

KIRSTEN KOCKELKE, GABRIEL HERMANN, GISELHER KAULE,
MANFRED VERHAAGH & JOSEF SETTELE

Zur Autökologie und Verbreitung des Kreuzenzian-Ameisenbläulings, *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904)

Kurzfassung

Im Rahmen von Untersuchungen zur Autökologie und Verbreitung des Kreuzenzian-Ameisenbläulings, *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904), wurden 1993 in Baden-Württemberg neun Standorte der Raupennahrungspflanze Kreuzenzian, *Gentiana cruciata* L., auf ein Vorkommen des Bläulings überprüft. Von dreien dieser Standorte waren bereits *M. rebeli*-Populationen bekannt, an zwei weiteren konnte die Art neu nachgewiesen werden. Mit Hilfe einer Fang-Markierung-Wiederfang-Methode wurde von einer Population die Populationsgröße (413 Individuen auf fast 1 Hektar), das Geschlechterverhältnis (1 ♂ 1,2 ♀) und die mittlere Mindestlebensdauer der markierten Individuen (♂ 2,8 Tage, ♀ 3,5 Tage) ermittelt. Zwischen zwei voneinander getrennten Habitaten (Entfernung 200 m) konnte ein Individuenaustausch, überwiegend durch *M. rebeli*-♀, festgestellt werden.

In allen Untersuchungsgebieten wurden *M. rebeli*-Eier gesucht und Ameisen der Gattung *Myrmica* mittels Bodenfallen oder Nestkartierungen erfaßt. Die Hauptwirtsart *Myrmica schencki* EMERY, 1894 konnte in fast allen Untersuchungsgebieten nachgewiesen werden, auch an nicht von *M. rebeli* besiedelten Kreuzenzianstandorten. *M. schencki* wird offensichtlich in Gebieten mit einem hohen Offenbodenanteil begünstigt, während sie in Gebieten mit dichter Vegetation wesentlich seltener auftrat.

Durch eine Strukturkartierung konnte gezeigt werden, daß kräftige, frei stehende Kreuzenziane mit vielen Blütenknospen am stärksten von *M. rebeli*-♀ mit Eiern belegt wurden.

Als Pflegemaßnahmen für *M. rebeli*-Habitats werden Beweidung durch Schafe oder eine Mahd im Herbst empfohlen. Die vor allem durch Beweidung geschaffenen offenen Bodenstellen sind sowohl für die Wirtsameise als auch zur Keimung des Kreuzenzians wichtig.

Abstract

About the ecology and distribution of Rebel's Blue butterfly, *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904)

In 1993 we studied the ecology and distribution of *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904) in Baden-Württemberg (SW-Germany) examining nine different sites with the larval feeding plant *Gentiana cruciata* L. From three sites the occurrence of *M. rebeli* was already known, at two sites the species could be newly recorded. An individual mark-recapture-method was used to estimate the population size (413 individuals on nearly 1 hectare), sex ratio (1 ♂ 1.2 ♀) and the average minimal life span (♂ 2.8 days, ♀ 3.5 days) of marked individuals. Between two sites (distance 200 m) we could observe an exchange of mainly ♀ individuals.

At all sites, we searched for *M. rebeli* eggs at the *Gentiana cruciata* plants, and used pitfall traps or mapped nests to record occurring *Myrmica* ant species. The main host species *Myrmica schencki* EMERY, 1894 could be recorded at nearly all

sites including sites with *G. cruciata* where *M. rebeli* did not occur. Apparently, *M. schencki* is favoured at sites with a high portion of uncovered soil, while the species occurs more rarely at sites with dense vegetation.

Through an analysis of the vegetation structure around the gentians we found out that strong solitary standing plants with numerous flower-buds were most used for egg laying.

For the maintenance of *M. rebeli* habitats we suggest grazing by sheep or mowing in autumn. Especially areas with uncovered soil caused by grazing sheep are important for the host ant species as well as for the germination of the gentian.

Autoren

Dipl.-Biol. KIRSTEN KOCKELKE, Freibadstr. 35, D-70563 Stuttgart;

Dipl.-Ing. Umweltsicherung GABRIEL HERMANN, Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung, Im Weiher 8, D-70794 Filderstadt;

Prof. Dr. GISELHER KAULE, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart, Postfach 106037, D-70049 Stuttgart;

Dipl.-Biol. MANFRED VERHAAGH, Staatliches Museum für Naturkunde, Postfach 6209, D-76042 Karlsruhe;

Dr. JOSEF SETTELE, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Projektbereich Naturnahe Landschaften, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig.

1. Einleitung

Der Kreuzenzian-Ameisenbläuling, *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904), gehört zu den bundesweit vom Aussterben bedrohten Tagfalter-Arten (PRETSCHER 1984). Daher und wegen seiner europäisch-endemischen Verbreitung (KUDRNA 1986) wird den wenigen in Deutschland verbliebenen Vorkommen eine hohe Naturschutzrelevanz beigemessen. In Baden-Württemberg wird die Art als „stark gefährdet“ eingestuft (EBERT & RENNWALD 1991). Um dem Rückgang des Kreuzenzian-Ameisenbläulings entgegenzuwirken, fehlen in der Praxis bisher geeignete Schutzkonzepte, da die Lebensraumsansprüche der Art erst unzureichend bekannt sind. Wegen der komplizierten Biologie ist es zudem notwendig, insbesondere auch die Bedürfnisse der Wirtsameise und der Nahrungspflanze der Raupe zu berücksichtigen.

Wie bei allen *Maculinea*-Arten ist die Raupe auf eine ganz bestimmte Nahrungspflanze angewiesen. *M. rebeli* lebt zunächst monophag am Kreuzenzian (*Genti-*

ana cruciata L.). Die Jungraupen schlüpfen etwa eine Woche nach der Ablage der Eier und ernähren sich in den folgenden 2-3 Wochen vom Gewebe der Blütenknospen. In dieser kurzen Zeit häuten sie sich bis zum letzten Larvalstadium und verlassen dann die Raupennahrungspflanze, um ihre Entwicklung obligatorisch in den kommenden zehn Monaten im Nest von Ameisen der Gattung *Myrmica* zu vollenden. Die Spezialisierung geht dabei meist so weit, daß jede *Maculinea*-Art auf eine ganz bestimmte *Myrmica*-Art als Wirtsameise angewiesen ist, so *M. rebeli* auf *Myrmica schencki* EMERY, 1894 (THOMAS et al. 1989). Die Raupen von *M. rebeli* werden von *M. schencki*-Arbeiterinnen in das Ameisennest getragen und dort wie die eigene Brut gepflegt und gefüttert (ELMES & THOMAS 1987). Nach Untersuchungen von ELMES et al. (1991) kopieren die *M. rebeli*-Raupen die Pheromone der Arbeiterinnenlarven ihrer Wirtsameise, so daß sie vermutlich für eigene Larven des Ameisenstaates gehalten werden.

Myrmica schencki ist eine der thermophilsten unter den zentraleuropäischen *Myrmica*-Arten. Die Art besiedelt xerothermes Grasland, offene Heiden sowie sonnige Wald- und Wegränder und dürfte in allen nicht urbanen, trockenwarmen Habitaten zu finden sein (SEIFERT 1988). Auf einen zu hohen Stickstoffgehalt des Bodens reagiert sie empfindlich (SEIFERT 1986). Die Nester werden vorwiegend als Erdnester angelegt, aber auch Stein- und Grasnarbennester sind verbreitet. Sonnige, sandige Bereiche mit niedriger und spärlicher Vegetation werden als Nistplätze bevorzugt (JENSEN 1981). Da *M. schencki* keine Solarien baut, sind die rein unterirdischen Nester nur schwer zu finden.

Der Kreuzenzian gilt als kalksteter Xero- bis Mesophyt und ist Klassencharakterart der Trockenrasen (*Festuco-Brometea*) (OBERDORFER 1990). Als Lichtkeimer ist der Kreuzenzian auf offene Bodenstellen („Störstellen“) angewiesen. Aufgrund verschiedener Inhaltsstoffe wird *G. cruciata* von Schafen nicht gefressen (ADE et al. 1990) und war daher früher auf Schafweiden verbreitet. Die Aufgabe der jahrzehntelangen Nutzung bewirkte die Verbuschung vieler Trockenrasen. Diese wird, neben der Eutrophierung und Überbauung ehemaliger Fundorte, als Grund für den Rückgang des Kreuzenzians genannt (ADE et al. 1990, ROSENBAUER in Vorb.). In der bundesweiten Roten Liste wird diese Enzianart als „stark gefährdet“ eingestuft (KORNECK 1984), in Baden-Württemberg als „gefährdet“ (HARMS et al. 1983).

Im Rahmen der vorliegenden Studie (s. auch BISSE 1994) sollten sowohl die Kenntnisse über Aut- und Populationsökologie des Kreuzenzian-Ameisenbläulings erweitert, als auch die Verbreitung der Art limitierenden Faktoren untersucht werden. Da es in Baden-Württemberg weitaus mehr Kreuzenzianstandorte als Vorkommen des Bläulings gibt (vgl. EBERT & RENN-

WALD 1991, ROSENBAUER in Vorb.), war die zentrale Frage zur Verbreitung der Art: Warum werden nicht alle Kreuzenzianstandorte von *M. rebeli* besiedelt? Zur Klärung dieser Frage und zur Ermittlung möglicher Unterschiede zwischen besiedelten und nicht besiedelten Kreuzenzianstandorten wurden insgesamt neun Untersuchungsgebiete ausgewählt, von denen drei zu den bisher bekannten Vorkommen des Bläulings zählen. Letztlich sollen diese Untersuchungen auch dazu beitragen, anhand der gewonnenen Daten Pflegeempfehlungen für die *M. rebeli*-Habitate zu geben, die eine langfristige Sicherung der Lebensräume gewährleisten.

Danksagung

Für erteilte Auskünfte sei Herrn NUBER (Untere Naturschutzbehörde Böblingen), Herrn HAUG (Untere Naturschutzbehörde Calw), Frau STIRNBERG (Naturschutzzentrum Pforzheim), Herrn WALLNER (Pforzheim), Herrn Dr. MEIER (Münsingen), Herrn JÄGER (BNL Stuttgart), Herrn ZIMMERMANN und Herrn JACOB (BNL Karlsruhe) gedankt. Ein Dank auch an die Regierungspräsidien Stuttgart und Karlsruhe, die die Geländearbeiten genehmigten. Die Determination der Spinnen übernahm freundlicherweise Herr RENNEN (Naturschutzzentrum Bad Wurzach), die Nachbestimmung einiger Pflanzen Herr Dr. GÖTZ (Universität Hohenheim). Für die zur Verfügung gestellten Verbreitungsangaben gilt unser Dank den Herren EBERT und STEINER (Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe) sowie Frau ROSENBAUER und Herrn Prof. Dr. SEYBOLD (Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart). Bei der Auswertung der JOLLY-SEBER-Daten war Herr Dr. HENLE (Umweltforschungszentrum Leipzig) behilflich, dem ebenfalls gedankt sei.

2. Untersuchungsgebiete

Flächenhafte ND „Tälesberg“, „Wiedberg“ und „Amtshalde“ bei Dätzingen

Diese Naturdenkmäler (ND) befinden sich im Landkreis Böblingen zwischen den Gemeinden Grafenau-Dätzingen und Aidlingen. Sie liegen in einem kleinen Trockental des Würm-Heckengäus, das zum übergeordneten Naturraum Obere Gäue gehört. Auf diesen Flächen befinden sich mit insgesamt über 200 Stauden (Sommer 1993) die größten Kreuzenzianvorkommen im Landkreis Böblingen. Das ND „Tälesberg“ liegt auf der südexponierten Seite des Tales (= „Südhang“), gegenüber auf der nordexponierten Seite (= „Nordhang“) erstrecken sich das ND „Wiedberg“ und das ND „Amtshalde“. Für das ND „Wiedberg“ gibt es einen Extensivierungsvertrag, der eine jährliche Mahd dieser Fläche im Herbst vorsieht. Die anderen beiden Flächen werden derzeit nicht genutzt.

