköpfe	22	24	4	M. scabrinodis	0	2	1.500,0	4,0	79	92	97	93	82	64	85	3,8	5,5	2,63	7	6
Kirchenköpfe	22	24	5	M. scabrinodis	0	2	750,0	2,0	79	92	97	93	82	64	85	4,33	6,5	3,5	7,23	5,75
Kirchenköpfe	22	24	6	M. scabrinodis	0	2	1.000,0	3,0	79	92	97	93	82	64	85	4,25	6,5	3,55	7,25	6
Kirchenköpfe	22	24	7	M. scabrinodis	3	2	485,0	2,0	79	92	97	93	82	64	85	4	6,25	3,5	7,3	6
Kirchenköpfe	22	24	8	M. scabrinodis	2	2	490,0	2,0	79	92	97	93	82	64	85	4,38	6,2	3,33	7,08	5,4
Kirchenköpfe	22	0	0	M. sabuleti	1	1	805	3	79	92	97	93	82	64	85	4,69	6,33	3,57	7,1	5,42
Kirchenköpfe	23	36	1	M. rubra	0	1	8.030,0	21,0	100	99	99	99	96	91	97	4	7,2	4	7	5
Kirchenköpfe	23	36	2	M. rubra	0	1	2.530,0	7,0	100	99	99	99	96	91	97	4,64	7,38	3,43	6,75	5,29
Kirchenköpfe	23	36	3	M. rubra	0	1	4.030,0	11,0	100	99	99	99	96	91	97	4,25	7,38	3,5	7	5,25
Kirchenköpfe	23	36	4	M. rubra	0	1	4.030,0	11,0	100	99	99	99	96	91	97	4,14	7,33	4	7,29	5,4
Kirchenköpfe	23	36	5	M. rubra	0	1	5.430,0	14,0	100	99	99	99	96	91	97	4,6	7,2	5,5	7,4	5,25
Kirchenköpfe	23	36	6	M. rubra	0	1	3.960,0	10,0	100	99	99	99	96	91	97	4,44	7,43	3	6,89	5,33
Kirchenköpfe	23	36	7	M. rubra	0	1	2.560,0	7,0	100	99	99	99	96	91	97	3,67	7,33	3,5	6,67	5
Kirchenköpfe	23	36	8	M. rubra	0	1	3.960,0	10,0	100	99	99	99	96	91	97	3,6	7,6	3,25	6,67	5,5
Kirchenköpfe	23	36	9	M. rubra	0	1	2.435,0	7,0	100	99	99	99	96	91	97	4,14	7,43	2,75	7	5,2
Kirchenköpfe	23	0	0	M. schencki	0	0	4.107	11	100	99	99	99	96	91	97	4,64	7,25	4,05	7,04	5,36
Kirchenköpfe	23	0	0	M. sabuleti	0	0	4.107	11	100	99	99	99	96	91	97	4,64	7,25	4,05	7,04	5,36
Kirchenköpfe	23	0	0	M. scabrinodis	0	0	4.107	11	100	99	99	99	96	91	97	4,64	7,25	4,05	7,04	5,36
Kirchenköpfe	24	4	1	M. rubra	5	1	712,5	2,0	131	108	102	106	123	146	119	4,11	7	4,33	7,33	6
Kirchenköpfe	24	0	0	M. schencki	5	5	712,5	2,0	131	108	102	106	123	146	119	4,19	7,2	3,93	7,31	5,56
Kirchenköpfe	24	0	0	M. scabrinodis	5	5	712,5	2,0	131	108	102	106	123	146	119	4,19	7,2	3,93	7,31	5,56
Kirchenköpfe	24	0	0	M. sabuleti	5	5	712,5	2,0	131	108	102	106	123	146	119	4,19	7,2	3,93	7,31	5,56
Kirchenköpfe	25	12	1	M. scabrinodis	3	2	1.012,5	3,0	100	100	100	100	98	96	99	4	7,23	4,06	7,5	5,63
Kirchenköpfe	25	12	2	M. scabrinodis	5	2	1.287,5	4,0	100	100	100	100	98	96	99	4,15	7,11	4	7,33	5,4
Kirchenköpfe	25	12	3	M. scabrinodis	2	2	1.225,0	4,0	100	100	100	100	98	96	99	4,08	7	3,91	7,23	5,67
Kirchenköpfe	25	0	0	M. sabuleti	3	3	1.175,0	3	100	100	100	100	98	96	99	4,08	7,21	3,83	7,35	5,45
Kirchenköpfe	25	0	0	M. schencki	3	3	1.175,0	3	100	100	100	100	98	96	99	4,08	7,21	3,83	7,35	5,45
Kirchenköpfe	25	0	0	M. rubra	3	3	1.175,0	3	100	100	100	100	98	96	99	4,08	7,21	3,83	7,35	5,45
