

## Die Standortparameter der Larven von *Cicindela campestris* Linné, 1758 (Coleoptera, Carabidae) in den „badlands“ der Burg Gleichen bei Wandersleben/Thüringen

TIM GRAUMANN, Iserlohn

### Zusammenfassung

Es wurden die Larvenstandorte von *Cicindela campestris* Linné, 1758 auf dem Keuperhügel der Burg Gleichen bei Wandersleben/Thüringen hinsichtlich ihrer ökologischen Parameter untersucht. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf die Schattentoleranz (Höhe der den Larvengang umgebenden Vegetation und ihr Abstand zur Larve) der Larven gelegt. Weitere Parameter waren Verteilung in der Vegetation bei verschiedenen Deckungsgraden, Verteilung auf die Neigungsgrade im Mikrolief.

Hinsichtlich der Verteilung auf die Deckungsgrade bevorzugten die Larven den Bereich mit 26-50% Vegetation. Aufgrund mikroklimatischer Bedingungen ist dies zugleich der Bereich mit der höchsten Beutetierdichte. Die Beschattung im Südsektor ist dabei am geringsten. Dieses „Sonnenfenster“ wird zum „Energietanken“ genutzt.

Der Grad der hohen Beschattung bei *C. campestris* L. kann in Zusammenhang mit der Grabtiefe ihrer Röhren im Substrat gebracht werden. Die wenig tief grabenden *C. campestris*-Larven verlangsamen durch die größere Beschattung die Austrocknung des Substrates an ihrem Standort, was für die Regulation ihres Wasserhaushaltes bedeutend ist. Aufgrund der Duldung höherer Beschattungswerte ist *C. campestris* L. wesentlich geringer an tiefgründige Lockerböden gebunden und kann damit auch die schweren, zugleich aber flachgründigen Lehmgebiete an der Burg Gleichen besiedeln.

### Abstract

**The living conditions of larvae of *Cicindela campestris* Linné, 1758 (Coleoptera, Carabidae) in the badlands of the "Burg Gleichen"-area near Wandersleben/Thuringia**

The larval habitats of tiger beetle *Cicindela campestris* Linné were analyzed concerning their living conditions at the Burg Gleichen/Thuringia. Attention specially was focussed on the tolerance of shadow (height of surrounding vegetation and its distance to the larvae). The other surveyed parameters are distribution of the larval locations as well in different degrees of vegetation-coverage as in different degrees of inclination.

With regard to the coverage of Vegetation the larvae preferred the areas with 26-50 %. Microclimatic conditions in this areas guarantee highest density of prey. A sunny lag in the southern sector is used to get energy at noon.

Also being intensively shaded prevents that larval tiger beetles will not dry up in their shallow ducts. So it is an important part to regulate their water economy and allows them to settle also areas like the hills at Burg Gleichen with heavy but flat loamy soil.

**Key words:** Carabidae, *Cicindela*, ecology, Thuringia

### 1. Einleitung

Die Sandlaufkäferart *Cicindela campestris* Linné, 1758 ist auf den Keuperhängen der Burg Gleichen bei Wandersleben die dominierende Art ihrer Gattung. *Cicindela hybrida* Linné, 1758 kommt dort nur vereinzelt vor, obwohl die Art für derartige Offenflächen ansonsten typisch ist (TRAUTNER & DETZEL 1994). Aus diesem Grund wurden die Standorte der Larven (3. Stadium) von *C. campestris* L. auf ihre bestimmenden Parameter hin untersucht, wobei die Beschattung im Mittelpunkt des Interesses stand.

Der Fragestellung, wie sich das Habitat einer Art hinsichtlich ihrer Ansprüche an die Umwelt definiert, wurde hier exemplarisch nachgegangen. Beide o. g. Arten kommen oft im gleichen Gebiet vor, ohne sich gegenseitig merklich Konkurrenz zu machen (ASSMANN & FORMAN 1981). Darin liegt zugleich begründet, daß eng miteinander verwandte Arten bei gleicher Lebensweise und nahezu identischem Beutespektrum parallel in einem Gebiet vorkommen können, sofern nicht anthropogene Einflüsse zu einer entscheidenden Änderung der Bedingungen führen (DESENDER & TURIN 1989).

HADLEY et al. (1990) fanden an nordamerikanischen auf Uferbänken lebenden *Cicindela*-Arten, heraus, daß bereits geringe Unterschiede in der Bodenfeuchtigkeit die Standortwahl beeinflussen, sodaß sieben Arten unmittelbar nebeneinander auskommen konnten. KRITSKY et al. (1999) fanden auf 30 Jahre alten Sandhalden auf kleinstem Raum sogar neun Arten. Es zeigt sich also, daß die ökologischen Unterschiede zwischen zwei Arten mit hohem Verwandtschaftsgrad sehr gering sein können.

Die Arbeit wurde in einem Gebiet mit einer seit Jahren stabilen Population durchgeführt. Der Lebensraum an der Burg Gleichen ist für *C. campestris* L. ein typischer Trockenstandort des Thüringer Beckens. Im Mittelpunkt der Untersuchung standen dabei die Schlüsselfragen:

1. Welchen Einfluß hat die umgebende Vegetation durch Höhe und Deckungsgrad?
2. Welcher Deckungsgrad wird bevorzugt besiedelt?
3. Gibt es Lage-Unterschiede im Abstand der Vegetation zum Standort der Larve?
4. Wie groß ist die Schattentoleranz der Larven?
5. Wirkt sich die Mikro-Neigung am Larvenstandort auf die Beschattung aus?