Hier finden sich die einzigen aktuellen Vorkommen von *M. rebeli* im Landkreis Böblingen. An der Population dieses Gebietes (= „Hauptuntersuchungsgebiet“) wurde eine Fang-Markierung-Wiederfang-Untersuchung durchgeführt.

Gewann „Benzenacker“ bei Ostelsheim

Dieses Gebiet liegt etwa 3 km nordwestlich des zuvor erläuterten Standorts und gehört ebenfalls zum Naturraum Heckengäu. Die untersuchte Fläche setzt sich aus zwei Teilgebieten zusammen: einem leicht geneigten, südexponierten Halbtrockenrasen und einem daran östlich anschließenden, etwa 10 m breiten Wiesenstreifen entlang einer Hecke, die zwischen einem Kleeacker und einer Streuobstwiese liegt. Hier konnten insgesamt 20 Kreuzenzianstauden festgestellt werden. Die Fläche genießt keinen Schutzstatus und dürfte, bis auf ein Teilstück, das 1992 gemäht wurde, schon seit einiger Zeit brach liegen.

NSG „Killberg“ bei Gültlingen

Der steile Südhang des Killbergs besteht aus einem Halbtrockenrasen mit Wacholderbestand, der vermutlich früher als Viehweide diente und heute noch von Schafen beweidet wird. Auch diese Fläche gehört zum Naturraum Heckengäu und ist Teil des Natur- und Landschaftsschutzgebietes (NSG und LSG) „Gültlinger und Holzbronner Heiden“. Dort konnte ein Kreuzenzianbestand von mindestens 80 Exemplaren festgestellt werden. Auch im daran nordwestlich anschließenden NSG „Hirnschale“ wurden bei einer Begehung 1993 mehrere Kreuzenziane gefunden. Beide Gebiete stehen seit 1991 unter Naturschutz und werden unterschiedlich gepflegt. Das NSG „Killberg“ wurde bisher maximal zweimal pro Jahr von Schafen beweidet. Ab 1994 ist statt dessen eine regelmäßige Mahd mit der Motorsense vorgesehen. Das NSG „Hirnschale“ ist der am intensivsten beweidete Bereich der „Gültlinger und Holzbronner Heiden“. Hier werden die Schafe etwa zehnmal im Jahr eingesetzt.

Gewann „Lehen“ zwischen Gültlingen und Deckenpfronn

Südlich der Straße zwischen Gültlingen und Deckenpfronn befindet sich, etwa auf Höhe des Steinbruchs, ein weiteres kleines Kreuzenzianvorkommen. Entlang einer Hecke wuchsen dort 13 blühhfähige *G. cruciata* und etwa 20 weitere Keimlinge mitten auf einem landwirtschaftlich genutzten Fahrweg. Die Umgebung dieses als Naturdenkmal geschützten Heckenriegels im Naturraum Obere Gäue besteht aus ackerbaulichen Nutzflächen.

Flächenhaftes ND „Halbtrockenrasen Laiddorf“ bei Deufringen

In diesem Naturdenkmal, das nördlich der Straße zwischen Deufringen und Aidlingen liegt, konnten 12 blühhfähige Kreuzenziane gezählt werden. Da die Mahd der Halbtrockenrasen in jedem Jahr bereits im Juli erfolgt, haben die Enziane keine Gelegenheit zum Aussamen. Auch dieser Fundort liegt im Naturraum Würm-Heckengäu.

NSG „Silberberg“ bei Heimsheim

Etwa 20 *G. cruciata*-Stauden wurden in diesem NSG westlich von Heimsheim gefunden. Die Pflanzen wuchsen relativ konzentriert entlang einer kleinen Mulde, die sich in Ost-West-Richtung durch den leicht südwärts geneigten Trockenhang zieht. Diese Fläche gehört ebenfalls zum großen Naturraum Obere Gäue, zählt aber nicht mehr zum eigentlichen Würm-Heckengäu, sondern zur Würmbucht. Das Gebiet wurde bereits 1941 als Naturschutzgebiet ausgewiesen und wird vom Forstamt Pforzheim gepflegt, das den Trockenhang regelmäßig im Herbst mäht sowie gelegentlich entbuscht.

NSG „Enztal“ zwischen Niefern-Öschelbronn und Mühlacker

Dieses Naturschutzgebiet im Kraichgau umfaßt neben der eigentlichen Flußaue an den Hängen auch einige Trockenstandorte. Am Nordwesthang des Galgenbergs bei Niefern-Öschelbronn, wurden 1993 etwa 50 Kreuzenzianstauden festgestellt. Da aus der Umgebung von Mühlacker für 1908 eine Fundmeldung von *M. rebeli* existiert (EBERT, pers. Mitt.), erschien die Überprüfung dieses Enzianstandorts als besonders interessant. Nach den 1985 und 1986 durchgeführten Erstpflfemaßnahmen wird am Galgenberg weiterhin im Herbst gemäht. Im Oktober 1990 wurden weitere Freischneidearbeiten durch das Naturschutzzentrum Pforzheim vorgenommen, das für die Pflege zuständig ist.

NSG „Ersinger Springenhalde“ bei Wilferdingen

Als Vergleichsfläche wurde dieses bekannte *M. rebeli*-Vorkommen gewählt, das zum Naturraum Kraichgau zählt. In diesem Gebiet, das seit 1979 wegen seines Kreuzenzianbestandes und wegen des Orchideenreichtums unter Schutz steht, konnten 1993 über 100 kräftige Kreuzenziane gezählt werden. Die Fläche wird vom Naturschutzzentrum Pforzheim gepflegt und jeden Herbst gemäht. Alternierend werden Bereiche von der Mahd ausgenommen, damit auch die Pflanzen aussamen können, die erst im 2. Jahr fruchten. Im Abstand mehrerer Jahre werden zusätzlich im Winter Entbuschungsmaßnahmen durchgeführt.

Wacholderheide im Reißenbachtal bei Unterhausen

Die seit langem als *M. rebeli*-Habitat bekannte Wacholderheide befindet sich am Südhang des Lippentaler Hochbergs, der am Nordwestrand der Mittleren Kuppenalb liegt. Das mit etwa 60 Kreuzenzianstauden bestandene Areal scheint schon längere Zeit brach zu liegen, da die aufliegende Grasschicht 1993 relativ stark verfilzt war. Das Reißenbachtal ist 1994 als NSG ausgewiesen worden.

Die Lage der Untersuchungsgebiete ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

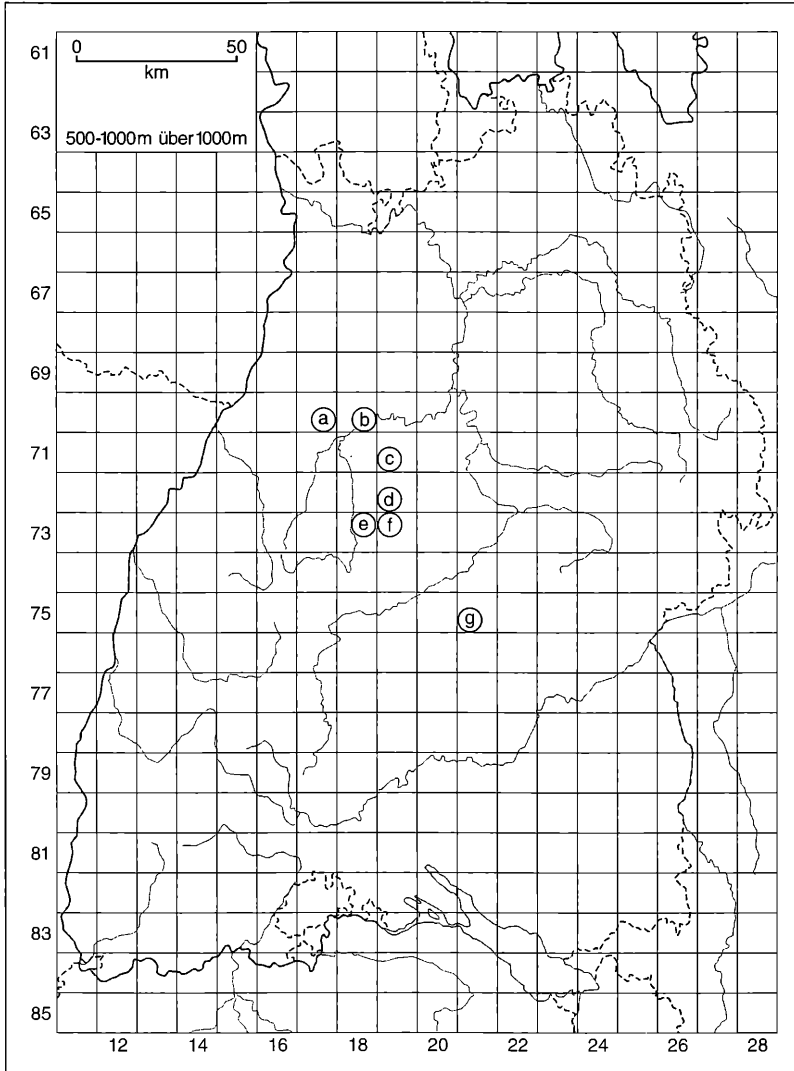


Abbildung 1. Höhengschichtenkarte von Baden-Württemberg mit der Lage der Untersuchungsgebiete: a = NSG „Ersinger Springenhalde“ bei Wilferdingen; b = NSG „Enz-tal“ zwischen Niefern-Öschelbronn und Mühlacker; c = NSG „Silberberg“ bei Heimsheim; d = ND „Tälesberg“, „Wiedberg“ und „Amtshalde“ bei Dätzingen sowie Gewann „Benzenacker“ bei Ostelsheim; e = NSG „Killberg“ bei Gültlingen und Gewann „Lehen“ zwischen Gültlingen und Deckenpfronn; f = ND „Halbtrockenrasen Laidorf“ bei Deufringen; g = Wacholderheide im Reißenbachtal bei Unterhausen.

3. Methoden

3.1 Fang-Markierung-Wiederfang-Untersuchung

Zur Ermittlung von Populationsparametern wie Populationsgröße, Phänologie der Imagines, Geschlechterverhältnis, individuelle Lebenserwartung sowie Ausbreitungsfähigkeit von *M. rebeli*-Faltern wurde eine Fang-Markierung-Wiederfang-Untersuchung im Hauptuntersuchungsgebiet bei Dätzingen durchgeführt. Dabei wurden die Naturdenkmäler „Tälesberg“ und „Wiedberg“ während der Flugzeit täglich in engen Schleifen (Abstand ca. 3 m) abgelaufen und möglichst alle angetroffenen *M. rebeli*-Falter gefangen und markiert bzw. abgelesen, falls es sich um bereits markierte Individuen handelte. Wegen

der geringen Kreuzenzianzahl im ND „Amtshalde“ wurde diese Fläche nicht regelmäßig abgesucht.