Kirchenköpfe	Ei 13	60	1	M. sabuleti	5	3	1.425,0	4,0	130	108	102	106	121	143	118	4,31	6,89	3,5	7,18	6
Kirchenköpfe	Ei 13	60	2	M. sabuleti	5	3	1.175,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4	6,8	3,23	7,31	5,5
Kirchenköpfe	Ei 13	60	3	M. sabuleti	2	3	980,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4	7,75	3,8	7,5	5,75
Kirchenköpfe	Ei 13	60	4	M. sabuleti	6	3	940,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	3,89	7,14	3,13	7,45	5,6
Kirchenköpfe	Ei 13	60	5	M. sabuleti	5	3	950,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4,25	6,75	3,56	7,55	6
Kirchenköpfe	Ei 13	60	6	M. sabuleti	5	3	1.188,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	3,71	7,33	3,29	7,33	5,8
Kirchenköpfe	Ei 13	60	7	M. sabuleti	5	3	788,0	2,0	130	108	102	106	121	143	118	4,22	7	3,2	7,25	5,8
Kirchenköpfe	Ei 13	60	8	M. sabuleti	5	3	788,0	2,0	130	108	102	106	121	143	118	4,22	7	3,2	7,25	5,8
Kirchenköpfe	Ei 13	60	9	M. sabuleti	2	3	855,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4	7,5	4	7,22	5,6
Kirchenköpfe	Ei 13	60	10	M. sabuleti	3	3	833,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4,2	6,78	3,9	7	5,75
Kirchenköpfe	Ei 13	16	11	M. scabrinodis	2	2	855,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4,36	7,38	3,56	7,25	6
Kirchenköpfe	Ei 13	16	12	M. scabrinodis	2	2	855,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4,18	7,56	3,63	7,45	5,5
Kirchenköpfe	Ei 13	16	13	M. scabrinodis	2	2	788,0	2,0	130	108	102	106	121	143	118	4,5	7	4,29	7	6
Kirchenköpfe	Ei 13	60	14	M. sabuleti	5	3	788,0	2,0	130	108	102	106	121	143	118	3,88	7,6	3,38	7,33	5,6
Kirchenköpfe	Ei 13	16	15	M. scabrinodis	5	2	675,0	2,0	130	108	102	106	121	143	118	4,13	7,14	3,5	7,27	5,67
Kirchenköpfe	Ei 13	60	16	M. sabuleti	5	3	675,0	2,0	130	108	102	106	121	143	118	4,3	7,25	3,7	7,29	5,75
Kirchenköpfe	Ei 13	60	17	M. sabuleti	1	3	1.150,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4,3	7,17	4,3	7,45	6
Kirchenköpfe	Ei 13	60	18	M. sabuleti	8	3	1.150,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	4,33	7,29	3,75	7,25	6
Kirchenköpfe	Ei 13	60	19	M. sabuleti	5	3	950,0	3,0	130	108	102	106	121	143	118	3,82	7,57	3,2	7,42	5,83
Kirchenköpfe	Ei 13	0	0	M. schencki	4	4	937,0	3	130	108	102	106	121	143	118	4,23	7,06	3,49	7,29	5,63
Kirchenköpfe	Ei 13	0	0	M. rubra	4	4	937,0	3	130	108	102	106	121	143	118	4,23	7,06	3,49	7,29	5,63
Kirchenköpfe	Ei 16	4	1	M. sabuleti	10	3	63,0	1,0	111	103	101	103	108	115	107	3,67	7,5	2,91	7,42	6
Kirchenköpfe	Ei 16	4	2	M. schencki	30	4	358,0	1,0	111	103	101	103	108	115	107	3,67	7,5	2,91	7,42	6