## 2. Das Untersuchungsgebiet „Burg Gleichen“

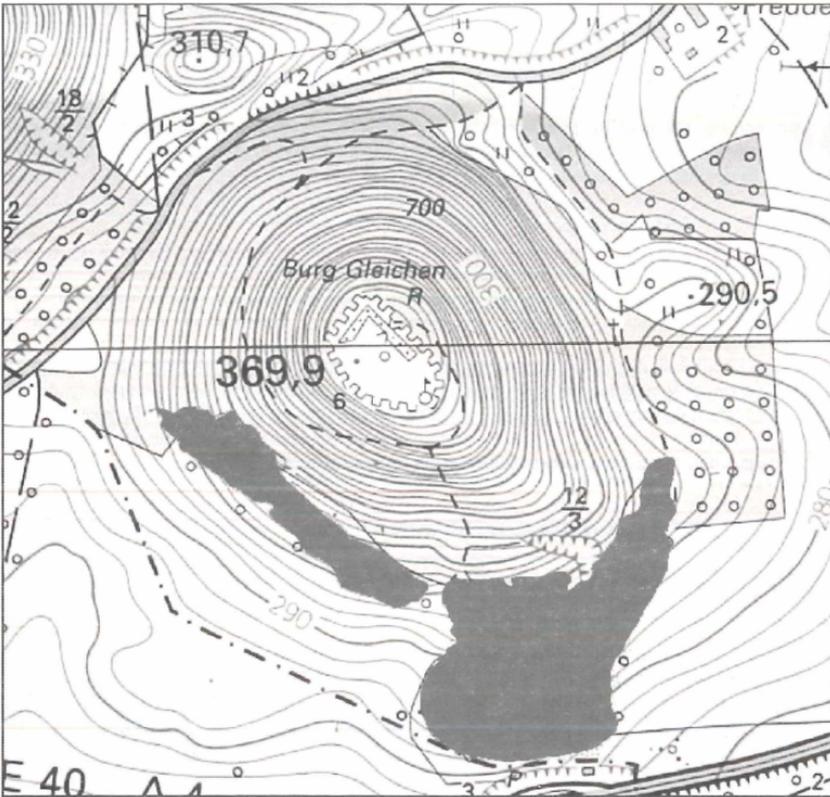
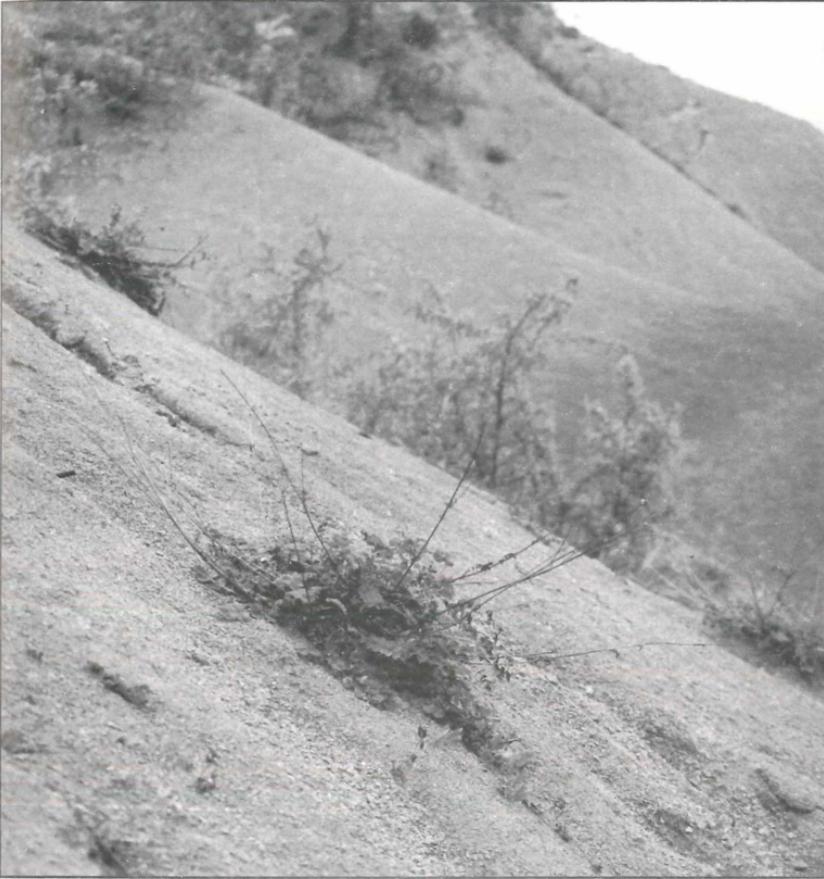


Abb. 1: Lage der Burg Gleichen. Graue Fläche = Untersuchungsflächen

An der Grenze zwischen den Gemeinden Wandersleben und Mühlberg im Landkreis Gotha liegt die Burg Gleichen unmittelbar nördlich der Ausfahrt Wandersleben der BAB 4 Eisenach - Dresden. Zusammen mit dem sich nordwestlich anschließenden Kallen-, Kaff- und

Röhnberg bildet der Gleichenberg das NSG „Röhnberg“, das im Dezember 1996 durch eine entsprechende amtliche Verordnung festgelegt wurde.

Das Untersuchungsareal (2,36 ha) beschränkt sich auf die Südflanke des kegelförmigen Berges (Abb. 1), der bis auf die Kuppe (Rätsenstein) aus Gesteinen des Mittleren Keupers besteht. Diese geologische Formation ist in den vegetationsfreien „badlands“ sichtbar und hebt sich markant von den bewaldeten Hängen ab.



**Abb. 2:** Badlands an der Burg Gleichen. Gut sichtbar sind die das wellige Relief prägenden Erosionsrinnen (Foto: H. Baumbach)

Das Gebiet wird zur Burg hin von Kiefernforsten bzw. Eichenmischwald begrenzt. Im Süden umschließt ein durch *Prunus spinosa* und *Crataegus spec.* dominiertes, zwei Meter hohes Xerothermgebüsch die gesamte Fläche. Dahinter erstreckt sich intensiv genutztes Ackerland. Die bestimmende Pflanzengesellschaft ist ein *Gentiano-Koelerietum*, laut BEINLICH (2000) die typische Vegetation einer degradierten Schafweide, und stellt ein geeignetes Habitat für den Feld-Sandlaufkäfer *Cicindela campestris* dar.

Das Areal liegt auf 300-317 m ü. NN (Teil 1) bzw. 280-300 m ü. NN (Teil 2). Die steilsten Bereiche (Böschungskanten, Erosionsrinnen) weisen Neigungen von  $> 60^\circ$  auf, die flachen Abschnitte sind dagegen zwischen  $0-15^\circ$  geneigt.

Der Gleichenberg liegt im Naturraum "Innerthüringer Ackerhügelland" und zählt mit den umliegenden Bergen und Rücken zu den Vorbergen des Thüringer Waldes (Thüringer Becken mit Randplatten), ist aber Bestandteil des Thüringer Beckens. Das Becken ist in diesem Übergangsbereich zum Thüringer Wald von der Saalfeld-Eichberg-Störungszone geprägt. Durch den Grabenbruch konnte der abgesenkte Mittlere Keuper nicht wie im Umland abgetragen werden, so daß die Hügel mit dem typischen Ödlandrelief erst nach Abtragung des Umlandes entstanden. Die maximale Tiefe der Keupersande beträgt 30 cm (WEBER 1955). Dort, wo Vegetation das Substrat festigt, verwittert der Steinmergelkeuper zu flachgründigen Lehm- und Tonböden (BACKHAUS et al. 1997).