Zur Markierung wurden die Falter einzeln mit einem Schmetterlingsnetz (Ø 40 cm) gefangen und aus diesem herausgenommen, sobald sie sich ruhig mit zusammengelegten Flügeln hingesezt hatten. Dabei wurden die Bläulinge mit der linken Hand von oben, möglichst basal an den Vorderkanten der Flügel ergriffen und auf der rechten Hinterflügelunterseite mit dreistelligen Zahlen beschriftet (Abb. 2). Zur Beschriftung wurden wasserfeste schwarze Folienschreiber der Marke Stabilo (OH-Pen 196, Superfine) verwendet (vgl. GEISSLER 1990, PAULER 1993). Nach der Markierung wurden die Falter sofort wieder an der Fundstelle freigelassen und ihr Verhalten, wie



Abbildung 2. Markiertes *Maculinea rebeli*-♀

auch nach jedem Wiederfang, kurze Zeit beobachtet. Bei jedem Fang/Wiederfang wurde protokolliert:

- Nummer und beim Erstfang Geschlecht des Individuums
- Erstfang oder Wiederfang
- Fangmethode (Netzfang, Handfang, Abgelesen)
- Verhalten vor und nach Fang
- Uhrzeit
- genauer Fundort

Der genaue Fundort eines Falters innerhalb der Fläche wurde mit Hilfe eines Quadratnetzsystems ermittelt. Dazu wurden zunächst Geländemarken wie Hangkanten, Hecken und freistehende Bäume kartiert und in eine auf den Maßstab 1 : 1 000 vergrößerte Flurkarte der ND „Tälesberg“ und „Wiedberg“ eingetragen. Anschließend wurde darüber ein gedachtes Quadratnetzsystem von 10 x 10 m großen Rasterquadraten gelegt. Da es sich um kleine Untersuchungsflächen mit zahlreichen Strukturen handelte, konnte die Orientierung im Gelände allein mit Hilfe der Geländemarken erfolgen. Eine Abgrenzung der Quadrate durch Holzpflocke war nicht notwendig. Jedes Rasterquadrat wurde mit einem x- und einem y-Wert gekennzeichnet, so daß bei jedem Fang/Wiederfang die Koordinaten des Fundquadranten eindeutig angegeben werden konnten. Außerdem wurde unter Verwendung des Quadratnetzes die Lage aller auf den Flächen vorkommenden Kreuzenzianstauden kartiert.

3.2 Zählung der Eier an den Kreuzenzianen

M. rebeli-♀♀ legen ihre Eier sowohl auf Blattober- wie -unterseiten ab, und zwar stets in der Nähe der Blattachseln. Außerdem werden Blütenknospen und vereinzelt Stengel belegt. Da sowohl die von einer *M. rebeli*-Population bekannter Größe produzierte Eizahl interessierte, als auch der zeitliche Verlauf

der Ablage, wurden im Hauptuntersuchungsgebiet bei Dätzingen die Eier auf allen Enzianen einmal während (7.6.-14.6.93) und einmal nach der Flugzeit (5.7.-21.7.93) gezählt. Zusätzlich zur Eizahl wurden jeweils die Höhen der Enziantriebe ausgemessen, um so eventuelle Zusammenhänge zwischen der Eizahl pro Trieb und der Triebhöhe feststellen zu können. Bei der Eizählung nach der Flugzeit wurden außerdem die Knospenzahlen pro Enziantrieb ermittelt sowie die zahlenmäßige Verteilung der Eier auf Blätter, Knospen und Stengel. Zur eindeutigen Identifizierung wurden die Kreuzenziane mit einem Folienschreiber auf den basalen Blättern beschriftet. Jede Staude erhielt eine eigene Nummer sowie alle fertilen Triebe jeweils einen Buchstaben (z. B. Pflanze 2 mit drei fertilen Sprossen: 2a, 2b, 2c).

In den anderen von *M. rebeli* besiedelten Untersuchungsgebieten wurden zum Vergleich der Belegungsdichte die Eier an Stichproben von 10 Kreuzenzianen ausgezählt.

3.3 Strukturkartierung der die Kreuzenziane umgebenden Vegetation

Nach Beobachtungen von SEUFERT (1992) finden sich an verdeckt stehenden Enzianen deutlich weniger Eier, da sich die *M. rebeli*-♀♀ bei der Eiablage optisch orientieren und somit überwucherte Pflanzen seltener finden. Um derartige Zusammenhänge zwischen umgebender Vegetation und dem Belegungsgrad der Kreuzenziane zu überprüfen, wurde die Struktur der unmittelbaren Umgebung (Radius ca. 2 m) aller Enzianstauden im Hauptuntersuchungsgebiet kartiert. Folgende Parameter wurden für jede *G. cruciata*-Pflanze aufgenommen und ggf. einer vierstufigen Skala zugeordnet:

- Nummer der Pflanze

Höhe der umgebenden Vegetation in 2 Schichten

a) dicht geschlossene Krautschicht

b) darüber herausragende Gräser

Verbuschung (vor allem durch Schlehen-Jungwuchs) in der Umgebung des Kreuzenzians:

0 = keine Verbuschung

1 = geringe Verbuschung

2 = mittlere Verbuschung

3 = starke Verbuschung

– Offenbodenanteil in der Umgebung des Kreuzenzians

0 = keine offenen Bodenstellen

1 = weniger als 10 % offene Bodenstellen

2 = etwa 10-30 % offene Bodenstellen

3 = über 30 % offene Bodenstellen

Deckungsgrad der Vegetation in der Umgebung des Kreuzenzians (abhängig vom Anteil offener Bodenstellen und der Dichte des Bewuchses):

0 = keine Vegetation in der Umgebung des Kreuzenzians

1 = Vegetation locker, Deckung unter 70 %

2 = Vegetation dicht, etwa 70-90 %

3 = Vegetation sehr dicht, über 90 %

Der Zustand der Kreuzenzianstauden selbst wurde ebenfalls untersucht und die folgenden Parameter ausgezählt bzw. abgeschätzt:

– Anzahl der Triebe insgesamt

Anzahl der vegetativen Triebe

Vitalität der Pflanze (abhängig von der Größe der Pflanze, der Zahl der blühfähigen Triebe, der Zahl der Blütenknospen und dem Zustand der Blätter):

1 = Vitalität gering, d. h. Kreuzenzian klein, wenige Triebe u. Knospen, oder vertrocknet

2 = Vitalität mittel, d. h. Kreuzenzian durchschnittlicher Größe, Trieb- und Knospenzahl

3 = Vitalität hoch, d. h. Kreuzenzian groß, viele Triebe u. Knospen

Diese Strukturkartierung wurde auch in allen anderen Untersuchungsgebieten an einer Stichprobe von 10 Kreuzenzianen (vgl. 3.2) durchgeführt, um so einen Vergleich der Untersuchungsgebiete miteinander zu ermöglichen. Die in 3.2 und 3.3 gewonnenen Daten wurden für das Hauptuntersuchungsgebiet statistisch ausgewertet. Über den Rang-Korrelationstest nach SPEARMAN (SACHS 1984, SIEGEL 1985) wurden die absoluten Eizahlen pro Enziantrieb in Bezug zur Höhe und Knospenzahl des entsprechenden Triebs gesetzt. Mögliche Zusammenhänge zwischen der Eizahl pro Enzianstauden und den aufgenommenen Strukturparametern wurden über Kontingenztafeln und die χ^2 -Verteilung (SACHS 1984) untersucht.

3.4 Erfassung der *Myrmica*-Arten

Um zu klären, warum nicht alle Kreuzenzian-Standorte von *M. rebeli* besiedelt werden können, wurde versucht, in allen Untersuchungsgebieten die dort vorkommenden *Myrmica*-Arten mit Hilfe von Bodenfallen zu erfassen. Ob die Verbreitung der Wirtsameise *M. schencki* der limitierende Faktor sein könnte, war eine Hypothese, die es zu überprüfen galt.

Jeweils für eine Woche wurden an allen Standorten, außer im Hauptuntersuchungsgebiet und im NSG „Killberg“, je 10 Bodenfallen (mit einer Rum-Honig-Lösung bestückte Reagenzgläser, ø 15 mm, Höhe 16 cm, VEILE 1992) eingegraben und zwar immer in unmittelbarer Nähe eines Kreuzenzians der Stichprobe (vgl. 3.2 u. 3.3). Die Fallen wurden von Ende Juli bis Anfang August 1993 ausgebracht, da nach MÜNCH (1991) die *M. schencki*-Arbeiterinnen in diesem Zeitraum ihr jährliches Aktivitätsmaximum haben.

3.5 Kartierung der *Myrmica*-Nestdichte

Im Hauptuntersuchungsgebiet bei Dätzingen wurden *Myrmica*-Nestdichten ermittelt, und dafür wurden auf jeweils fünf ausgewählten Probeflächen am Täles- und Wiedberg Nester in unmittelbarer Umgebung eines Enzians kartiert: In Anlehnung an einen Versuch von MEYER (1992) wurde auf jeweils einer 3 x 3 m großen Probefläche jeder Quadratmeter mit einem Uhrgläschen voll Honigwasser als Köder versehen. Den nach einiger Zeit angelockten *Myrmica*-Arbeiterinnen wurden zusätzlich Kekskrümel angeboten, die sie meist unverzüglich abzutransportieren begannen. So konnten sie auf ihrem Rückweg ins Nest verfolgt werden, welches dann mit einem Fähnchen markiert wurde. Die Lage des Nests wurde in eine Skizze der Probefläche eingetragen, die Entfernung vom Nest zum Köder ausgemessen sowie der Abstand zur nächsten *G. cruciata*-Stauden. Pro Nest wurden drei Arbeiterinnen entnommen und in 70 %igem Ethanol abgetötet und konserviert. Alle *Myrmica*-Arten wurden nach SEIFERT (1988) bestimmt.

3.6 Vegetationsaufnahmen

Nach MÜNCH (1991) spielen Umweltfaktoren wie z. B. Bodenfeuchte, Stickstoffgehalt und pH-Wert des Bodens bei der Besiedlung eines Biotops durch Ameisen eine entscheidende Rolle. Über die Zeigerwerte von ELLENBERG (1979) lassen sich diese Parameter relativ einfach abschätzen. Daher wurden im August 1993 in allen Untersuchungsgebieten Aufnahmen der am häufigsten vertretenen Blütenpflanzen durchgeführt und deren Deckungsgrad nach BRAUN-BLANQUET (1964) geschätzt. Es waren insbesondere die Bereiche der Untersuchungsgebiete von Bedeutung, in denen die Ameisen über Bodenfallen bzw. bei der Nestkartierung erfaßt worden waren. Aus diesem Grund wurde pro Untersuchungsgebiet nicht eine zusammenhängende Fläche kartiert, sondern jeweils Probeflächen von 3 x 3 m Größe, entweder in der Umgebung der Bodenfallen oder, im Hauptuntersuchungsgebiet, die Vegetation der Köderflächen.

Anhand der gewonnenen Artenlisten wurden pro Probefläche die mittleren Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahlen nach der von ELLENBERG (1979) vorgeschlagenen Methode berechnet, um so die von *M. schencki* besiedelten Kleinflächen charakterisieren zu können.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Populationsparameter aus der Fang-Markierung-Wiederfang-Untersuchung

4.1.1 Phänologie der Imagines

Der Kreuzenzian-Ameisenbläuling erscheint in Baden-Württemberg etwa ab Mitte Juni (EBERT & RENNWALD 1991). Die früheste jahreszeitliche Flugmeldung liegt aus Oberschwaben vom 8.6.1921 vor. Wegen des warmen Frühlings hatte die Flugzeit 1993 sehr früh begonnen. So konnten auf der südexponierten Fläche am Tälesberg bereits am 1.6.93 die ersten Imagines von *M. rebeli* beobachtet werden, als die Knospen der Raupennahrungspflanze nur in Ansätzen sichtbar waren. Auf der nordexponierten Fläche am Wiedberg wurde knapp eine Woche später, am 6.6.93 die erste Imago markiert. Bei den während der Flugzeit täglich durchgeführten Begehungen wurden insgesamt 277 Tiere