Kirchenköpfe	Ei 16	0	0	M. rubra	20	4	211,0	1,0	111	103	101	103	108	115	107	4,14	7,17	3,42	7,21	5,63
Kirchenköpfe	Ei 16	0	0	M. scabrinodis	20	4	211,0	1,0	111	103	101	103	108	115	107	4,14	7,17	3,42	7,21	5,63
Kirchenköpfe	Ei 17	8	1	M. sabuleti	25	3	630,0	2,0	99	97	97	97	95	90	96	3,55	7,5	2,64	7,5	5,63

Kirchenköpfe	Ei 17	8	2	M. schencki	50	4	300,0	1,0	99	97	97	97	95	90	96	3,67	7,75	2,67	7,5	5,88
Kirchenköpfe	Ei 17	8	3	M. sabuleti	10	3	550,0	2,0	99	97	97	97	95	90	96	3,89	7,25	2,78	7,4	5,86
Kirchenköpfe	Ei 17	8	4	M. schencki	10	4	685,0	2,0	99	97	97	97	95	90	96	3,5	7,75	2,86	7,5	5,5
Kirchenköpfe	Ei 17	0	0	M. rubra	20	0	541,0	2	99	97	97	97	95	90	96	3,86	7,14	2,87	7,34	5,26
Kirchenköpfe	Ei 17	0	0	M. scabrinodis	20	0	541,0	2	99	97	97	97	95	90	96	3,86	7,14	2,87	7,34	5,26
Kirchenköpfe	Ei 18	16	1	M. scabrinodis	5	2	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4,1	7,57	3,45	7,13	5,6
Kirchenköpfe	Ei 18	16	2	M. scabrinodis	5	2	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4	7,57	3,11	7,08	5,67
Kirchenköpfe	Ei 18	12	3	M. sabuleti	5	3	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4	7,57	3,11	7,27	5,4
Kirchenköpfe	Ei 18	16	4	M. scabrinodis	5	2	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4	7,58	3,08	7,2	5,8
Kirchenköpfe	Ei 18	12	5	M. sabuleti	5	3	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4,11	7,63	3,33	7	5,67
Kirchenköpfe	Ei 18	12	6	M. sabuleti	5	3	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4,06	7,42	3,44	7,11	5,8
Kirchenköpfe	Ei 18	16	7	M. scabrinodis	5	2	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	3,92	7,44	3,45	7,21	5,71
Kirchenköpfe	Ei 18	0	0	M. rubra	5	2	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4,26	7,11	3,54	7,33	5,77
Kirchenköpfe	Ei 18	0	0	M. schencki	5	2	1.187,5	5,0	122	106	102	105	116	130	114	4,26	7,11	3,54	7,33	5,77
Kirchenköpfe	Ei 19	4	1	M. scabrinodis	10	2	1.125,0	3,0	120	105	102	104	115	127	112	4,36	7,71	3,22	7,17	5,6
Kirchenköpfe	Ei 19	4	2	M. sabuleti	5	3	1.188,0	3,0	120	105	102	104	115	127	112	4,18	7,71	3,4	7,36	5,86
Kirchenköpfe	Ei 19	0	0	M. rubra	8	3	1.156,5	3	120	105	102	104	115	127	112	4,13	7,45	3,14	7,43	5,78
Kirchenköpfe	Ei 19	0	0	M. schencki	8	3	1.156,5	3	120	105	102	104	115	127	112	4,13	7,45	3,14	7,43	5,78
Kirchenköpfe	Ei 20	8	1	M. sabuleti	3	3	2.095,0	6,0	120	105	102	104	115	127	112	4,27	7,67	3,08	7,35	5,57
Kirchenköpfe	Ei 20	8	2	M. sabuleti	3	3	2.095,0	6,0	120	105	102	104	115	127	112	4,31	7,75	3,09	7,4	5,57
Kirchenköpfe	Ei 20	0	0	M. schencki	3	3	2.095,0	6,0	120	105	102	104	115	127	112	4,19	7,38	3,36	7,26	5,63
Kirchenköpfe	Ei 20	0	0	M. rubra	3	3	2.095,0	6,0	120	105	102	104	115	127	112	4,19	7,38	3,36	7,26	5,63
