

# Die Heuschrecken Mitteleuropas

Sigfrid Ingrisch  
Günter Köhler

W/ Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 629  
Westarp Wissenschaften • Magdeburg • 1998

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
2	<b>Systematik und Evolution (S. INGRISCH)</b>	17
2.1	Körperbau	17
2.2	Die Heuschrecken, eine Ordnung oder zwei?	19
2.3	Neuere Befunde zur Klassifikation	22
2.3.1	Grillen	22
2.3.2	Laubheuschrecke	23
2.3.3	Grillenschrecken	24
2.3.4	Kurzfühlerschrecken	25
2.4	System und Checkliste mitteleuropäischer Arten	26
2.5	Anmerkungen zur Nomenklatur	44
2.6	Verbreitung und Eiszeiten	46
3	<b>Lebenszyklus und Phänologie (S. INGRISCH)</b>	51
3.1	Ei	51
3.1.1	Eiformen	51
3.1.2	Spezifität und Funktion des Eikokons bei Acridoidea	52
3.1.3	Eihüllen und Aufbau des Eies	55
3.2	Embryogenese	57
3.2.1	Frühentwicklung und Embryonalstadien	57
3.2.2	Entwicklungsdauer und Diapause	60
3.2.2.1	Ensifera — Tettigonioidea	61
3.2.2.2	Ensifera — Grylloidea	72
3.2.2.3	Caelifera — Tetrigidae und Tridactylidae	72
3.2.2.4	Caelifera — Acridoidea	73
3.2.3	Wasserhaushalt	80
3.3	Larven	89
3.3.1	Schlupf	89
3.3.2	Morphologische Ausdifferenzierung während der postembryonalen Entwicklung	89
3.3.3	Zahl der Larvenstadien	92

3.3.4	Dauer der Larvalentwicklung	96
3.3.5	Larval- und Imaginaldiapausen	97
3.3.5.1	Grylloidea	98
3.3.5.2	Tetrigidae	99
3.4	Phänologie-Kalender	100
3.5	Imago	105
3.5.1	Geschlechtsdimorphismus	105
3.5.2	Reifung	105
3.5.3	Überlebenswahrscheinlichkeit der Imagines	106
3.5.4	Paarungsbereitschaft der Weibchen	107
3.5.5	Eiablage	108
3.5.5.1	Ovipositor und Ablagesubstrat	108
3.5.5.2	Verhalten während der Eiablage	109
3.5.5.3	Substratpräferenzen	113
3.5.6	Reproduktion, potentiell und im Freiland	114
<b>4</b>	<b>Populationsdynamik (G. KÖHLER, S. INGRISCH)</b>	<b>119</b>
4.1	Dichten und Größen von Populationen	120
4.1.1	Populationsdichten	120
4.1.2	Populationsgrößen	128
4.2	Populationskurven und Fluktuationen	129
4.2.1	Abundanzkurven und Altersaufbau	129
4.2.2	Mehrjährige Untersuchungen zur Abundanzdynamik	133
4.3	Lebensstadien und stadienspezifische Einflußgrößen	135
4.3.1	Lebensstadien-Parameter	135
4.3.2	Entwicklungsstadium und Sterblichkeit	139
4.3.3	Umweltfaktoren	142
<b>5</b>	<b>Nahrung (G. KÖHLER)</b>	<b>148</b>
5.1	Methoden der Nahrungsuntersuchung in Wildpopulationen	148
5.1.1	Beobachtung beim Freßakt	148
5.1.2	Kropfanalyse	148
5.1.3	Kotanalyse	150
5.2	Nahrungsspektren und Ernährungsweisen	150
5.2.1	Nahrungsspektren	150
5.2.2	Ernährungsweisen	155
5.3	Mundwerkzeuge und Nahrung	157