Tabelle 1. Ergebnisse der Populationsgrößenschätzung nach JOLLY-SEBER

Datum	Tag i	a_i	Z_i	R_i	M_i	P_i	Θ_i	B_i	SE (P_i)	SE (Θ_i)	SE (B_i)
01. Juni 93	1	13	13	0	6		0,77			0,27	
02. Juni 93	2	16	16	2	4	8	0,72	-33,35	54,85	0,23	54,61
03. Juni 93	3	7	7	5	7	4	0,71	18,39	8,55	0,23	16,46
04. Juni 93	4	13	13	5	6	9	0,80	7,70	11,91	0,14	10,28
05. Juni 93	5	25	25	12	3	14	0,67	24,22	6,30	0,11	18,65
06. Juni 93	6	19	18	8	9	13	0,88	14,16	12,24	0,14	14,62
07. Juni 93	7	34	34	16	6	19	0,72	33,57	9,66	0,11	28,04
08. Juni 93	8	37	36	16	9	20	0,91	34,47	14,12	0,20	51,05
09. Juni 93	9	43	43	20	9	14	0,69	29,57	24,45	0,26	74,30
10. Juni 93	10	37	37	18	5	6	0,32	87,64	37,62	0,14	169,77
11. Juni 93	11	11	11	2	9	5	0,74		85,76	0,28	
15. Juni 93	12	13	13	0	14	8	0,66			0,12	
16. Juni 93	13	31	31	18	4	22	0,90	59,01	4,16	0,12	46,26
17. Juni 93	14	32	32	11	15	22	1,05	5,06	22,42	0,19	24,44
18. Juni 93	15	41	39	22	15	17	0,53	6,14	20,81	0,09	9,92
19. Juni 93	16	35	35	22	10	21	0,81	51,88	8,31	0,15	63,16
20. Juni 93	17	17	16	7	24	11	1,09	-32,80	31,98	0,26	55,32
21. Juni 93	18	31	31	22	13	12	0,45	22,63	16,40	0,09	16,86
23. Juni 93	19	20	20	10	15	16	1,01	-4,25	12,01	0,15	12,38
24. Juni 93	20	22	20	16	15	13	0,84	-1,72	8,93	0,16	6,11
25. Juni 93	21	18	18	15	13	11	0,81	4,53	7,41	0,18	6,13
26. Juni 93	22	20	20	16	8	10	0,57	0,65	7,42	0,11	2,47
27. Juni 93	23	16	16	14	4	10	1,16	2,19	2,92	0,48	5,48
28. Juni 93	24	9	9	8	6	3	0,46	0,73	12,04	0,23	2,13
29. Juni 93	25	8	8	7	2	3	0,83	3,04	4,57	0,68	8,64
30. Juni 93	26	4	4	3	2	1	0,25	-0,67	11,88	0,18	1,22
01. Juli 93	27	3	3	3	0	1			0,00		
02. Juli 93	28	1	1	1	0						

Legende:

 n_i = Gesamtzahl der gefangenen Tiere am Tag i a_i = Gesamtzahl der am Tag i freigelassenen Tiere (neumarkierte Tiere und markiert wiedergefangene Tiere) r_i = Zahl der markiert wiedergefangenen Tiere am Tag i Z_i = Summe aller Tiere, die vor dem Tag i markiert und nach dem Tag i wiedergefunden wurden, also nicht in der Probe des i-ten Tages enthalten sind R_i = Summe aller Tiere aus a_i , die am Tag i markiert und freigelassen und nach dem Tag i zuletzt wiedergefangen wurden M_i = Geschätzte Anzahl aller in der Population markierten Tiere am Tag i P_i = Populationssschätzung am Tag i Θ_i = Überlebensrate B_i = Zahl der Zugänge zur PopulationSE (P_i), SE (Θ_i), SE (B_i) jeweils Standardfehler der berechneten Werte nach BEGON (1979)

markiert, 228 davon auf dem Südhang und nur 49 auf dem Nordhang, trotz der in etwa gleichen Zahl an *G. cruciata*-Stauden auf beiden Flächen. Das letzte Individuum konnte am 2.7.93 am Nordhang beobachtet werden. Das Gebiet wurde danach noch zweimal begangen und zwar am 3. und 5.7.93; auf beiden Flächen wurden jedoch keine Imagines mehr gefunden.

4.1.2 Populationsgröße

Basierend auf der Anzahl der *M. rebeli*-Falter, die pro Tag auf den Flächen markiert bzw. wiedergefangen werden konnten, war es möglich, die Mindestanzahl der Falter zu ermitteln, die an einem Tag gelebt haben

mußte, die sogenannte „Minimal number alive“ Hierzu addiert man zu der Anzahl der gefangenen Falter am Tag „i“ auch die Tiere, die während einer Begehung an einem beliebigen Tag vor Tag „i“ markiert und nach Tag „i“ noch einmal wiedergefangen wurden. Diese müssen am Tag „i“ gelebt haben, wurden aber bei der Begehung übersehen, was insbesondere an Schlechtwetertagen leicht der Fall ist, da die Falter dann im Gras sitzen und nur schwer zu finden sind. Die „Minimal number alive“ liefert daher eine genauere Wiedergabe der Populationsentwicklung als die Auflistung der reinen Fangzahlen, kann jedoch durch den Einsatz entsprechender Schätzverfahren weiter verbessert werden.

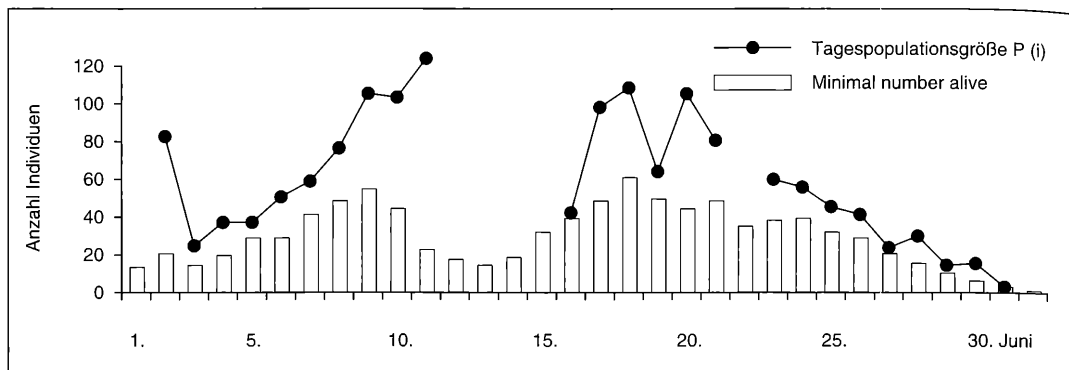


Abbildung 3. Tagespopulationsgrößen von *Maculinea rebeli* nach JOLLY-SEBER sowie „Minimal number alive“ im Verlauf der Flugzeit im Juni/Juli 1993

Ein geeignetes Verfahren zur Schätzung der Tagespopulationsgrößen von offenen Populationen ist die sogenannte JOLLY-SEBER-Methode (BEGON 1979, CAUGHLEY 1980, POLLOCK et al. 1990, MÜHLENBERG 1993). Der Vorteil dieser Berechnung ist die Berücksichtigung des populationsdynamischen Aspekts, denn Verluste an Individuen (durch Tod oder Abwanderung) und Gewinne an Individuen (durch Geburt oder Zuwanderung) fließen in das Ergebnis mit ein. Eine genaue Erklärung der Methode gibt MÜHLENBERG (1993).

Zwischen beiden Flächen des Untersuchungsgebietes konnte ein relativ intensiver Austausch beobachtet werden (vgl. 4.1.5), so daß angenommen wird, daß die Tiere eine Population bilden. Aus diesem Grund wurden die Tagespopulationsgrößen aus den Fangzahlen beider Flächen gemeinsam berechnet. Die Resultate der JOLLY-SEBER-Schätzung sind der Tabelle 1 zu entnehmen, die graphische Darstellung der Tagespopulationsgrößen sowie der „Minimal number alive“ der Abbildung 3.

SEUFERT (1992) schlägt vor, aus den ermittelten Tagespopulationsgrößen die Gesamtpopulationsgröße zu berechnen, indem man alle Tagespopulationsgrößen summiert und durch die mittlere Lebensdauer der Individuen (vgl. 4.1.4) dividiert. Auf diese Weise ergäbe sich eine Gesamtpopulationsgröße von 576 Individuen, die auf der hier abgesuchten Fläche von fast genau 1 ha in etwa gelebt hat.

Legt man der Berechnung hingegen ausschließlich die Ergebnisse der JOLLY-SEBER-Schätzung zugrunde (vgl. Tab. 1), wären ausgehend von der ersten Tagespopulationsschätzung ($P_2 = 80$) diesem Wert alle darauffolgenden Zugänge (ΣB_i) hinzuzurechnen. Im vorliegenden Fall resultierte hieraus eine Gesamtpopulationsgröße von 413 Individuen für das Hauptuntersuchungsgebiet. Ist dieses Ergebnis auch mit dem beim JOLLY-SEBER-Verfahren relativ hohen Schätzfeh-

ler der Anzahl der Zugänge behaftet (NICHOLS 1992), so ist es doch zuverlässiger als die oben angegebene Methode. Indirekt kommt hierin bereits zum Ausdruck, daß die ermittelte Lebensdauer der Individuen (vgl. 4.1.4) zu niedrig angesetzt sein dürfte. Bei höheren Werten der Lebensdauer würde auch aus der von SEUFERT (1992) praktizierten Vorgehensweise eine geringere Gesamtpopulationsgröße resultieren.

4.1.3 Geschlechterverhältnis

Von den markierten Tieren waren 127 ♂♂ und 150 ♀♀, was einem Geschlechterverhältnis von 1 : 1,2 entspricht. Zu Beginn der Flugzeit überwogen ganz eindeutig die ♂♂, die sehr flugaktiv auf der Suche nach frisch geschlüpften ♀♀ waren. Zum Ende hin dominierten die ♀♀, die noch einige Tage nach der Begattung mit der Eiablage beschäftigt waren. Der zeitlich unterschiedliche Schwerpunkt in der Flugzeit der Geschlechter läßt sich recht gut aus der Darstellung (Abb. 4) des Geschlechterverhältnisses basierend auf der „Minimal number alive“ (vgl. 4.1.2) erkennen.

Das zugunsten der ♀♀ verschobene absolute Geschlechterverhältnis ist unter Umständen methodisch bedingt. Die ♀♀ wurden bei jeder Begehung systematisch an den Kreuzenzianen gesucht und waren leichter zu finden als die ♂♂. Zudem ist der Fang der sehr flugaktiven ♂♂ vergleichsweise schwieriger. Daher ist es möglich, daß der Weibchenanteil der Population überschätzt wurde. Nach Ergebnissen von HOCHBERG et al. (1992) liegt bei *M. rebeli* ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis vor. Sowohl bei Fang-Markierung-Wiederfang-Untersuchungen, als auch bei ausgegrabenen Puppen war das Verhältnis 1 : 1.

4.1.4 Mindestlebensdauer der markierten Individuen

Die Mindestlebensdauer eines markierten Individuums läßt sich berechnen, indem man die Differenz zwischen erstem und letztem Fangtag ermittelt. Zu

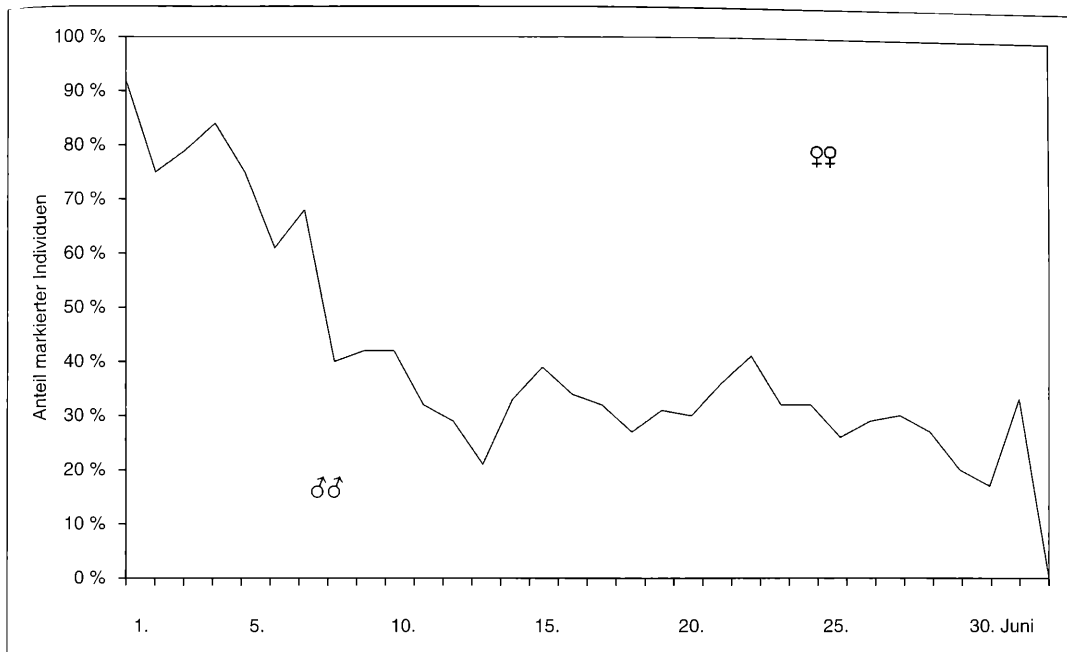


Abbildung 4. Geschlechterverhältnis von *Maculinea rebeli* im Verlauf der Flugzeit im Juni/Juli 1993

berücksichtigen ist allerdings, daß die Falter nicht unmittelbar nach dem Schlupf markiert werden und sie außerdem nach dem letzten Fang nicht sofort sterben (GEISSLER 1990, SEUFERT 1992). Deshalb wurden der erste und letzte Fangtag ganz mitgezählt, um die Lebensdauer nicht zu unterschätzen. Bildet man aus allen so errechneten Mindestlebensdauern den Mittelwert, erhält man die mittlere Mindestlebensdauer. Für die ♂♂ ergab sich eine mittlere Mindestlebensdauer von 2,80 Tagen ($\pm 2,62$ Tage, $n = 127$). Die mittlere Mindestlebensdauer der ♀♀ lag mit 3,49 Tagen ($\pm 3,14$ Tage, $n = 150$) deutlich darüber. Der Unterschied der Mittelwerte von ♂♂ und ♀♀ ist signifikant (t-Test, $\alpha = 5\%$).