Kirchenköpfe	Ei 20	0	0	M. scabrinodis	3	3	2.095,0	6,0	120	105	102	104	115	127	112	4,19	7,38	3,36	7,26	5,63
Kirchenköpfe	Ei 24	8	1	M. scabrinodis	10	2	1.350,0	4,0	120	105	102	104	115	127	112	4	7,55	3,29	7,5	5,88
Kirchenköpfe	Ei 24	8	2	M. scabrinodis	10	2	1.425,0	4,0	120	105	102	104	115	127	112	3,92	7,29	3,17	7,4	5,8
Kirchenköpfe	Ei 24	0	0	M. rubra	10	0	1.388,0	4,0	120	105	102	104	115	127	112	4,33	7,29	3,81	7,35	5,64
Kirchenköpfe	Ei 24	0	0	M. schencki	10	0	1.388,0	4,0	120	105	102	104	115	127	112	4,33	7,29	3,81	7,35	5,64
Kirchenköpfe	Ei 24	0	0	M. sabuleti	10	0	1.388,0	4,0	120	105	102	104	115	127	112	4,33	7,29	3,81	7,35	5,64
Kirchenköpfe	Ei 24	0	0	M. schencki	10	0	1.388,0	4,0	120	105	102	104	115	127	112	4,33	7,29	3,81	7,35	5,64
Kirchenköpfe	Ei 25	8	1	M. sabuleti	5	3	1.875,0	5,0	122	106	102	105	116	130	114	3,91	7,88	3	7,57	6
Kirchenköpfe	Ei 25	8	2	M. sabuleti	5	3	713,0	2,0	122	106	102	105	116	130	114	4	8	3,18	7,23	6
Kirchenköpfe	Ei 25	0	0	M. scabrinodis	5	0	1.294,0	4	122	106	102	105	116	130	114	4,17	7,42	3,38	7,24	5,79
Kirchenköpfe	Ei 25	0	0	M. schencki	5	0	1.294,0	4	122	106	102	105	116	130	114	4,17	7,42	3,38	7,24	5,79
Kirchenköpfe	Ei 25	0	0	M. rubra	5	0	1.294,0	4	122	106	102	105	116	130	114	4,17	7,42	3,38	7,24	5,79
Kirchenköpfe	Ei 26	12	1	M. sabuleti	15	3	1.275,0	4,0	122	106	102	105	116	130	114	4,13	7,5	3,25	7,33	5,5
Kirchenköpfe	Ei 26	12	2	M. sabuleti	20	3	1.200,0	3,0	122	106	102	105	116	130	114	4,08	7,5	2,9	7,31	5,6
Kirchenköpfe	Ei 26	12	3	M. sabuleti	18	3	0	0	122	106	102	105	116	130	114	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt
Kirchenköpfe	Ei 26	0	0	M. scabrinodis	18	0	1.238,0	4	122	106	102	105	116	130	114	4,03	7,2	3,17	7,23	5,55
Kirchenköpfe	Ei 26	0	0	M. rubra	18	0	1.238,0	4	122	106	102	105	116	130	114	4,03	7,2	3,17	7,23	5,55
Kirchenköpfe	Ei 26	0	0	M. schencki	18	0	1.238,0	4	122	106	102	105	116	130	114	4,03	7,2	3,17	7,23	5,55
Kirchenköpfe	Ei 27	8	1	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	115	104	101	104	111	120	109	4	7,33	3,43	7,27	5,5
Kirchenköpfe	Ei 27	8	2	M. sabuleti	0	3	2.000,0	5,0	115	104	101	104	111	120	109	3,89	7,2	3,33	7,27	5,67
Kirchenköpfe	Ei 27	8	3	M. scabrinodis	5	2	1.425,0	4,0	115	104	101	104	111	120	109	3,78	7,5	3	7,36	5,75
Kirchenköpfe	Ei 27	8	4	M. scabrinodis	15	2	1.063,0	3,0	115	104	101	104	111	120	109	3,92	7,22	3,33	7,27	5,6
Kirchenköpfe	Ei 27	0	0	M. schencki	10	0	1.622,0	5	115	104	101	104	111	120	109	4,09	7,41	3,29	7,3	5,6
Kirchenköpfe	Ei 27	0	0	M. rubra	10	0	1.622,0	5	115	104	101	104	111	120	109	4,09	7,41	3,29	7,3	5,6
Kirchenköpfe	Ei 27 (neben)	4	1	M. sabuleti	10	3	450,0	2,0	115	104	101	104	111	120	109	3,83	7,5	3,27	7,5	5,8