Das Klima im Untersuchungsgebiet ist extrem trocken. Geringe Niederschläge (500-550 mm) kennzeichnen die Fläche als Trockenstandort mit kalkigem Untergrund. Aus dem Thüringer Wald abfließende Kaltluftströme verschieben die Vegetationsperiode um zwei Wochen nach hinten (BACKHAUS et al. 1997). Die niedrige Niederschlagsmenge begründen BACKHAUS et al. (1997) mit zwei geographischen Eigenheiten:

1. Der Thüringer Wald liegt quer zur Hauptwindrichtung (SW) und fungiert somit wie ein Schirm der Vorberge,
2. Der Seeberg bei Gotha bildet eine lokale Regenbarriere bei West-Wetterlagen.

Somit erreichen lediglich kontinentale gewittrige Ostwetter ohne Hindernisse die Burg. Die Hauptniederschläge fallen im Juni. Durch den hohen Anteil an Tonmineralen besitzt der Untergrund eine hohe Wasserhaltekapazität. Die Vegetationsgesellschaft des Gentiano-Koelerietum nimmt 35,6 % der Fläche ein, wobei die Deckung 11-50 % beträgt. Der Trockenrasen droht durch *Rosa spec.* zu verbuschen, deren Büsche und andere Rosaceen-Gehölze mit 0,31 ha (= 12,7 %) bereits die gleiche Dimension erreichen wie die „badlands“.

### 3. Methoden

#### Kartierung

Die Larvenstandorte von *Cicindela campestris* L. wurden durch gezielte Nachsuche am 29. und 30. Juni 2000 ermittelt, wobei hier nur die Larven des 3. Stadiums berücksichtigt wurden. Als Kartierungsgrundlage dienten die Topografischen Karten 1:25.000 (TK 25) sowie Orthophotos (Vergrößerung auf 1:2000), aus denen mit Hilfe digitaler Technik entsprechende Karten angefertigt wurden. Die Photos waren zugleich Grundlage zur Kartierung der Vegetationsdeckungsgrade, besonders zur Feststellung der Gehölzstandorte.

Für die erfolgte Deckungsgradkartierung nach Braun-Blanquet (in ELLENBERG 1996) wurden folgende Klassen gebildet:

- |                     |  |
|---------------------|--|
| a) 0 – 10% Deckung: | Offene Sandflächen mit nur vereinzelter Vegetation bzw. kleineren Grüppchen.   |
| b) 11-25% Deckung:  | Vegetation nimmt deutlich mehr Raum ein, doch die offenen Flächen dominieren eindeutig. Kleinflächig (1-2 m <sup>2</sup> ) ist ein höherer Deckungsgrad jedoch möglich.  |
| c) 26-50% Deckung:  | Die Vegetation setzt sich aus Kraut- und lokal aus Moosschicht zusammen, die Offenbereiche sind nicht mehr deutlich zu erkennen.   |
| d) > 50% Deckung:   | Die Vegetation dominiert großflächig, lokal sind kleinere 0,1-1 m <sup>2</sup> große Störfleichen möglich.   |
| f) Waldboden:       | Die Deckungsgrade am Boden variieren hier zwar von 0 -> 50%, die Kronen decken jedoch mehr als 75% des Areals ab. Zudem ist das Substrat von einer deutlichen Streamatte (Blätter bzw. Nadel) sowie unter Kiefern auch Zapfen bedeckt. |

#### Parameteraufnahme

Parallel zur Standortkartierung erfolgte die Aufnahme von fünf Parametern. Ausgehend vom Larvenloch wurden dazu sieben Sektoren eingerichtet, in denen jeweils die Messungen durchgeführt wurden. Der Nordsektor bleibt unberücksichtigt, da er für die Betrachtung der Beschattung, die ja nur von der Vegetation ausgehen kann, irrelevant ist. Aus diesem Grund sind auch weitere Parameter nicht erhoben worden, da die Vegetation ansonsten als passiv gegenüber der Larven anzusehen ist. So ergeben sich pro Larvenstandort jeweils sieben Parameterpakete, die sich wie folgt zusammensetzen:

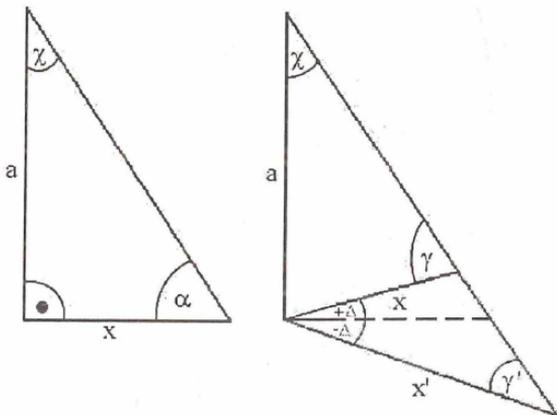
- a) Abstand der dem Larvengang nächsten Pflanze, vom Röhrenrand aus (mm)
- b) Höhe der eingemessenen Pflanzen (mm)
- c) Mikrohangneigung in Grad in 5°-Schritten (< 5°, 6-10°, 11-15°, ..., 31-35°)
- d) Alter der Larve, ermittelt nach dem Gangdurchmesser
- e) Vegetationstyp, mit folgenden Kürzeln: M = Moos, H = Grashorst (> 10 Halme), eG = einzelnes Gras (< 10 Halme), bK = krautige Pflanze, breitblättrig, sk = krautige Pflanze, schmalblättrig, G = Gehölz, R = Blattrossette

Diese fünf Parameter sind bezüglich ihrer Wuchshöhe nur bis zu einem bestimmten Abstand vom Larvenstandort berücksichtigt worden. Es wurden vier Radien um das Loch gezogen.