Die Mittelwerte liefern allerdings ein recht ungenaues Bild von der möglichen Lebenserwartung eines Individuums. Es gibt sehr viele *M. rebeli*-Imagines, die diese mittlere Mindestlebensdauer deutlich überschreiten. So waren drei ♀♀ und ein ♂ sogar 13 Tage alt geworden. Daß die Lebensdauer der Imagines unterschätzt wird, deuten bereits die Ergebnisse der Gesamtpopulationsgrößenschätzung nach JOLLY-SEBER an (vgl. 4.1.2).

4.1.5 Ausbreitungsfähigkeit

Die Länge der Strecke, die ein Individuum zurücklegen kann, ist für die Ausbreitungsfähigkeit einer Tierart von größter Bedeutung. Mit wachsender Mobilität

einer Art steigt ihre Fähigkeit, neue Habitate zu besiedeln und damit auch ihre Überlebenswahrscheinlichkeit.

Es stellt sich zunächst die Frage, ob die Tiere überhaupt ihr Habitat verlassen und auch über habitatfremde Strukturen wandern. Von ELMES & THOMAS (1987) wird die Gattung *Maculinea* als extrem standorttreu eingestuft. Selbst bei kleinen Habitaten, die nur 100 m voneinander entfernt liegen, soll in ungünstigem Gelände kein Austausch erfolgen.

Im vorliegenden Fall wurden zwei kleine Flächen untersucht, die etwa 200 m auseinander liegen. Dazwischen befindet sich ein Trockental mit Getreideäckern und einschürigen Mähwiesen. Insgesamt konnten 12 markierte Individuen beobachtet werden, die zwischen den beiden Flächen gewandert sind. Zehn Falter flogen vom dicht besiedelten, südexponierten Tälesberg zum nordexponierten Wiedberg. Ein ♀ flog sogar vom Süd- zum Nordhang und wieder zurück. Nur ein einziges der am Nordhang markierten Individuen konnte auch am Südhang beobachtet werden. Die gewanderten Falter waren bis auf eine Ausnahme ausschließlich ♀♀. Da am Südhang die Kreuzenziane bereits innerhalb weniger Tage dicht mit Eiern belegt waren (vgl. 4.2), könnten die ♀♀ gezwungen gewesen sein, sich auch in der Umgebung nach weiteren geeigneten Eiablagepflanzen umzusehen.

Tabelle 2. Zählung der *M. rebeli*-Eier im Hauptuntersuchungsgebiet

Untersuchungs- gebiet	Eier		Eier		Differenz	
	1. Durchgang		2. Durchgang			
	7.6. – 14.6.93		5.7. – 21.7.93			
	absolut	%- Anteil	absolut	%- Anteil	absolut	%- Anteil
ND „Tälesberg“	7598	70%	10820	100%	3222	30%
ND „Wiedberg“	1130	21%	5387	100%	4257	79%
ND „Amtshalde“	15	32%	47	100%	32	68%
Insgesamt	8743	54%	16254	100%	7511	46%

4.2 Zählung der Eier an den Kreuzenzianen

4.2.1 Zählung der Eier an den Kreuzenzianen im Hauptuntersuchungsgebiet

Im Hauptuntersuchungsgebiet wurden die *M. rebeli*-Eier an den Kreuzenzianen einmal während und einmal nach der Flugzeit gezählt. Aufgeteilt für die verschiedenen Flächen wurden die in der Tabelle 2 aufgelisteten Werte ermittelt. Diese zeigen, welche Bedeutung der nordexponierten Fläche am Wiedberg zukommt. Obwohl hier nur 19 % (29 von 150) aller ♀♀ markiert wurden, wurden am Wiedberg 33 % (5387 von 16254) aller Eier abgelegt. Vermutlich wurden die Kreuzenziane am Wiedberg auch von den am Tälesberg geschlüpften ♀♀ aufgesucht. Dies scheint vor allem während der zweiten Hälfte der Flugzeit der Fall gewesen zu sein, als die Pflanzen am Tälesberg schon sehr dicht mit Eiern belegt waren. So wäre auch der hohe Zuwachs an Eiern von der ersten zur zweiten Zählung am Wiedberg zu erklären, wo 79 % aller auf dieser Fläche abgelegten Eier erst während der zweiten Hälfte der Flugzeit hinzu kamen. Daraus könnte man folgern, daß, so lange noch genügend „Platz“ auf den Kreuzenzianen am Schlupfport eines *M. rebeli*-♀ ist, zunächst diese belegt werden. Erst wenn die Pflanzen auf dieser Fläche zu dicht belegt sind, suchen die ♀♀ auch in der Umgebung nach weiteren geeigneten Eiablagepflanzen. Diese Vermutung wird auch durch die beobachteten Wanderbewegungen (vgl. 4.1.5) bestärkt.

Bei der Zählung nach der Flugzeit wurde die Verteilung der Eier auf Blätter, Knospen und Stengel der Kreuzenziane bestimmt. Von den insgesamt 16254 gezählten Eiern hafteten 15306 an den Blättern der Pflanzen, so daß die Enzianblätter mit einem Anteil von 94,2 % die bei der Eiablage bevorzugten Pflanzenteile darstellten. 5,4 % der Eier waren direkt an den Blütenknospen abgelegt worden und die verbleibenden 0,4 % an den Enzianstengeln.

4.2.2 Suche nach Eiern an den Kreuzenzianen in den übrigen Untersuchungsgebieten

In den übrigen Untersuchungsgebieten wurden alle gefundenen Kreuzenziane auf Eier des Bläulings ab-

gesucht. Die Untersuchungsgebiete Gültlingen „Lehen“, NSG „Silberberg“ und NSG „Enztal“ sind Kreuzenzianenvorkommen, die zumindest 1993 nicht durch *M. rebeli* besiedelt waren. Das ND „Halbtrockenrasen Laidorf“ wurde bereits im Juli gemäht, so daß hier die Kreuzenziane nicht mehr auf Eier des Bläulings kontrolliert werden konnten. Im Gewinn „Benzenacker“ bei Ostelsheim und im NSG „Killberg“ wurden neue Vorkommen für die Bläulingsart nachgewiesen. Bei den verbleibenden Untersuchungsgebieten, dem NSG „Ersinger Springenhalde“ und der Wacholderheide im Reißenbachtal bei Unterhausen, handelt es sich um bereits bekannte *M. rebeli*-Habitate (vgl. 2.).

Im Gewinn „Benzenacker“ bei Ostelsheim wurden insgesamt nur 56 Eier des Kreuzenzian-Ameisenbläulings gefunden, die möglicherweise alle von ein und demselben ♀ abgelegt wurden. Die Frage, ob es sich hier um ein Reliktvorkommen oder ein neu besiedeltes Habitat handelt, ist nicht zu beantworten. Von einem seit Anfang der 70er Jahre erloschenen *M. rebeli*-Vorkommen, das etwa 1 km entfernt von dem neu entdeckten lag, gibt es zwei Belegexemplare (in coll. A. HERMANN, Sindelfingen). Das Gewinn „Benzenacker“ befindet sich 3 km von dem Vorkommen des Bläulings bei Dätzingen entfernt und könnte möglicherweise von dort aus neu besiedelt worden sein. Nach Auskunft von Herrn ZIMMERMANN (BNL Karlsruhe) gibt es im Gewinn „Berg“, das zwischen diesen beiden Gebieten liegt, mehrere Kreuzenzianstandorte, die eventuell als Trittsteinbiotope gedient haben könnten.

Im NSG „Killberg“ waren die Kreuzenziane ebenfalls nur vergleichsweise spärlich mit Eiern belegt, stellen aber möglicherweise keine repräsentative Stichprobe dar, da nur ein Teil der Kreuzenziane auf Eier abgesehen wurde. In diesem Gebiet konnte keine vollständige Aufnahme durchgeführt werden, da eine zunächst erteilte Sondergenehmigung wieder zurückgezogen wurde und so ein weiteres Betreten der Fläche nicht möglich war. Im nordwestlich angrenzenden NSG „Hirnschale“ konnten wir 1993 mehrere dicht mit Eiern belegte *G. cruciata*-Stauden finden, was darauf schließen läßt, daß in diesem Bereich der lokale Vorkommensschwerpunkt des Kreuzenzian-Ameisen-

Tabelle 3 a. Übersicht über die Ergebnisse der Kontingenztafeln (signifikante α -Werte sind fett gedruckt)

untersuchter Zusammenhang	χ^2	ND „Tälesberg“				ND „Wiedberg“			
		α	FG			χ^2	FG		
mittlere Eizahl zu Vitalität	68,61	0,1%	12	110		16,18	5%	8	87
mittlere Eizahl zu Offenbodenanteil	37,87	1%	18	110		25,85	2,5%	12	87
mittlere Eizahl zu Deckungsgrad	10,69	70%	12	110		11,06	20%	8	87
mittlere Eizahl zu Höhe der Krautschicht	41,33	10%	30	110		16,38	50%	16	87
mittlere Eizahl zu Höhe der Grasschicht	38,85	50%	36	109		46,58	1%	24	87
mittlere Eizahl zu Verbuschung	16,67	70%	18	110		*	*	*	*

* kein Test möglich, da 95% der Beobachtungen gleich

Tabelle 3 b. Übersicht über die Ergebnisse der Rang-Korrelationstests (signifikante α -Werte sind fett gedruckt)

untersuchter Zusammenhang	ND „Tälesberg“					ND „Wiedberg“				
	t	α	FG			t	α	FG		
absolute Eizahl zu Triebhöhe	0,59	11,66	0,005%	250	252	-0,17	3,10	0,5%	326	328
absolute Eizahl zu Knospenzahl	0,70	15,46	0,005%	250	252	0,21	3,82	0,05%	327	329

bläulings liegt. Ob eine Verbindung zum nächsten *M. rebeli*-Vorkommen (Hauptuntersuchungsgebiet bei Dätzingen) besteht, ist wegen der Entfernung von etwa 10 km fraglich.

4.3 Strukturkartierung der die Kreuzenziane umgebenden Vegetation

Für alle Kreuzenzianstauden im Hauptuntersuchungsgebiet wurde die Struktur der umgebenden Vegetation, wie auch der Zustand des Enzians selbst, aufgenommen. Der Einfluß dieser Faktoren auf die Belegungsdichte der Pflanzen wurde statistisch untersucht. Nur die Parameter, die für jeden Enziantrieb getrennt ermittelt werden konnten (Triebhöhe und Knospenzahl), wurden mit den absoluten Eizahlen pro Trieb in Bezug gesetzt und ein Zusammenhang mit Hilfe des Rang-Korrelationstests nach SPEARMAN überprüft. Bei den übrigen Parametern, die jeweils für eine ganze Staude abgeschätzt worden waren, wurde das Verhältnis der mittleren Eizahl pro Trieb zu den aufgenommenen Strukturparametern über Kontingenztafeln und die χ^2 -Verteilung getestet. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung sind in der Tabelle 3 dargestellt. Eine Erklärung der verwendeten statistischen Testverfahren findet sich in SACHS (1984). Für $\alpha \leq 5\%$ wird ein Zusammenhang der getesteten Parameter angenommen.