Kirchenköpfe	Ei 27 (neben)	4	2	M. scabrinodis	5	2	950,0	3,0	115	104	101	104	111	120	109	3,9	7,5	3,56	7,38	5,75
Kirchenköpfe	Ei 27 (neben)	0	0	M. rubra	8	0	700,0	2	115	104	101	104	111	120	109	4,09	7,41	3,29	7,3	5,6
Kirchenköpfe	Ei 27 (neben)	0	0	M. schencki	8	0	700,0	2	115	104	101	104	111	120	109	4,09	7,41	3,29	7,3	5,6
Kirchenköpfe	Ei 31	20	1	M. sabuleti	10	3	453,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,82	7,5	3,2	7,33	5,6
Kirchenköpfe	Ei 31	20	2	M. sabuleti	35	3	503,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,88	7,67	2,89	7,55	6
Kirchenköpfe	Ei 31	20	3	M. sabuleti	35	3	503,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,88	7,67	2,89	7,55	6
Kirchenköpfe	Ei 31	20	4	M. sabuleti	10	3	750,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,8	7,33	3	7,12	5,56
Kirchenköpfe	Ei 31	20	5	M. sabuleti	10	3	750,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,88	7,14	3	7	5,57
Kirchenköpfe	Ei 31	0	0	M. scabrinodis	20	0	591,0	2	111	103	101	103	108	115	107	3,93	7,12	3,1	7,23	5,57
Kirchenköpfe	Ei 31	0	0	M. rubra	20	0	591,0	2	111	103	101	103	108	115	107	3,93	7,12	3,1	7,23	5,57
Kirchenköpfe	Ei 31	0	0	M. schencki	20	0	591,0	2	111	103	101	103	108	115	107	3,93	7,12	3,1	7,23	5,57
Kirchenköpfe	Ei 32	12	1	M. sabuleti	0	3	1.388,0	4,0	117	105	102	104	113	124	111	4,18	7,43	3,82	7,38	5,86
Kirchenköpfe	Ei 32	12	2	M. sabuleti	0	3	1.245,0	4,0	117	105	102	104	113	124	111	4,25	7,1	3,88	7,15	5,89
Kirchenköpfe	Ei 32	12	3	M. sabuleti	5	3	1.663,0	5,0	117	105	102	104	113	124	111	4,5	7,2	4,22	7,36	5,5
Kirchenköpfe	Ei 32	12	4	M. sabuleti	5	3	1.663,0	5,0	117	105	102	104	113	124	111	4,5	7,2	4,22	7,36	5,5
Kirchenköpfe	Ei 32	0	0	M. rubra	3	0	1.489,0	4	117	105	102	104	113	124	111	4,14	7,07	3,57	7,18	5,7
Kirchenköpfe	Ei 32	0	0	M. scabrinodis	3	0	1.489,0	4	117	105	102	104	113	124	111	4,14	7,07	3,57	7,18	5,7
Kirchenköpfe	Ei 32	0	0	M. schencki	3	0	1.489,0	4	117	105	102	104	113	124	111	4,14	7,07	3,57	7,18	5,7
Kirchenköpfe	Ei 34	12	1	M. sabuleti	15	3	975,0	3,0	133	109	101	106	124	150	121	4,53	7,08	4,15	7,27	5,75
Kirchenköpfe	Ei 34	12	2	M. sabuleti	15	3	425,0	2,0	133	109	101	106	124	150	121	4,2	7,33	3,9	7,2	5,8
Kirchenköpfe	Ei 34	12	3	M. sabuleti	15	3	500,0	2,0	133	109	101	106	124	150	121	4,25	7	3,87	7,44	5,67
Kirchenköpfe	Ei 34	4	4	M. rubra	5	1	650,0	2,0	133	109	101	106	124	150	121	4,57	7	3,53	7,31	5,71
Kirchenköpfe	Ei 34	0	0	M. schencki	12	0	633,0	2	133	109	101	106	124	150	121	4,41	6,96	3,61	7,18	5,73
Kirchenköpfe	Ei 34	0	0	M. scabrinodis	12	0	633,0	2	133	109	101	106	124	150	121					