5.4	Nahrungsbezogenes Verhalten	162
5.4.1	Finden und Erkennen von Nahrung	163
5.4.2	Nahrungsaufnahme	163
5.4.3	Lernvorgänge	164
5.5	Nahrungswahl	165
5.5.1	Nahrungswahl grasfressender Gomphocerinae	166
5.5.2	Ontogenese und Nahrungswahl	169
5.5.3	Eigenschaften der Nahrung	170
5.6	Nahrungseinflüsse auf ökologische Parameter	171
5.6.1	Entwicklungs- und Lebensdauer	171
5.6.2	Sterblichkeit	172
5.6.3	Körpermasse	174
5.6.4	Fekundität $\beta$	174
5.7	Bedarf und Verwertung von Nahrung	175
5.7.1	Futtermittelverbrauch	176
5.7.2	Biomasseumsatz	176
5.8	Feldheuschrecken als Primärkonsumenten	180
5.8.1	Populationsenergetische Ergebnisse	180
5.8.2	Fraßschäden durch Heuschrecken	182
5.9	Umweltgifte und Heuschrecken	183
5.9.1	Schwermetalle	183
5.9.1.1	Akkumulation und Entgiftung	183
5.9.1.2	Ökophysiologische Folgen	184
5.9.2	Weitere Umweltgifte	186
<b>6</b>	<b>Feinde der Heuschrecken (G. KÖHLER)</b>	<b>187</b>
6.1	Allgemeine Übersicht	187
6.2	Parasiten der Eier	190
6.2.1	Zehrwespen (Scelionidae)	190
6.3	Räuber der Eier	191
6.3.1	Hummelfliegen (Bombyliidae)	191
6.3.2	Halmfliegen (Chloropidae)	191
6.3.3	Blasenkäfer (Meloidae)	193
6.3.4	Buntkäfer (Cleridae)	195
6.4	Parasiten und Parasitoide der Larven und Imagines	195
6.4.1	Entomophage Pilze (Entomophthoraceae)	195
6.4.2	Rundwürmer (Nemathelminthes)	196

6.4.3	Fleischfliegen (Sarcophagidae)	199
6.4.4	Raupenfliegen (Tachinidae)	200
6.4.5	Laufmilben (Trombidiidae)	201
6.5	Räuber der Larven und Imagines	202
6.5.1	Webspinnen (Araneae)	203
6.5.2	Grabwespen (Sphecidae)	206
6.5.3	Eidechsen (Lacertidae)	206
6.5.4	Vögel (Aves)	207
7	<b>Verhalten (S. INGRISCH)</b>	<b>214</b>
7.1	Präferenzverhalten	214
7.1.1	Temperatur	214
7.1.2	Strahlung /	216
7.1.3	Feuchte	217
7.1.4	Skototaxis	218
7.1.5	Orientierung	219
7.2	Lautäußerungen (Stridulation)	220
7.2.1	Stridulationsorgane	220
7.2.1.1	Elytro-elytraler Stridulationsapparat der Ensifera	220
7.2.1.2	Femuro-elytraler Stridulationsapparat der Acrididae	224
7.2.1.3	Besondere Formen der Lauterzeugung	227
7.2.2	Wesen der Heuschreckenlaute (Stridulation)	227
7.2.3	Akustische Kommunikation zur Partnerfindung	232
7.2.4	Populationsökologische Bedeutung der Stridulation	234
7.2.5	Tagesperiodik	234
7.2.6	Akustisches Verhalten im Freiland	235
7.3	Schallwahrnehmung und Tympanalorgane	238
7.4	Paarung	241
7.4.1	Grillen	242
7.4.2	Laubheuschrecken	245
7.4.3	Feldheuschrecken	246
7.5	Weitere Verhaltensweisen	248
8	<b>Mobilität (G. KÖHLER)</b>	<b>249</b>
8.1	Begriffe und Inhalte	249
8.2	Ökologische Bedeutung von Mobilität	249
8.3	Nachweisverfahren	251