Aus den Ergebnissen lassen sich zusammenfassend folgende Schlüsse ziehen: Die vitalsten, möglichst frei stehenden Kreuzenzianstauden (= höchster Offenbodenanteil in der Umgebung der Pflanze) werden am

stärksten belegt. Dabei werden jeweils die höchsten Triebe der Pflanzen mit den meisten Knospen bevorzugt. Am Wiedberg wurde eine negative Korrelation von der Eizahl pro Trieb zur Triebhöhe festgestellt. Das mag daran liegen, daß auf dieser Fläche die größten Enziane am verstecktesten standen und deshalb von den ♀♀ nicht gefunden wurden. Auf diese Weise wäre auch der nur auf dieser Fläche festgestellte Zusammenhang von der Eizahl pro Trieb zur Höhe der Grasschicht zu erklären. Je höher die den Enzian umgebende Grasschicht war, um so weniger Eier wurden an dieser Pflanze abgelegt.

In allen Untersuchungsgebieten wurde die Struktur der Umgebung der Kreuzenziane der Stichprobe (vgl. 3.2 u. 3.3) aufgenommen. Die Tabelle 4 ermöglicht einen Vergleich der Strukturen der verschiedenen Untersuchungsgebiete, da die untersuchten Parameter hier jeweils als Mittelwerte aller Enziane eines Gebietes dargestellt sind. In Gebieten mit einem hohen mittleren Deckungsgrad und zunehmender Verbuschung sind die *G. cruciata*-Pflanzen besonders gefährdet. Ist zudem nur ein geringer oder kein Offenbodenanteil vorhanden, so ist auch eine Verjüngung des Bestandes unmöglich, da der Kreuzenzian zur Keimung auf offene Bodenstellen angewiesen ist. Zur langfristigen Sicherung dieser Standorte sind Pflegemaßnahmen notwendig (vgl. 5.).

Tabelle 4. Übersicht über die Strukturparameter als Mittelwerte der Untersuchungsgebiete

Untersuchungs- gebiet	Anzahl ausgezählter Kreuzenzian- stauden	mittlere Vitalität*	mittlerer Offen- boden- anteil*	mittlerer Deckungs- grad*	mittlere Höhe der Kraut- schicht	mittlere Höhe der Gräser	mittlere Ver- buschung*
ND „Tälesberg“	113	2	1	1	20 cm	80 cm	1
ND „Wiedberg“	95	2	0	2	25 cm	90 cm	0
ND „Amtshalde“	5	3	0	3	50 cm	90 cm	1
Ostelsheim „Benzenacker“	20	2	0	3	20 cm	80 cm	0
NSG „Killberg“	11	3	1	2	20 cm	70 cm	0
Gültlingen „Lehen“	13	2	2	1	5 cm	60 cm	0
NSG „Silberberg“	10	2	2	1	20 cm	70 cm	1
NSG „Enztal“	10	3	2	1	10 cm	50 cm	0
NSG „Ersinger Springenhalde“	10	3	1	2	10 cm	60 cm	1
Unterhausen	10	3	0	3	20 cm	90 cm	0

* Klassifizierung vgl. 3.3

4.4 Erfassung der *Myrmica*-Arten

In allen Untersuchungsgebieten (außer im Hauptuntersuchungsgebiet und im NSG „Killberg“) wurden zum Nachweis der vorhandenen *Myrmica*-Arten Bodenfallen ausgebracht. Die Bestimmung der so gefangenen Arbeiterinnen ergab die in der Tabelle 5 dargestellte Verteilung. Hauptwirtsart von *Maculinea rebeli* ist *Myrmica schencki*. Bei ihr ist die Überlebensrate der Bläulingsraupen am höchsten, bei *M. sabuleti* am zweithöchsten und am schlechtesten bei *M. rubra* (ELMES et al. 1991). Berücksichtigt man, daß *M. sabuleti* eine der häufigsten *Myrmica*-Arten ist, so ist es denkbar, daß diese Art einen Teil einer *M. rebeli*-Population aufziehen und somit als Ersatzwirt fungieren kann.

Aus den in der Tabelle 5 zusammengefaßten Ergebnissen lassen sich nur zum Teil Erklärungen für das Fehlen von *M. rebeli* ableiten. Weitere Faktoren, die die Besiedlung potentiell geeigneter Lebensräume verhindern, werden im folgenden für die einzelnen Untersuchungsgebiete diskutiert.

Ostelsheim „Benzenacker“

Sowohl *M. schencki* als auch *M. sabuleti* wurden in den ausgebrachten Fallen gefangen. Die hier gefundenen Eier des Kreuzenzian-Ameisenbläulings können daher also durchaus von einem dort geschlüpften ♀ stammen (vgl. 4.2). Die Entfernung zum Vorkommen bei Dätzingen (Hauptuntersuchungsgebiet) beträgt in etwa 3 km.

Gültlingen „Lehen“

Dort konnte weder *M. schencki* noch *M. sabuleti* nachgewiesen werden. Da es sich zudem um ein sehr kleines Enzianvorkommen handelt, ist es nicht verwunderlich, daß *M. rebeli* hier fehlt, wenngleich die Entfer-

nung zum nächsten Vorkommen des Bläulings am NSG „Killberg“ nur etwa 1 km beträgt und die Fläche damit für die Falter erreichbar sein dürfte.

ND „Halbtrockenrasen Laiddorf“

Auf diesem Halbtrockenrasen kommen beide Wirtsameisenarten vor. Da die Mahd allerdings jedes Jahr bereits im Juli erfolgt, hat *M. rebeli* keine Chance zu überleben. Weil diese Fläche nur 3 km vom Vorkommen des Falters bei Dätzingen (Hauptuntersuchungsgebiet) entfernt ist, könnte sie noch als potentiell besiedelbarer Lebensraum in Frage kommen.

NSG „Silberberg“

Dieser Halbtrockenrasen scheint für *M. rebeli* günstige Voraussetzungen zu bieten, da die Wirtsameisen in der Nähe der Kreuzenziane vorkommen. Doch auch dieses NSG liegt weit von den anderen Vorkommen entfernt (11 km bis Dätzingen), so daß eine (Wieder-) Besiedlung zumindest schwierig erscheint.

NSG „Enztal“

Auch hier kommen *M. schencki* und *M. sabuleti* vor, der Bläuling allerdings nicht. Warum der Falter in diesem Gebiet, aus dessen nächster Umgebung von 1908 eine Fundmeldung existiert (EBERT, pers. Mitt.), nicht mehr nachgewiesen werden konnte, ist unklar. Da aber bereits ein Jahr mit falscher Nutzung, z. B. zu früher Mahd, zum Verschwinden von *M. rebeli* führen kann, ist das Fehlen möglicherweise darauf zurückzuführen. Unter Umständen ist die Art aber auch bereits vor der Erstpflge des NSGs verschwunden, da durch zu starke Verbuschung sowohl für den Kreuzenzian als auch für *M. schencki* zeitweise ungünstige Bedingungen herrschten. Zudem liegt das nächste Vorkommen des Falters, das NSG „Ersinger Springenhalde“,

Tabelle 5. Anzahl der Bodenfallen und darin gefangene *Myrmica*-Arten

Untersuchungs- gebiet	Datum	Fallen ins- gesamt	Fallen mit <i>M. schencki</i> EMERY 1894	Fallen mit <i>M. sabuleti</i> MEINERT 1860	Fallen mit <i>M. scabrinodis</i> NYLANDER 1846	Fallen mit <i>M. speciosus</i> BONDROIT 1918	Fallen mit <i>M. rubra</i> LINNÉ 1758	von <i>Maculinea</i> <i>rebeli</i> besiedelt
Ostelsheim								
„Benzenacker“	26.7.-2.8.93	12	1	9	2			
Gültlingen „Lehen“	26.7.-2.8.93	5					4	
ND „Laiddorf“	26.7.-2.8.93	10	3	4	3		4	
NSG „Silberberg“	28.7.-4.8.93	10	1	7	1	1		
NSG „Enztal“	28.7.-4.8.93	10	5	2	5	1		
NSG „Ersinger Springenhalde“	27.7.-3.8.93	10	3	2	1			+
Unterhausen	29.7.-5.8.93	10		6				+

15 km entfernt, so daß eine Wiederbesiedlung des einmal verlorenen Areals schwer möglich scheint.

NSG „Ersinger Springenhalde“

In diesem seit längerem als *M. rebeli*-Vorkommen bekannten NSG wurden die beiden wichtigsten Wirtsameisenarten in mehreren Fallen nachgewiesen.

Unterhausen

Hier liegt der Fall vor, daß *M. rebeli* vorkommt, *M. schencki* aber nicht gefunden werden konnte. Entweder handelt es sich um eine Erfassungslücke, oder die hier häufig gefundene *M. sabuleti* ist die einzige Wirtsameise. Dies scheint bei ausreichender Dichte des Nebenwirtes möglich zu sein trotz geringerer Überlebenswahrscheinlichkeit der einzelnen Bläulingsraupe.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Verbreitung der Wirtsameise *M. schencki* nicht allein der limitierende Habitatfaktor für *M. rebeli* zu sein scheint. In drei Fällen konnte diese Ameisenart auch an nicht durch den Bläuling besiedelten Kreuzenzianstandorten gefunden werden. Hier müssen andere Faktoren eine Besiedlung verhindern, wie z. B. eine falsche Nutzung der Flächen. Die große räumliche Distanz der wenigen verbliebenen Habitate des Kreuzenzian-Ameisenbläulings dürfte die Wiederbesiedlung der einmal verlorenen Lebensräume sehr erschweren.

4.5 Kartierung der *Myrmica*-Nestdichte

Bei der Kartierung der Nestdichte im Hauptuntersuchungsgebiet ergaben sich für die beiden Flächen unterschiedlicher Exposition völlig verschiedene Ergebnisse. Obwohl alle 3 x 3 m großen Probeflächen mit etwa gleicher Intensität bearbeitet wurden, konnten am nordexponierten Wiedberg wesentlich weniger *Myrmica*-Nester als am südexponierten Tälesberg gefunden werden.

Jede der insgesamt 10 Probeflächen wurde an mindestens zwei verschiedenen Tagen mehrere Stunden mit Ködern bestückt, wobei insbesondere auf das Aktivitätsmaximum der *M. schencki*-Arbeiterinnen Rücksicht genommen wurde. Diese meiden zu heiße Tageszeiten und beginnen erst mit der Nahrungssuche, wenn die Temperatur der Bodenoberfläche unter 30 °C gesunken ist. Das Temperaturoptimum der *M. schencki*-Arbeiterinnen liegt zwischen 15 und 30 °C, so daß an sonnigen Tagen die höchste Aktivität am späten Nachmittag zu beobachten ist (NIELSEN 1981). Auffällig ist, daß von den insgesamt 14 am Tälesberg gefundenen *Myrmica*-Nestern allein 11 von *M. sabuleti* stammten (vgl. Tab. 6a). Diese Art scheint hier in großer Dichte vorzukommen und trägt daher sicher viele der *M. rebeli*-Raupen in ihre Nester ein. Auf den insgesamt auf dieser Fläche abgesuchten 45 m² war ein *M. schencki*-Nest vorhanden. Bei Vorversuchen zum Köderexperiment und durch gezielte Nachsuche an einer Stelle, an der einmal sechs frisch geschlüpfte *M. rebeli*-Falter entdeckt worden waren, konnten am Tälesberg drei weitere *M. schencki*-Nester gefunden werden. Es ist daher anzunehmen, daß diese *Myrmica*-Art am Tälesberg in ausreichender Dichte vorhanden ist. Bei Untersuchungen von SEIFERT (1988) lag die Nestdichte von *M. schencki* bei durchschnittlich 3,35 Nestern / 100 m², bei einem Maximalwert von 13 Nestern / 100 m². Die Nestdichte von *M. sabuleti* betrug dagegen bis zu 39 Nester / 100 m². Diese Art wird an trockeneren Standorten von *M. schencki* und *M. speciosus* verdrängt.