Kirchenköpfe	Ei 35	8	1	M. scabrinodis	5	2	950,0	3,0	126	107	102	105	119	137	116	4	7,56	3,43	7,44	5,88
Kirchenköpfe	Ei 35	8	2	M. scabrinodis	5	2	950,0	3,0	126	107	102	105	119	137	116	4,11	7,43	3,45	7,46	5,8
Kirchenköpfe	Ei 35	0	0	M. rubra	5		950,0	3,0	126	107	102	105	119	137	116	3,94	7,37	3,47	7,3	5,67
Kirchenköpfe	Ei 35	0	0	M. sabuleti	5		950,0	3,0	126	107	102	105	119	137	116	3,94	7,37	3,47	7,3	5,67
Kirchenköpfe	Ei 35	0	0	M. schencki	5		950,0	3,0	126	107	102	105	119	137	116	3,94	7,37	3,47	7,3	5,67
Kirchenköpfe	Ei 36/37	0	0	M. rubra	10		758,0	2	117	105	102	104	113	124	111	4,21	7	3,54	7,3	5,65
Kirchenköpfe	Ei 36/37	0	0	M. schencki	10		758,0	2	117	105	102	104	113	124	111	4,21	7	3,54	7,3	5,65
Kirchenköpfe	Ei 36/37	0	0	M. sabuleti	10		758,0	2	117	105	102	104	113	124	111	4,21	7	3,54	7,3	5,65
Kirchenköpfe	Ei 36/37	0	0	M. scabrinodis	10		758,0	2	117	105	102	104	113	124	111	4,21	7	3,54	7,3	5,65
Kirchenköpfe	Ei 38	20	1	M. sabuleti	5	3	550,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	4	7,5	3,08	7,38	5,83
Kirchenköpfe	Ei 38	20	2	M. sabuleti	1	3	750,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,71	6,5	2,86	7,5	5,5
Kirchenköpfe	Ei 38	20	3	M. sabuleti	3	3	850,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,7	7,5	2,9	7,33	5,75
Kirchenköpfe	Ei 38	20	4	M. sabuleti	1	3	940,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,63	7,6	2,63	7,4	5,5
Kirchenköpfe	Ei 38	20	5	M. sabuleti	2	3	700,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,67	7,5	2,67	7,36	5,6
Kirchenköpfe	Ei 38	0	0	M. rubra	2		758,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	4,12	7,03	3,26	7,35	5,67
Kirchenköpfe	Ei 38	0	0	M. schencki	2		758,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	4,12	7,03	3,26	7,35	5,67
Kirchenköpfe	Ei 38	0	0	M. scabrinodis	2		758,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	4,12	7,03	3,26	7,35	5,67
Kirchenköpfe	Ei 39	56	1	M. sabuleti	6	3	570,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,78	7,5	2,71	7,33	5,33
Kirchenköpfe	Ei 39	56	2	M. sabuleti	5	3	535,0	2,0	111	103	101	103	108	115	107	3,89	7,33	3	7,22	5,5
Kirchenköpfe	Ei 39	56	3	M. sabuleti	0	3	900,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,88	7,6	3,43	7,5	5,75
Kirchenköpfe	Ei 39	56	4	M. sabuleti	2	3	1.200,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,88	7,4	3	7,22	5
Kirchenköpfe	Ei 39	56	5	M. sabuleti	1	3	1.150,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,75	7,6	3,11	7,36	5,4
Kirchenköpfe	Ei 39	56	6	M. sabuleti	0	3	1.350,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	3,71	7,6	2,71	7,2	5,5
Kirchenköpfe	Ei 39	56	7	M. sabuleti	0	3	350,0	1,0	111	103	101	103	108	115	107	3,9	7,43	3,27	7,2	5,4