- 1 - Bis zu einem Abstand von 10 mm wird nur Vegetation berücksichtigt, die höher als 5 mm ist, da sie ansonsten von den Larven in den Rand des Ganges integriert wird.
- 2 - Bis zu einem Abstand von 50 mm wird Moos berücksichtigt, da es auf den trockenen Standorten nicht höher als 20 mm wird. Sollten im weiteren Bereich (s. Punkt 3) keine weiteren Pflanzen auftreten, so ist der Sektor mit fM (vegetationsfrei im Moosbereich) gekennzeichnet. Dies gilt nur für Moose.
- 3 - Bis zu einem Abstand von 125 mm wird jede Pflanze berücksichtigt. Ist ein Sektor in diesem Radius vegetationsfrei, so ist er mit f codiert.
- 4 - Für Hochstauden und verholzende Pflanzen (z. B. *Rubus spec.*) gilt als maximal berücksichtigter Abstand der Radius von 250 mm.

### Schattenberechnung

Die Vegetationsparameter Abstand und Höhe sowie der Neigungsgrad am Standort der Larve dienen als Basisdaten für die Berechnung der Schattenlänge, den die jeweilige Pflanze des Sektors im Laufe des Jahres wirft. Dazu wird der Schatten für insgesamt 19 Daten ermittelt: 21.3. (Frühlingsbeginn), 1.4., 11.4., 21.4., 1.5., 11.5., 21.5., 1.6., 11.6., 21.6. (Sommeranfang, zugleich längster Tag), 1.7., 11.7., 21.7., 1.8., 11.8., 21.8., 1.9., 11.9. und 21.9. (Herbstanfang). Dieser Zeitraum umfaßt die Hauptaktivitätsperiode der Käferart (FAASCH 1968).



**Abb. 3:** Schattendreieck für links: 0° Neigung; rechts: bei Hangneigung (schwarz -Δ, grau +Δ)

Infolge der ellipsoiden Bahn der Erde um die Sonne lassen sich allerdings Tagespaare, an denen die Schattenlänge identisch ist, bilden (Tab. 1). Lediglich für den 21.6. ergibt sich keine Paarung. Für die statistische Analyse ist aus diesem Grund lediglich der Frühjahrszeitraum 21.3. bis 21.6. berücksichtigt worden.

**Tabelle 1:** Tage mit identischen Schattenlängen

Tag 1	21.3.	1.4.	11.4.	21.4.	1.5.	11.5.	21.5.	1.6.	11.6.	21.6.
Tag 2	21.9.	11.9.	1.9.	21.8.	11.8.	1.8.	21.7.	11.7.	1.7.	

Die Berechnung der Schattenlänge erfolgt dabei mit dem Tangensatz für rechtwinkelige Dreiecke (0° Neigung)  $x = (\tan \alpha)/a$ . Die Variable x ist dabei die Schattenlänge, a die Höhe der Pflanze und  $\alpha$  der Winkel der Sonne zur Erdoberfläche (Sonnenhöhenwinkel). Unter Berücksichtigung der Hangneigung bedient man sich dagegen der Formel  $x = a ((\sin \gamma)/(\sin \chi))$  wobei gilt:  $\gamma = \alpha +/- \Delta$

a steht hierbei ebenfalls für die Höhe der Pflanze und  $\alpha$  für den Höhenwinkel. Unter Subtraktion bzw. Addition (Vgl. Abb. 3) von  $\Delta$  je nach Sektor ergibt sich daraus  $\gamma$ .  $\chi$  ist schließlich der Einfallswinkel der Sonne im Verhältnis zur Pflanze, der sich nach dem Gesetz der Winkelsumme (immer  $180^\circ$ ) im Dreieck errechnen läßt ( $\chi = 180^\circ - 90^\circ - \alpha$ ) und bei zunehmender Hangneigung konstant bleibt. Für jeden Larvenstandort sind diese Berechnungen pro Sektor durchgeführt worden.

Die nötigen Höhenwinkel sind mit Hilfe des Excell-Plug-In „Sunset“ von HOFF (1999) ermittelt worden. Unter Eingabe des Datums, der Ortskoordinaten für die Burg Gleichen (Longitude  $10,830^\circ$ , Latitude  $50,880^\circ$ ) sowie der Uhrzeit lassen sich die entsprechenden Winkel, mit der die Sonne zur Erdoberfläche steht, a) beim Eintritt in den Sektor, b) beim Austritt aus dem Sektor und c) beim Sonnenhöchststand berechnen. Dies erfolgte stets für den niedrigsten und den höchsten Neigungswert am Standort.

Beispiel:

Der Standort von Larve Nr. 26 ist mit  $10^\circ$  bis  $15^\circ$  geneigt, dann sind die Schattenwerte sowohl für  $10^\circ$  (Untere Grenze) als auch für  $15^\circ$  (Obere Grenze) berechnet worden. Das daraus resultierende Mittel ist schließlich der in die weiteren Betrachtungen eingehende Wert für den einzelnen Sektor. Die entsprechenden Zeitpunkte, zu denen die Sonne im Tagesverlauf den Sektor erreicht bzw. verläßt, wurden dazu experimentell durch „try-and-error“-Eingaben in das oben erwähnte Excell-Plug-In ermittelt. Desweiteren wurde angenommen, daß die in einem Sektor vorgefundene Pflanze diesen komplett einnimmt, was jedoch nur theoretisch gegeben ist.

Somit ergeben sich für die einzelnen Sektoren immer zwei bzw. drei Werte (Südsektor), welche zum einen als Tagessummen (zum Vergleich der Larvenstandorte, bei zehn Meßtagen maximal 150) und zum anderen als Sektorsummen (zum Vergleich der Sektoren untereinander, bei zehn Meßtagen maximal 20 bzw. 30 (Südsektor)) über den gesamten betrachteten Zeitraum aufsummiert werden. Letzten Endes werden auch die Tagessummen zu einer Gesamtsumme für den jeweiligen Larvengang zusammengefaßt. Als beschattet gilt das Loch, wenn die errechnete Schattenlänge 3 mm länger ist als der Abstand der Pflanze zum Larvenstandort.

Abschließend wurde noch mittels der Sektorsummen abgeglichen, ob jede Pflanze automatisch das Loch beschattet, was zu folgenden drei Beschattungskategorien führte: 0 = keine Pflanze, Schatten nur nachts; 1 = Pflanze beschattet Larve; 2 = Pflanze beschattet Larve nicht

### Statistische Analyse

Für die statistische Analyse wurde im wesentlichen auf drei Verfahren zurückgegriffen, die hier kurz erläutert werden sollen. Genauere Angaben über die Funktion der Tests geben BÜHL & ZÖFEL (2000):

1. Parametrische Tests: t-Test nach Student, ANOVA, Bonferroni-Test, Scheffé-Prozedur, GT<sup>+</sup> nach Hochberg.
2. Nicht-parametrische Tests: U-Test nach Mann-Whitney, Kolmogorov-Smirnov, Kruskal-Wallis,  $\chi^2$ -Test nach Pearson.
3. Bivariate Korrelation nach Pearson.