Am Wiedberg konnten auf 45 m² insgesamt nur drei *Myrmica*-Nester gefunden werden, darunter kein einziges *M. schencki*-Nest (vgl. Tab. 6b). Allerdings war die untersuchte Fläche für eine genaue Kartierung von *M. schencki* zu klein, wie der Fund einer Arbeiterin außerhalb der Köderflächen belegt. Die Art dürfte wegen der Nord-Exposition dieser Fläche nur wenige Nistplätze finden, die ihren hohen Temperatursprüchen genü-

Tabelle 6 a. Auf den Köderflächen im ND „Tälesberg“ nachgewiesene *Myrmica*-Nester

Köderfläche Nr.	Datum	<i>M. schencki</i> -Nester	<i>M. sabuleti</i> -Nester	<i>M. scabrinodis</i> -Nester	<i>M. specioides</i> -Nester
A	17.8.93				
	19.8.93		4		
B	11.8.93				
	13.8.93				
C	22.8.93		3		1
	13.8.93				
	16.8.93				
D	24.8.93	1	3		
	24.8.93				
E	25.8.93				
	26.8.93				
	25.8.93				
	26.8.93		1	1	
Insgesamt		1	11	1	1

gen. Die geringe Anzahl von *Myrmica*-Nestern überhaupt liefert bereits einen Hinweis, warum die Dichte der *M. rebeli*-Imagines am Wiedberg so viel niedriger war als am Tälesberg, denn auch der Nebenwirt *M. sabuleti* war hier in deutlich geringerer Dichte als am Tälesberg vorhanden.

4.6 Vegetationsaufnahmen

In allen Untersuchungsgebieten wurde die Vegetation von Kleinflächen um die Bodenfallen aufgenommen. Im Hauptuntersuchungsgebiet wurde die Vegetation der Köderflächen untersucht. Nach der von ELLENBERG (1979) vorgeschlagenen Methode wurde für jede Kleinfläche die mittlere Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahl ermittelt. Bei dieser Berechnung wurde nur das Vorkommen der Arten, nicht aber ihre Menge (Deckungsgrad) ausgewertet.

Die untersuchten Kleinflächen unterschieden sich hinsichtlich der mittleren Feuchte-, Reaktions- und Stickstoffzahlen kaum. Die mittleren Feuchtezahlen lagen bei 3-4 (Skala von 1 = Starktrokniszeiger bis 9 = Nässezeiger; Pflanzen mit dem Wert 3 sind Trockenheitszeiger), die mittleren Reaktionszahlen bei 7-8 (Skala von 1 = Starksäurezeiger bis 9 = Basen- und Kalkzeiger; Pflanzen mit Wert 7 sind Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger) und die mittleren Stickstoffzahlen bei 2-3 (Skala von 1 = „stickstoffärmste Standorte zeigend“ bis 9 = „an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert“; Pflanzen mit Wert 3 sind „auf stickstoffarmen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen bis stickstoffreichen“). Alle untersuchten Halbtrockenrasen scheinen auf dieser Beobachtungsbasis gleichermaßen für die Besiedlung durch bestimmte Ameisenarten geeignet zu sein.

Zusätzlich wurde auf den Kleinflächen der Offenbodenanteil wie bei der Strukturkartierung nach einer vierstufigen Skala geschätzt (vgl. 3.3). Für diesen Parameter läßt sich allerdings ein Zusammenhang mit dem Vorkommen von *M. schencki* vermuten. Die günstigsten Bedingungen schienen für *M. schencki* im NSG „Enztal“ vorzuliegen. Hier war die Art in 5 der 10 ausgebrachten Fallen vorhanden, der höchste überhaupt festgestellte Anteil (vgl. Tab. 5). Der geschätzte Offenbodenanteil in der Umgebung der Fallen lag hier fast immer bei „3“, war also hoch. In Untersuchungsgebieten ohne Offenbodenanteil („0“), wie z. B. in Unterhausen, konnte *M. schencki* dagegen nicht nachgewiesen werden.

4.7 Sonstige Beobachtungen zur Biologie Nahrung des Falters

Angaben zum Blütenbesuch von *M. rebeli* gab es bisher kaum (EBERT & RENNWALD 1991). Daher wurden sämtliche im Verlauf der Untersuchung gemachten Beobachtungen zur Nutzung des Nektarpflanzenangebots protokolliert. Mit 43 % (36 von 83) aller Blütenbesuche war die am häufigsten genutzte Nektarpflanze der Gemeine Hornklee, *Lotus corniculatus*. Am zweithäufigsten (29 %) wurden Besuche an Blüten der Knollen-Platterbse, *Lathyrus tuberosus*, verzeichnet. Auffällig war die Vorliebe der Falter für Blüten der Saat-Esparsette, *Onobrychis viciifolia*. Obwohl diese Pflanze nur in vereinzelten Horsten am Tälesberg vorhanden war, rückte diese Art an die dritte Stelle (19 %) der bevorzugten Arten. Für die folgenden Arten liegen lediglich Einzelbeobachtungen zur Nutzung als Nektarquelle vor: *Vicia cracca*, *Astragalus glycyphyllos*, *Melampyrum arvense*, *Rhinanthus alectorolophus*,

Tabelle 6 b. Auf den Köderflächen im ND „Wiedberg“ nachgewiesene *Myrmica*-Nester

Köderfläche Nr.	Datum	<i>M. schencki- Nester</i>	<i>M. sabuleti- Nester</i>	<i>M. scabrinodis- Nester</i>	<i>M. specioides- Nester</i>
F	30.8.93				
	6.9.93	–		1	
G	31.8.93				
	6.9.93		1		
H	1.9.93				
	16.9.93		1		
I	2.9.93				
	16.9.93				
J	6.9.93				
	16.9.93				
Insgesamt			2	1	

Prunella grandiflora, *Centaurea jacea* und *Leontodon hispidus*. Mit einem Anteil von 92 % aller beobachteten Blütenbesuche kam der Familie der Fabaceae die größte Bedeutung als Nektarquelle zu. Da *M. rebeli* relativ flexibel in der Nutzung verschiedener Nektarpflanzen ist, dürfte das Nektarangebot an jedem größeren *G. cruciata*-Vorkommen ausreichend sein und stellt sicher keinen limitierenden Habitatfaktor dar. Die beobachteten *M. rebeli* verhielten sich blumenstet (vgl. EBERT & RENNWALD 1991), d. h. ein Individuum flog mehrmals hintereinander Pflanzen derselben Art an. Solche Mehrfachbeobachtungen eines Individuums wurden nur als eine Beobachtung gezählt. Ein Wechsel zu einer anderen Nektarpflanzenart innerhalb der Beobachtungsdauer wurde nur einmal festgestellt.

Prädatoren

Vor allem die ♀♀ des Bläulings können eine leichte Beute für Spinnen werden, da sie bei der Suche nach ihrer Eiablagepflanze dicht über der Bodenvegetation fliegen. Mehrfach konnten Spinnennetze u. a. der Kugelspinne (Theridiidae) *Theridion impressum* L. KOCH, 1881 direkt über *G. cruciata*-Stauden gefunden werden. Diese sind daher besonders gefährlich für die ♀♀ von *M. rebeli*.

Krabbspinnen (Thomisidae), die auf Blüten auf ihre Opfer lauern, spielen eine weitere Rolle als natürliche Feinde. Eine Krabbspinne, die ein *M. rebeli*-♂ erbeutet hatte, wurde als *Xysticus erraticus* (BLACKWALL, 1834) bestimmt.

Auch die frisch aus dem Ameisennest geschlüpften Falter können von am Boden jagenden Spinnen gefangen werden. Insgesamt wurden 11 von verschiedenen Spinnen getötete *M. rebeli*-Falter entdeckt und ein Angriff auf ein frisch geschlüpftes Tier beobachtet.

Ohrwürmer (Dermaptera), die oft auf den Kreuzenzi-

anen angetroffen wurden, sind möglicherweise als Prädatoren für die sehr auffälligen *M. rebeli*-Eier von Bedeutung.

5. Schlußfolgerungen für Schutzmaßnahmen

Es konnte gezeigt werden, daß die Struktur der Vegetation in direkter Umgebung der Kreuzenziane ein wichtiger Faktor ist, der die ♀♀ des Bläulings bei der Eiablage beeinflusst. Versteckt stehende Kreuzenziane, wie etwa in hochgrasigen, verbuschten Bereichen, werden von den *M. rebeli*-♀♀ kaum mit Eiern belegt. Durch gezielte Pflegemaßnahmen sollte daher die Verbuschung in *M. rebeli*-Habitaten verhindert werden.

Da der Kreuzenzian zur Keimung auf offene Bodenstellen angewiesen ist, kommt eine Pflege, die der Sukzession entgegen wirkt und zugleich Störstellen schafft, auch dem Kreuzenzianbestand selbst zugute. Eine Kreuzenzianstaude kann zwar einige Jahre auch rein vegetativ überdauern, doch wird ein Bestand ohne Verjüngung früher oder später erlöschen.

Die Hauptwirtsameise des Kreuzenzian-Ameisenbläulings, *Myrmica schencki*, ist eine der thermophilsten europäischen *Myrmica*-Arten (SEIFERT 1988) und konnte auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nur in Gebieten mit einem hohen Offenbodenanteil gefunden werden. Dies scheint verständlich, wenn man bedenkt, wie sehr eine geschlossene Grasschicht das Mikroklima am Boden verändert. Auch für *M. schencki* sind daher regelmäßige Pflegemaßnahmen sehr wichtig. Den Wirtsameisen kommt eine Schlüsselfunktion zu, die bei der Pflege von *Maculinea*-Biotopen oftmals vernachlässigt wird. Zumindest wird das Aussterben von *Maculinea arion* in England auf den Rückgang der Wirtsameise zurückgeführt

(THOMAS 1980). Die Aufgabe der Beweidung von *M. arion*-Habitaten hat dort zum schnellen Verschwinden fast aller *Myrmica*-Nester geführt!

Eine regelmäßige Mahd im Herbst oder eine Beweidung durch Schafe außerhalb der Zeitspanne von Mitte Mai bis Ende August wäre daher in allen *M. rebeli*-Habitaten sinnvoll. Die Beweidung durch Schafe stellt sicher eine bessere, da in vielen Fällen der ursprünglichen Nutzung entsprechende Pflege dar, die zudem durch Tritt für Störstellen sorgt.

Die Wahl des Pflgetermins ist für das Bestehen einer *M. rebeli*-Population von größter Bedeutung. Wie das Beispiel des ND „Halbtrockenrasen Laidorf“ bei Deufringen zeigt, verhindert ein falscher Mahdtermin die Besiedlung eines sonst geeigneten Standorts. Schon eine einmalig falsche Mahd kann zum Verschwinden einer *Maculinea*-Population führen, da dann alle Eier und Larvalstadien vernichtet werden. Die mittlerweile hochgradige Isolation der Habitate verhindert wohl meist eine neue Besiedlung der einmal verlorenen Lebensräume.

Man sollte bei der Beweidung ebenfalls auf den richtigen Zeitpunkt achten. Enziane werden wegen ihrer bitteren Inhaltsstoffe von Schafen zwar nicht gefressen (ADE et al. 1990), doch können auch durch Tritt erhebliche Schäden entstehen, was während der Flugzeit des Bläulings und mindestens vier Wochen danach vermieden werden sollte. Im ND „Tälesberg“ konnte 1993 beobachtet werden, daß die Schafe, die ein Schäfer unerlaubterweise über die Fläche getrieben hatte, sehr viele der Kreuzenzianknospen abgetreten oder möglicherweise abgebissen hatten. Da Rinder eine besondere Vorliebe für den Kreuzenzian zeigen (BÖTTCHER et al. 1992), sind diese auf keinen Fall als Weidevieh in *M. rebeli*-Habitaten geeignet.