## Inhaltsverzeichnis

8.3.1	Indirekte Verfahren ohne Markierung	251
8.3.2	Direkte Verfahren mit Markierung	252
8.3.2.1	Farbmarkierung (Nummerncode)	253
8.3.2.2	Markerstifte (Nummern)	254
8.3.2.3	Kabelmarker	254
8.3.2.4	Opalithplättchen	254
8.3.2.5	Reflexfolie	255
8.3.3	Flächendesign und Wiederfundraten	255
8.4	Mobilitätsparameter	257
8.4.1	Parameter und Einflußgrößen	257
8.4.2	Mittlere Tagesstrecke	260
8.4.3	Aktionsdistanz und Aktionsradius	261
8.4.4	Aktionsfläche $4$	264
8.5	Andere Nachweise von Ortsveränderungen	264
8.5.1	Mobilität in Korridoren und an Habitatgrenzen	264
8.5.2	Wieder- und Neubesiedlung von Habitaten	269
8.5.3	Flugbeobachtungen	270
8.5.4	Wanderheuschrecken in Mitteleuropa	272
8.5.5	Einschleppung von Heuschrecken	274
8.6	Makropterie: Phänomen, Ursachen und Folgen	275
8.6.1	Flügeligkeit bei Heuschrecken	275
8.6.2	Deutung und Ursachen von Makropterie	277
8.6.2.1	Mikroklima und Photoperiode	280
8.6.2.2	Dichte	281
8.6.3	Folgen von Makropterie	282
8.6.3.1	Morphometrie, Flugmuskulatur und Flugvermögen	282
8.6.3.2	Reproduktion	286
8.6.4	Induktionszeitpunkt makropterer Morphen	287
<b>9</b>	<b>Biotopbindung, Assoziation und Habitatveränderung (G. KÖHLER)</b>	<b>289</b>
9.1	Biotop-Faktoren, Arttoleranzen und -präferenzen	291
9.1.1	Laborexperimente zum Einfluß mikroklimatischer Faktoren	291
9.1.1.1	Wasserhaushalt und Embryonalentwicklung	291
9.1.1.2	Temperatur und Embryonalentwicklung	292
9.1.1.3	Transpiration und Feuchtepräferenzen von Larven und Imagines	294
9.1.1.4	Temperatur und Photoperiode	296

9.1.2	Vegetation	297
9.1.2.1	Biotoptyp und Pflanzengesellschaft	298
9.1.2.2	Vegetationsstruktur	302
9.1.2.3	Sukzession	305
9.1.2.4	Population und Mikrohabitatwahl	307
9.1.2.5	Bindungs- und Verhaltenstypen der Heuschrecken	309
9.1.3	Faktorenkomplexe im Freiland	313
9.2	Heuschrecken-Assoziationen	320
9.2.1	Genese und Persistenz	321
9.2.2	Probleme der Abgrenzung	323
9.2.3	Praktische Bedeutung	325
9.3	Habitatveränderungen und ihre Folgen	327
9.3.1	Landschaftsveränderung	328
9.3.2	Mahd	330
9.3.3	Beweidung	334
9.3.4	Vergleich mehrerer Bewirtschaftungsformen	339
10	<b>Erfassung und Bewertung (G. KÖHLER)</b>	343
10.1	Erfassungsmethoden	343
10.1.1	Beobachten und Verhören	344
10.1.2	Biozönometer	347
10.1.3	Keschern	348
10.1.4	Wiederfang	350
10.1.5	Bodenfallen	351
10.1.6	Gelbschalen	353
10.1.7	Eklektoren	353
10.1.8	Lichtfang	355
10.1.9	Klopfen	355
10.1.10	Standardisierung von Methoden	356
10.1.11	Arten- und Fangzahlsättigung	358
10.2	Bewertungskriterien und Zeigerparameter	360
10.2.1	Artenfülle, Dominanzspektrum, Diversität	361
10.2.2	Gefährdungsgrad	365
10.2.3	Zeigerwert	365
10.2.4	Ensifera/Caelifer a-Index	369
10.2.5	Ökologische Steckbriefe und Ökogramme	370
10.2.6	Bewertungskonzepte	372

Inhaltsverzeichnis	11
<b>11 Faunenveränderung, Gefährdung und Artenschutz (G. KÖHLER)</b>	<b>376</b>
11.1 Arealgrenzen und Faunenveränderung	376
11.1.1 Verbreitungsgrenzen	376
11.1.2 Artenschwund und Artenzunahme	381
11.2 Checklisten, Rote Listen und Gesetzlicher Schutz	382
11.2.1 Checklisten	382
11.2.2 Rote Listen	383
11.2.3 Internationale Vereinbarungen	387
11.2.4 Gesetzlicher Schutz	388
11.3 Gefährdungsursachen und Maßnahmen des Artenschutzes	390
11.3.1 Ursachen der Populationsgefährdung	390
11.3.2 Heuschrecken als Wrkehrsoffer	392
11.3.3 Maßnahmen des Artenschutzes	393
11.4 Gefährdungsabschätzung	394
11.4.1 Kleine Populationen von Heuschrecken	395
11.4.2 Mindestgrößen von Habitaten	399
11.4.3 Gefährdungsanalysen	404
11.4.4 Ökologische Resistenz werte	407
11.4.5 Schnellprognosen	408
<b>12 Danksagung (G. KÖHLER)</b>	<b>410</b>
<b>13 Literaturverzeichnis (G. KÖHLER, S. INGRISCH)</b>	<b>411</b>
<b>14 Register</b>	<b>457</b>