Tabelle 2: Anwendung nichtparametrischer Tests

Parameter	U-Test	KS-Test
Hangneigung	X	
Schatten Tagessumme	X	
Schatten Gesamtsumme	X	
Beschattung Vegetation		X

### 4. Ergebnisse

Insgesamt sind an der Burg Gleichen 80 Standorte von *Cicindela campestris*-Larven des 3. Stadiums gefunden worden. Der von den Larven bevorzugte Deckungsbereich der Vegetation liegt dabei zwischen 26-50 %, wobei der flächenbezogene Anteil, wie in Tabelle 3 zu erkennen ist, bei 88,75 % liegt. Diese Ungleichverteilung spiegelt sich auch in der Larvendichte in den verschiedenen Vegetationszonen wider: Dort, wo der überwiegende Anteil der gefundenen Larvenstandorte zugeordnet werden kann, ist zugleich auch die höchste Individuendichte (Tab. 4). Zudem liegt die Dichte der Teilräume jeweils deutlich über der Gesamtdichte des Areals.

Dieselbe Tabelle zeigt auch, daß der bevorzugte Raum nicht die größte Untereinheit der Untersuchungsfläche ist, allerdings mit 34,51 % ein gutes Drittel der Fläche bedeckt.

Zur Betrachtung der Larvenstandorte werden zum einen die Vegetation - Höhe (mm), Abstand vom Loch (mm) - und zum anderen die Neigung (in Grad) an den jeweiligen Fundorten herangezogen.

Tabelle 3: Larvenverteilung in der Vegetation

Deckung	Larvenzahl	%	p*
< 10 %	3	3,75	0,000
26-50 %	71	88,75	
> 50 %	6	7,5	

\* nach  $\chi^2$ -Test für die Teilflächen

Tabelle 4: Larvendichte in den Vegetationsräumen

Deckung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	%-Anteil	Larven	Dichte [Larve/10 m <sup>2</sup> ]
0-10 %	3044,1	14,99	3	0,01
11-25 %	1349,5	6,65	0	0
26-50 %	7007,7	34,51	71	0,10
> 50 %	8697,5	42,84	6	0,01
Waldboden	206,0	1,02	0	0
Gesamt	20304,8	100,00	80	0,04

Die mittlere Höhe der Vegetation liegt bei 48,18 mm, der mittlere Abstand zum Larvenloch beträgt 39,00 mm (Tab. 5). Die Korrelation beider Parameter legt dar, daß ein deutlicher Zusammenhang zwischen Höhe der Vegetation und deren Abstand zum Larvenstandort existiert: Mit zunehmendem Abstand nimmt die Höhe zu, wobei die Beziehung an der Burg Gleichen mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,4573$  letztlich nur schwach ausgeprägt ist. Bleiben die Extremwerte eines Rosenbusches von 2000 mm Höhe (Abstand 150 mm) unberücksichtigt, so ergibt sich in Abbildung 5 eine deutliche Korrelation ( $r = 0,6442$ ).

Tabelle 5: Vegetation (mm)

	Höhe	Abstand
Mittel	48,18	39,00
Min.	5	5
Max.	2000	251
Weite	1995	246

Tabelle 6: Larvenstandorte an den Neigungsgraden

UG	Neigung [°]	Larvenzahl	%	p*
Burg Gleichen	< 5	32	40,0	0,000
	6-10	18	22,5	
	11-15	16	20,0	
	16-20	5	6,25	
	21-25	5	6,25	
	26-30	2	2,5	
	31-35	2	2,5	

\* nach  $\chi^2$ -Test für die Teilflächen

Der dritte Parameter des allgemeinen Standortvergleichs war die Neigung an den einzelnen Larvenstandorten. An erster Stelle steht die Analyse, ob sich die Larven gleichmäßig auf die jeweils im Untersuchungsgebiet vorgefundenen Neigungsgrade verteilen. Dies ist mit einem  $p < 0,001$  allerdings nicht der Fall. Vielmehr findet sich die überwiegende Larvenzahl (82,5 %) an der Burg Gleichen im Bereich zwischen  $< 5-15^\circ$  (Tab. 6).

Der erste Schritt der Beschattungsanalyse war, festzustellen, ob sich die Vegetation ungleichmäßig auf die betrachteten Himmelssektoren verteilt: Dies muß negiert werden. Bei  $p = 0,996$  ist keinerlei Signifikanz gegeben, somit liegt eine Gleichverteilung vor.

Als nächstes wurde untersucht, wie wahrscheinlich eine Beschattung in den Sektoren während des betrachteten Zeitraumes 21.3. bis 21.9.2000 ist. Dabei ist erkennbar, daß ein typischer Tagesverlauf vorliegt, wobei die Beschattungswahrscheinlichkeit bis Mittag (Süden) zunächst ab-, im weiteren Tagesverlauf dann jedoch wieder zunimmt (Tab. 7).

Beim Vergleich der Sektoren miteinander bildeten sich drei Untergruppen (UG): Sie setzen sich aus den Sektoren Südost, Süd und Südwest (UG1), Ost und West (UG2) sowie Nordwest und Nordost (UG3) zusammen.

**Tabelle 7:**  
Beschattungswahrscheinlichkeit  
in den Sektoren

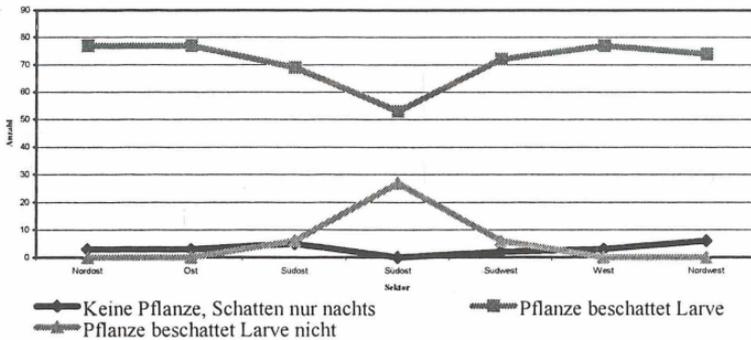
Sektor	Burg Gleichen
Nord	98,5
N-Ost	79,3
Ost	46,1
S-Ost	33,4
Süd	42,4
S-West	77,5
West	97,3
N-West	98,5

**Tabelle 8:** Häufigkeiten Beschattungskategorien

UG	Beschattungskategorie	N	p*
Burg Gleichen	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	22	0,000
	Pflanze beschattete Larve	499	
	Pflanze beschattete Larve nicht	39	

\*  $\chi^2$ -Test für Teilflächen

Beschattungskategorien - Verteilung auf die Sektoren



**Abb. 4:** Beschattungskategorien – Verteilung auf die Sektoren

In Tabelle 8 wird deutlich, daß sich die Beschattungskategorien keinesfalls gleich verteilen ( $p < 0,001$ ). Vielmehr überwiegen Sektoren mit beschattenden Pflanzen (499 = 89,11 %). Pflanzen dagegen, deren Schatten die Larvenlöcher nicht erreichen, haben einen Anteil von weniger lediglich 6,96 % aus.