Als Beweidungstermin empfiehlt sich am ehesten Anfang bis Mitte Mai, da die Enziane dann noch sehr klein sind, die Schafe zudem genügend anderes saftiges Futter finden und man gleichzeitig eine übermäßige Verbuschung verhindern kann. Dasselbe erreicht man durch den Einsatz von Ziegen, die bevorzugt Gehölze fressen und daher eine gute Ergänzung zu den Schafherden darstellen.

Ist ein Nährstoffentzug auf den Flächen gewünscht, so ist das Frühjahr dem Herbst als Weidetermin vorzuziehen. Auf alle Fälle ist eine Koppelhaltung der Schafe zu vermeiden, um eine Eutrophierung des Geländes zu verhindern. Zum einen kann die Überdüngung zum Absterben der Mycorrhiza des Kreuzenzians führen (HALBMAYR 1990), zum anderen wirkt sich ein zusätzlicher Stickstoffeintrag in den Boden und die damit verbundene Zunahme des oberirdischen Pflanzenmaterials negativ auf die bodenbewohnende Ameisenfauna aus (SEIFERT 1986). Auch *M. schencki* reagiert äußerst sensibel auf Eutrophierung (SEIFERT 1988) bzw. auf die damit einhergehende Verdichtung der Vegetation. Die oben genannten Pflegeempfehlungen gelten nicht

allgemein für Halbtrockenrasen, denn oft stehen andere Ziele im Vordergrund. Angesichts des hohen Gefährdungsgrades von *M. rebeli* und *G. cruciata* scheint es uns in diesem Fall allerdings vertretbar, die Biotoppflege an diesen beiden Arten zu orientieren. Der Schutz besonders seltener Arten sollte in den verbliebenen Vorkommen höchste Priorität erhalten. Die Förderung von *M. rebeli* wird auch den Ansprüchen vieler anderer „Störstellen-Arten“ gerecht, bei denen allgemein ein drastischer Rückgang beobachtet werden kann und zu deren Erhalt eine Mahd die extensive Beweidung nicht ersetzen kann (WEIDEMANN 1989). Der Kreuzenzian-Ameisenbläuling erscheint als Zielart (RECK et al. 1994) geeignet, da er in den meisten seiner Lebensräume von weiteren schutzbedürftigen Arten begleitet wird. Da Metapopulationen, d. h. Verbände von Populationen einer Art, grundsätzlich „eine höhere Sicherheit gegenüber den Auswirkungen von Katastrophen und Epidemien“ bieten (KAULE 1991), sollte es außerdem das Ziel sein, mittel- bis langfristig weitere geeignete Standorte für *M. rebeli* zu entwickeln. So wäre es z. B. wünschenswert, *M. rebeli* auf allen Kreuzenzianstandorten in der Nähe existierender Vorkommen des Bläulings als Zielart zu fördern. In einem derartigen Habitatnetz könnten zufällige Aussterbeprozesse durch Wiederbesiedlung kompensiert werden.

Eine regelmäßige Erfolgskontrolle der Pflegemaßnahmen ist notwendig, um eine langfristige Sicherung der Standorte zu gewährleisten. Hierzu könnte man, mit vergleichsweise geringem Aufwand, etwa alle 3-4 Jahre im Juli die Enziane auf das Vorkommen von *M. rebeli* auf Basis der Eier kontrollieren, die in ausreichender Dichte auf den meisten Kreuzenzianen zu finden sein sollten. Eine Überprüfung des Zustands der Kreuzenziane, ob z. B. eine ausreichende Verjüngung stattfindet, wäre eine sinnvolle Ergänzung.

6. Literatur

- ADE, U., BAUMANN, B., BAUMANN, H. & WAHRENBURG, W. (1990): Naturnahe Lebensräume und Flora in Schönbuch und Gäu. – 248 S.; Remshalden (Natur-Rems-Murr-Verlag).
- BEGON, M. (1979): Investigating animal abundance: capture-recapture for biologists. – 97 S.; Birkenhead, Merseyside (Willmer Brothers Limited).
- BISSE, K. (1994): Untersuchungen zur Autökologie und Verbreitung des Kreuzenzian-Ameisenbläulings, *Maculinea rebeli* (HIRSCHKE, 1904) (Lepidoptera: Lycaenidae). – 102 S.; Diplomarbeit, Universität Stuttgart-Hohenheim.
- BÖTTCHER, H., GERKEN, B., HOZAK, R. & SCHÜTTPELZ, E. (1992): Pflege und Entwicklung der Kalkmagerrasen in Ostwestfalen. – Natur und Landschaft, 67 (6): 276-282; Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 865 S.; Wien (Springer).
- CAUGHLEY, G. (1980): Analysis of vertebrate populations – 2. Aufl., 234 S.; Chichester, New York, Brisbane, Toronto (J. Wiley & Sons).
- EBERT, G. & RENNWALD, E. (1991): Die Schmetterlinge Baden-

- Württemberg. Bd. 2: Tagfalter II. – 535 S.; Stuttgart (Ulmer).
- ELLENBERG, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mittel-europas. – 2. Aufl., 122 S.; Scripta Geobotanica IX; Göttingen (Erich Goltze KG).
- ELMES, G. W. & THOMAS, J. A. (1987): Die Gattung *Maculinea*: 354-368. Die Biologie und Ökologie der Ameisen der Gattung *Myrmica*: 404-409. – In: SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Tagfalter und ihre Lebensräume; Egg (Fotorotar AG).
- ELMES, G. W., THOMAS, J. A. & WARDLAW, J. C. (1991): Larvae of *Maculinea rebeli*, a large-blue butterfly, and their *Myrmica* host ants: wild adoption and behaviour in ant-nests. – J. Zool. Lond., **223**: 447-460; London.
- GEISSLER, S. (1990): Autökologische Untersuchungen zu *Maculinea nausithous* (BRGSTR., 1779). – 115 S.; Diplomarbeit, Universität Stuttgart-Hohenheim.
- HALBMAYR, H. (1990): Dem Enzian auf der Spur: Monographie der Gattung *Gentiana* und nahe verwandter Gattungen. – 481 S.; Wien-Schönbrunn (Höhere Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau).
- HARMS, K. H., PHILIPPI, G. & SEYBOLD, S. (1983): Verschollene und gefährdete Pflanzen in Baden-Württemberg. Rote Liste der Farne und Blütenpflanzen. – 157 S., Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 32; Karlsruhe (Landesanstalt für Umweltschutz).
- HOCHBERG, E., THOMAS, J. A. & ELMES, G. W. (1992): A modelling study of the population dynamics of a large blue butterfly, *Maculinea rebeli*, a parasite of red ant nests. – Journal of Animal Ecology, **61**: 397-409; Oxford.
- JENSEN, T. F. (1981): Distribution and density of nests of *Myrmica schencki* EMERY in a sandy heath area in Jutland, Denmark. – Natura Jutlandica, **19**: 67-72; Arhus.
- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. – 2. Aufl., 519 S.; Stuttgart (Ulmer).
- KORNECK, D. (1984): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen. – In: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in der Bundesrepublik Deutschland: 128-148; Greven (Kilda-Verlag).
- KUDRNA, O. (1986): Grundlagen zu einem Artenschutzprogramm für die Tagsschmetterlingsfauna in Bayern und Analyse der Schutzproblematik in der Bundesrepublik Deutschland. – Nachr. ent. Ver. Apollo Suppl., **6**: 1-90; Frankfurt.
- MEYER, C. (1992): Zur Biologie von Bläulingen (Lepidoptera: Lycaenidae). Lebensraum, Lebenszyklus und Beziehungen zu Ameisen. – 108 S., Diplomarbeit, Universität Göttingen.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. – 3. Aufl., 512 S.; Heidelberg, Wiesbaden (Quelle & Meyer).
- MÜNCH, W. (1991): Die Ameisen des Federsee-Gebietes. Eine ökologische Bestandsaufnahme. – 411 S.; Dissertation, Universität Tübingen.
- NICHOLS, J. D. (1992): Capture-recapture models. Using marked animals to study population dynamics. – BioScience, **42** (2): 94-102; Washington.
- NIELSEN, M. G. (1981): Diurnal foraging activity of two ant species *Myrmica schencki* EMERY and *Formica rufibarbis* F., in a sandy heath area. – Natura Jutlandica, **19**: 49-52; Arhus.
- OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 6. Aufl., 1050 S.; Stuttgart (Ulmer).
- PAULER, R. (1993): Untersuchungen zur Autökologie des Schwarzgefleckten Ameisenbläulings, *Maculinea arion* (LINNAEUS, 1758) (Lepidoptera: Lycaenidae). – 141 S.; Diplomarbeit, Universität Tübingen.
- POLLOCK, K. H., NICHOLS, J. D., BROWNIE, C. & HINES, J. E. (1990): Statistical inference for capture-recapture experiments. – Wildlife monographs, **107**: 1-97; Washington.
- PRETSCHER, P. (1984): Rote Liste der Großschmetterlinge. – In: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in der Bundesrepublik Deutschland: 56-57; Greven (Kilda-Verlag).
- RECK, H., WALTER, R., OSINSKI, E., KAULE, G., HEINL, T., KICK, U. & WEISS, M. (1994): Ziele und Standards für Belange des Arten- und Biotopschutzes: Das „Zielartenkonzept“ als Beitrag zur Fortschreibung des Landschaftsrahmenprogrammes in Baden-Württemberg. – Laufener Seminararbeit. 4/94: 61-91 – Akad. Natursch. Landschaftspf. (ANL); Laufen/Salzach 1994.
- ROSENBAUER, A. (in Vorb.): Enziangewächse. – In: SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (Hrsg.): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 5.; Stuttgart (Ulmer).
- SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik. – 6. Aufl., 552 S.; Berlin (Springer).
- SEIFERT, B. (1986): Vergleichende Untersuchungen zur Habitatwahl von Ameisen im mittleren und südlichen Teil der DDR. – Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz, **59** (5): 1-124; Görlitz.
- SEIFERT, B. (1988): A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia Minor, and Caucasia (Hymenoptera: Formicidae). – Abh. Ber. Naturkundemuseum Görlitz, **62** (3): 1-75; Görlitz.
- SEUFERT, P. (1992): Grundlagen zum Schutz der Tagfalter (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea) im Naturschutzgebiet „Mäusberg“ (Landkreis Main-Spessart). – 185 S.; Diplomarbeit, Universität Würzburg.
- SIEGEL, S. (1985): Nichtparametrische statistische Methoden. – 2. Aufl., 320 S.; Eschborn (Fachbuchhandlung für Psychologie GmbH, Verlagsabteilung).
- THOMAS, J. A. (1980): Why did the Large Blue become extinct in Britain? – Oryx, **15** (3): 243-247; Oxford.
- THOMAS, J. A., ELMES, G. W., WARDLAW, J. C. & WOYCIECHOWSKI, M. (1989): Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* ant nests. – Oecologia, **79**: 452-457; Berlin.
- VEILE, D. (1992): Ameisen. Grundzüge der Erfassung und Bewertung. – In: TRAUTNER, J. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. (BVDL-Tagung Bad-Wurzach, 9.-10. Nov. 1991). Ökologie in der Forschung und Anwendung, **5**: 177-188; Weikersheim (Verlag J. Margraf).
- WEIDEMANN, H.-J. (1989): Die Bedeutung von Sukzession und „Störstellen“ für den Biotopschutz bei Schmetterlingen. Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, **29**: 239-247; Bonn-Bad Godesberg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Köckelke Kirsten, Hermann Gabriel, Kaule Giselher, Verhaagh Manfred, Settele Josef

Artikel/Article: [Zur Autökologie und Verbreitung des Kreuzenzian- Ameisenbläulings, *Maculinea rebeli* \(Hirschke, 1904\) 93-109](#)