Kirchenköpfe	Ei 39	56	8	M. sabuleti	0	3	1.400,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	4	7,57	2,78	7,27	5,6
Kirchenköpfe	Ei 39	56	9	M. sabuleti	0	3	1.375,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	3,89	6,8	3,25	7,27	5,5
Kirchenköpfe	Ei 39	56	10	M. sabuleti	0	3	1.320,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	3,5	7,8	3,11	7,3	5,4
Kirchenköpfe	Ei 39	56	11	M. sabuleti	0	3	850,0	3,0	111	103	101	103	108	115	107	3,7	7,38	2,82	7,31	5,33
Kirchenköpfe	Ei 39	56	12	M. sabuleti	0	3	1.300,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	3,7	7,43	3	7,25	5,4
Kirchenköpfe	Ei 39	56	13	M. sabuleti	2	3	1.250,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	3,8	7,5	2,89	7,33	5,25
Kirchenköpfe	Ei 39	56	14	M. sabuleti	0	3	1.450,0	4,0	111	103	101	103	108	115	107	3,75	7,5	3,1	7,27	5,4
Kirchenköpfe	Ei 39	0	0	M. schencki	0		1.071,0	3	111	103	101	103	108	115	107	4,24	7	3,6	7,32	5,62
Kirchenköpfe	Ei 39	0	0	M. rubra	0		1.071,0	3	111	103	101	103	108	115	107	4,24	7	3,6	7,32	5,62
Kirchenköpfe	Ei 39	0	0	M. scabrinodis	0		1.071,0	3	111	103	101	103	108	115	107	4,24	7	3,6	7,32	5,62
Kirchenköpfe	Ei 41	48	1	M. rubra	5	1	1.610,0	5,0	100	99	99	99	96	90	97	4,11	7,57	3,75	7,38	5,67
Kirchenköpfe	Ei 41	48	2	M. rubra	0	1	2.700,0	7,0	100	99	99	99	96	90	97	4,25	8	3,43	7,36	5,6
Kirchenköpfe	Ei 41	48	3	M. rubra	0	1	4.500,0	12,0	100	99	99	99	96	90	97	4,18	7,43	3,89	7,15	5,6
Kirchenköpfe	Ei 41	48	4	M. rubra	0	1	2.350,0	6,0	100	99	99	99	96	90	97	3,33	7,25	2,67	7,38	5,5
Kirchenköpfe	Ei 41	48	5	M. rubra	0	1	2.000,0	5,0	100	99	99	99	96	90	97	4,33	7,86	4	7,36	5,67
Kirchenköpfe	Ei 41	48	6	M. rubra	0	1	7.925,0	20,0	100	99	99	99	96	90	97	3,57	8	3,22	7,33	5,75
Kirchenköpfe	Ei 41	48	7	M. rubra	0	1	1.810,0	5,0	100	99	99	99	96	90	97	4,11	7,67	3,44	7,55	5,6
Kirchenköpfe	Ei 41	48	8	M. rubra	0	1	2.180,0	6,0	100	99	99	99	96	90	97	4,17	7,5	3,71	7,14	5,25
Kirchenköpfe	Ei 41	48	9	M. rubra	0	1	2.250,0	6,0	100	99	99	99	96	90	97	4,33	7,38	4	7,29	5,8
Kirchenköpfe	Ei 41	48	10	M. rubra	0	1	3.150,0	8,0	100	99	99	99	96	90	97	4,45	7,33	3,4	7,13	5,67
Kirchenköpfe	Ei 41	48	11	M. rubra	0	1	2.000,0	5,0	100	99	99	99	96	90	97	4	8	3,5	7,5	5,5
Kirchenköpfe	Ei 41	48	12	M. rubra	0	1	3.800,0	10,0	100	99	99	99	96	90	97	4	7,6	3,71	7	5,33
Kirchenköpfe	Ei 41	0	0	M. sabuleti	0		3.023,0	8	100	99	99	99	96	90	97	4,31	7,25	3,81	7,14	5,53
Kirchenköpfe	Ei 41	0	0	M. scabrinodis	0		3.023,0	8	100	99	99	99	96	90	97	4,31	7,25	3,81	7,14	5,53
Kirchenköpfe	Ei 41	0	0	M. schencki	0		3.023,0	8	100	99	99	99	96	90	97	4,31	7,25	3,81	7,14	5,53

Druck im Selbstverlag