Die Verteilung der Kategorien innerhalb der verschiedenen Sektoren weist eine deutliche Dominanz der Larven zu beschattenden Pflanzen (Tab. 9). Lediglich im Südsektor ist eine minimale Tendenz zur Gleichverteilung angedeutet. Auch ist festzustellen, daß die Kategorie „Pflanze beschattete Larve nicht“ nur in den Südsektoren auftritt, wobei das Maximum im Süden liegt (Abb. 4).

Die aus den Beschattungswerten der einzelnen Sektoren an den betrachteten Zeitpunkte resultierenden Tagessummen sind in Tabelle 10 aufgelistet. Es zeigt sich, daß der Schwankungsbereich im Maximum gerade einmal eine Stunde, im Minimum jedoch auch lediglich 3 Stunden beträgt und somit über das Jahr hinweg relativ konstante Beschattungswerte an dem einzelnen Larvenstandort herrschen.

Bzüglich der Gesamtbeschattung zeigt sich, daß die meisten Pflanzen Beschattungswerte von 91-120 erreichen. Hervorzuheben wären hierbei noch die folgenden Zusammenhänge zwischen Neigung und Gesamtsektorsumme:

Die Tabelle 11 gibt zwar an, daß allein die Neigung schon einen Einfluß auf die Gesamtsektorsumme hat, allerdings existiert kein signifikanter Unterschied zwischen den Neigungsgraden hinsichtlich der Beschattung:  $p = 0,228$  (Tab. 12).

Die im direkten Vergleich auftretenden Signifikanzen, z. B. Burg Gleichen:  $< 5^\circ$  ist gegenüber  $26-30^\circ$  hoch signifikant verschieden ( $p = 0,013$ ), erklären sich durch das geringe n in diesen Klassen gegenüber der jeweiligen Vergleichsgruppe.

Tabelle 9: Verteilung der Kategorien in den Sektoren (fett die dominierende Kategorie)

UG	Sektor	Beschattungskategorie	N	p*
Burg Gleichen	Nordost	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	3	0,000
		Pflanze beschattete Larve	77	
		Pflanze beschattet Larve nicht	0	
	Ost	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	3	0,000
		Pflanze beschattete Larve	77	
		Pflanze beschattet Larve nicht	0	
	Südost	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	5	0,000
		Pflanze beschattete Larve	69	
		Pflanze beschattet Larve nicht	6	
	Süd	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	0	0,004
		Pflanze beschattete Larve	53	
		Pflanze beschattet Larve nicht	27	
	Südwest	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	2	0,000
		Pflanze beschattete Larve	72	
		Pflanze beschattet Larve nicht	6	
	West	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	3	0,000
		Pflanze beschattete Larve	77	
		Pflanze beschattet Larve nicht	0	
Nordwest	Keine Pflanze, Schatten nur nachts	6	0,000	
	Pflanze beschattete Larve	74		
	Pflanze beschattet Larve nicht	0		

\*  $\chi^2$ -Text für die Sektoren

Tabelle 10: Tagessummen der Beschattungswerte

Ort	Burg Gleichen			
	Datum	Maxi	Median	Mini
	21.3./21.9	15	12,5	7
	1.4./11.9.	15	12	6
	11.4./1.9.	15	11	6
	21.4./21.8	15	10,5	6
	1.5./11.8.	15	10	5,5

Ort	Burg Gleichen			
	Datum	Maxi	Median	Mini
	11.5./1.8.	15	9	5
	21.5./21.7	15	9	5
	1.6./11.7.	14,5	8	4
	11./1.7.	14	8	4
	21.6.	14	8	4

Tabelle 11: Gesamtbeschattung

Vegetation	Neigung	Summe
Abstand. 5 mm, Höhe 8 mm	$< 5^\circ$	97,5
Abstand. 5 mm, Höhe 8 mm	$6-10^\circ$	102,5
Abstand. 5 mm, Höhe 8 mm	$11-15^\circ$	97
Abstand. 5 mm, Höhe 8 mm	$16-20^\circ$	84,5

Die Larven von *Cicindela campestris* finden sich im überwiegenden Teil von  $88,75\%$  inmitten der dichten im Mittel jedoch nur 48 mm hohen Vegetation, überwiegend als Gentiano-Koelerietum charakterisiert. Der mittlere Abstand zum Larvenloch beträgt dabei gerade einmal 39,0 mm. Die *C. campestris*-Larven sind demzufolge weniger auf große Freiflächen angewiesen, vielmehr genügen ihnen Mikropatches von  $0,1-0,25 \text{ m}^2$  aus.

Die Ansammlung der Larven bei Deckungsgraden zwischen  $26-50\%$  kann damit erklärt werden, daß hier die Dichte der Beutetiere am höchsten ist - sowohl im Vergleich zu völlig offenen als auch völlig vegetationsbedeckten Arealen. So stellte DREISIG (1981) fest, daß die

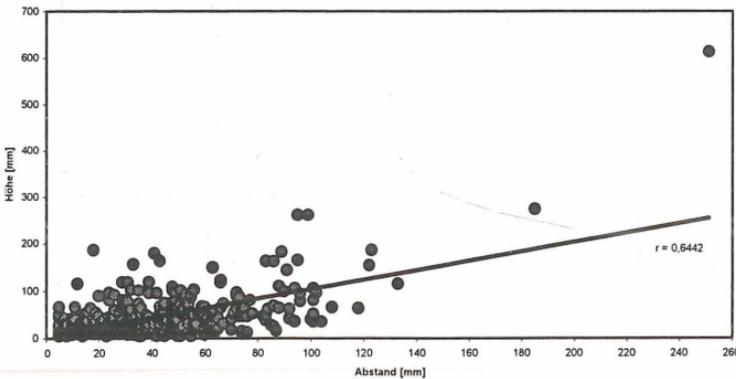
Anzahl der als Beute in Frage kommenden Arthropoden bei 36 °C ihr Maximum (0,4 Ind./m<sup>2</sup>) hat, bei höheren und niedrigeren Temperaturen jedoch bis auf 0,16 Ind./m<sup>2</sup> absinkt.

**Tabelle 12:** Wahrscheinlichkeit (p) nach t-Test für Vergleich der Neigungsgrade hinsichtlich ihrer Gesamtsektorsumme

Mittel = gemittelter Prozentwert der maximalen Gesamtsumme (150)  
n = Anzahl der Larven in dieser Neigungsklasse

Burg Gleichen							
n	32	18	16	5	5	2	2
Mittel	62,30	67,43	66,83	63,27	66,93	90,00	62,33
	<5°	6-10°	11-15°	16-20°	21-25°	26-30°	31-35°
<5°		0,212	0,335	0,891	0,508	0,013	0,998
6-10°	0,212		0,905	0,508	0,936	0,018	0,580
11-15°	0,335	0,905		0,662	0,990	0,068	0,715
16-20°	0,891	0,508	0,662		0,663	0,050	0,939
21-25°	0,508	0,936	0,990	0,663		0,058	0,687
26-30°	0,013	0,018	0,068	0,050	0,058		0,205
31-35°	0,998	0,580	0,715	0,939	0,687	0,205	
gesamt		0,228					

**Abstand-Höhen-Korrelation der Vegetation (Burg Gleichen)**  
ohne 150:2000 mm-Paare



**Abb. 5:** Korrelation zwischen Abstand der Vegetation zum Larvenloch und Höhe der Vegetation (ohne Extremwerte).

## 5. Diskussion

Bei zu hohen Temperaturen ziehen sich die Arthropoden in kühlere Bereiche zurück, um dem Hitzetod zu entgehen. Die gleiche Strategie verfolgt im übrigen auch *C. campestris*, die sich nach FAASCH (1968) entweder eingraben oder erhöhte Positionen in der Vegetation einnehmen und dort verharren. Zudem fanden KNISLEY & JULIANO (1988) in Experimenten heraus, daß das Futterangebot maßgeblich die Geschwindigkeit der Entwicklung beeinflusst.

Bei Deckungswerten zwischen 26-50 % sind zwei Phänomene hervor zu heben: Einerseits sorgt die Beschattung für ein erhebliches Temperaturgefälle im Vergleich zu freien Sandflächen, wo in Bodennähe bis zu 70°C Bodentemperatur (gemessen an der Burg Gleichen, Juni 2000) herrschen können. Andererseits bewirkt aber der große Anteil an Offenbereichen eine Aufheizung (im Vergleich zu höheren Deckungsgraden). Somit kann auf diesen Flächen

ein insgesamt milderer Temperaturwert angenommen werden - und damit eine höhere Arthropodendichte allgemein.

Die Standorte der Larven auf die verschiedenen Neigungsgrade des Untergrundes zeigen, daß die Larven des Feldsandlaufkäfers zwar mit 40% mit der „< 5 °-Fraktion“ die größte Gruppe aufweisen, doch verteilt sich ein ähnlich großer Anteil jeweils zur Hälfte auf die beiden folgenden gebildeten Neigungsklassen 6-10 ° (22,5 %) und 11-15 ° (20 %).

Allerdings hat die Neigung keinerlei Einfluß auf die Beschattung - weder nimmt diese zu, noch wird sie gemindert, wie es die steileren Einstrahlungswinkel vielleicht vermuten ließen. Die Neigung besitzt auch auf stärker abfallenden Flächen nur geringfügigen Einfluß. Dies zeigt der Umstand, daß sich lediglich der Bereich 26-30 ° mit einer mittleren Gesamtsektorsumme = 90 von den restlichen Neigungsklassen signifikant unterscheidet.

Die unmittelbare Nähe der Vegetation zu den Larvenstandorten von *C. campestris* bedingen eine fast permanente Beschattung im Jahresverlauf. So sinkt der Maximalwert auch im Sommer nicht unter die Sektortagesumme von 14 ab.

Die hohen Beschattungswerte für *C. campestris*-Larven hängen dabei wahrscheinlich mit der Tiefe der Wohnröhre - und damit mit der Mächtigkeit des Substrates - und der Methode der Hydroregulation der Larven zusammen. Wie HADLEY et al. (1990) an den Larven der Sandlaufkäferart *Cicindela marutha* Dow herausfanden, regulieren die Larven dieser Gattung ihren Wasserhaushalt dadurch, daß sie in der Tiefe ihrer Gänge feuchten Sand aufnehmen und das Wasser dann im Verdauungstrakt absorbieren.

Da die Feldsandlaufkäfer-Larven an der Burg Gleichen mit einem weniger tiefgründigen Substrat (maximale Tiefe des Keupersands: 30 cm, Dietendorfer Kalk, WEBER 1955) zurechtkommen müssen, aber mit maximal 20 cm generell auch kürzere Gänge graben (TRAUTNER & DETZEL 1994), müssen die Larvenstandorte stärker vor einer Evaporation des Bodens geschützt werden. Bei direkter Sonnenexposition können auf den dunklen Keupersanden bis zu 80°C erreicht werden, was den Sand schnell auch in 20-30 cm Tiefe austrocknen läßt (QUINGER 2000). Durch die stärkere Beschattung erhält *C. campestris* somit ein für die Larven günstigeres Mikroklima, was von den Grundvoraussetzungen her eine größere Bandbreite an möglichen Habitaten mit sich bringt.

Generell kommt *C. campestris* L. daher mit weniger tiefgründigem Substrat zurecht. Dem entspricht die Beobachtung von ASSMANN & FORMAN (1981) im NSG „Venner Moor“ bei Osnabrück: Dort „besetzt“ *C. campestris* L. die neben den Wegen befindlichen Torfwälle und die *Calluna*-Stadien der toten Torfe, während die Schwesterart *C. hybrida* L. hauptsächlich die sandigen Wege besiedelt.

Diese Verteilung bestärkt die These von SMITH (1988), der am Beispiel von *Cicindela repanda* Dejean feststellte, daß die Adulti ihr Habitat nach drei Kriterien auswählen:

1. optimale Larvenstandorte
2. hohe Dichte an Beutetieren
3. geeignete Deckung als Schutz- bzw. Feuchtigkeitsgewährleistung.

Laut KNISLEY & JULIANO (1988) spielt das Futterangebot dabei die größte Rolle im Hinblick auf die Überlebensfähigkeit einer Population.

Für die Beschattung über den Tag läßt sich dagegen feststellen, daß die Besonnung zumindest zu bestimmten Zeiten obligatorisch ist. Wie alle Insekten beziehen auch die *Cicindela*-Larven ihre Aktivitätsenergie aus der Sonnenstrahlung. Aus diesem Grund sind die Standorte der Art so gewählt, daß mittags (Südost-, Süd- und Südostsektor) die Beschattung am geringsten ist. Auch zeigt sich, daß der Einfluß der Vegetation in diesen drei Sektoren weniger als in den anderen Sektoren ausgeprägt ist. Vor allem im Südsektor ist der Anteil an Pflanzen, deren Schatten die Larven nicht erreichen, besonders.

Die Stunden um den Sonnenhöchststand werden somit unabhängig von der Gesamtbeschattung zur Energiegewinnung genutzt, was bei den tag- und nachtaktiven Larven

(FAASCH 1968) essentiell sein dürfte. Angesichts der unmittelbar umgebenden Vegetation ist *C. campestris* L. auf dieses Zeitfenster auch dringend angewiesen, da deren Larven tendenziell wenig sonnenexponierte Standorte besiedeln.

Die Habitatwahl erfolgt bei der Eiablage demzufolge in erster Linie über den Beschattungsgrad der Larvenlöcher. Unterschiedliche Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens dienen dabei aller Wahrscheinlichkeit nach als ausschlaggebende Parameter, wie Untersuchungen von GANESHAIAH & BELAVADI (1986) an vier indischen *Cicindela*-Arten ergaben. Die beiden Autoren sehen zwar an erster Stelle das Futterangebot als Faktor der Habitatwahl (ähnlich wie KNISLEY & JULIANO 1988). Da die Vegetationsdichte an den beiden untersuchten Standorten jedoch nahezu identisch ist, dürfte auch die Beutetier-Dichte quantitativ gleich sein. Somit ist in Bezug die Abgrenzung von *C. campestris* zu konkurrierenden Arten derselben Gattung, die sich oftmals einen Lebensraum teilen, die Bodenfeuchtigkeit der maßgebliche Faktor.

Dafür spricht auch, daß die jeweils andere Art in kleiner Individuenanzahl zu finden ist. Der Grund dafür dürfte darin liegen, daß das Substrat der „badlands“ an der Burg Gleichen für *C. hybrida* L. zu flachgründig ist.

## Literatur

- ASSMANN, T. & F. FORMAN (1981): Die Carabidenfauna des NSG Venner Moor (Landkreis Osnabrück) – 1. Teil: Die *Cicindela*-Arten des Naturschutzgebietes und Bemerkungen über eine *Cicindela campestris*-Population im Schweger Moor. - Osnabrücker naturwiss. Mitt. 8: 173-176.
- BACKHAUS, H. D., H. BAUMGART, & R. KLEIN (1997): Natur und Landschaft – Ur- und Frühgeschichte. - Wanderslebener historische Hefte 1: 1-25.
- BEINLICH, B. (2000): Kalkmagerrasen. - in: KONOLD, W., R. BÖCKER & U. HAMPICKE Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. - ecomed, Landsberg.
- BÜHL, A. & P. ZOFEL (2000): SPSS Version 9 – Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows, 6. überarb. und erw. Aufl. - Addison-Wesley, München.
- DESENDER, K. & H. TURIN (1989): Loss of habitats and changes in the composition of the ground and tiger beetle fauna in four West European countries since 1950 (Coleoptera: Carabidae, Cicindelidae). – Biological Conservation 48: 277-294.
- DREISIG, H. (1981): The rate of predation and its temperature dependence in a tiger beetle, *Cicindela hybrida*. - Oikos 36: 196-202.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, 5. verb. Aufl. - Ulmer, Stuttgart.
- FAASCH, H. (1968): Beobachtungen zur Biologie und zum Verhalten von *Cicindela hybrida* L. und *Cicindela campestris* L. und experimentelle Analyse ihres Beutefangverhaltens. - Zool. Jb. Syst. Bd. 95: 477-522.
- GANESHAIAH, K.N. & V.V. BELAVADI (1986): Habitat segregation in four species of adult tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). - Ecological Entomology 11: 147-154.
- HADLEY N. F., C.B. KNISLEY, T.D. SCHULTZ & D.L. PEARSON (1990): Water relations of tiger beetle larvae (*Cicindela marutha*): correlations with habitat microclimate and burrowing activity. - Journal of arid Environment 19: 189-197.
- KNISLEY, C.B. & S.A. JULIANO (1988): Survival, development, and size of larval tiger beetle: effects of food and water. - Ecology 69 (6): 1983-1992.
- KRITSKY, G., A. WATKINS, J. SMITH & N. GALLAGHER (1999): Mixed assemblages of tiger beetles on sand piles of various ages (Coleoptera: Cicindelidae). - Cicindelidae 31 (3-4): 73-80.
- MÜLLER, H.J. (1991): Ökologie, 2. überarb. Aufl. - G. Fischer, Jena.
- QUINGER, B. (2000): Sandmagerrasen, offene Sandfluren und Binnendünen. - in: KONOLD, W., R. BÖCKER & U. HAMPICKE: Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. - ecomed, Landsberg.
- SMITH, D.G. (1988): Habitat selection in *Cicindela repanda*. - Cicindela 20 (2): 35-39.
- TRAUTNER, J. & P. DETZEL (1994): Die Sandlaufkäfer Baden-Württembergs (Coleoptera: Cicindelidae): Verbreitung, Lebensraumsprüche, Gefährdung und Schutz. - Ökologie & Naturschutz 5, Margraf, Weikersheim.
- WEBER, H. (1955): Einführung in die Geologie Thüringens. - Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.

**Anschrift des Verfassers:** Tim Graumann, Seilerblick 39  
D-58636 Iserlohn, e-mail: tim.graumann@t-online.de

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Thüringer Faunistische Abhandlungen](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Graumann Tim

Artikel/Article: [Die Standortparameter der Larven von \*Cicindela campestris\* Linné, 1758 \(Coleoptera, Carabidae\) in den „badlands“ der Burg Gleichen bei Wandersleben/Thüringen 139-150](#)