

Semiquantitative Kescherfänge zur Zikadenerfassung: Wie viele Kescherschläge sind mindestens erforderlich und welchen Einfluss hat der Faktor „Mensch“ auf das Ergebnis?

Werner E. Holzinger & Ingrid Holzinger¹

Abstract: *Quantitative sweepnet samples: How many beats are necessary and which influence has the “human factor”?* – Quantitative sweepnetting is a common method to collect data on Auchenorrhyncha communities in grassland and agricultural ecosystems. In this paper we address two questions concerning this method: (a) What is the impact of the sampler and of the net dimensions on the results? (b) How many beats do you need to get a representative spectrum of the species community? In August 2004 we performed a “sweepnet sampling experiment” with 17 Auchenorrhyncha experts on a large meadow in Vienna (Austria). 15 persons collected 3 samples each, with 50 sweepnet beats per sample. Another two sample series (= 6 samples) were gained by G-Vac. A total of 2.373 adult specimens representing 40 species were collected. The number of species (and specimens) depends mainly on the number of sweepnet beats. About 200 beats are necessary to gain a representative spectrum of the species assemblage. Thus we recommend to accept this number as the minimum standard for quantitative sweepnet samples. In relation to the influence of the number of beats, both “human factor” (individual way/efficiency of sampling) and shape and dimensions of the sweepnet are neglectable parameters. They have a high statistical spreading together with a very low correlation to species and specimens numbers.

Zusammenfassung: Kescherfänge mit definierter Schlagzahl sind eine oft eingesetzte Methode, um (semi)quantitative Daten zur Zikadenfauna von Grünlandlebensräumen zu erhalten. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit zwei Fragen: Wie erheblich werden die Ergebnisse durch subjektive Charakteristika des Sammlers und des Keschers beeinflusst? Wie viele Kescherschläge sind erforderlich, damit die Probe ein repräsentatives Bild der tatsächlichen Artengemeinschaft wiedergibt? Hierfür wurden im August 2004 in einer großen, homogenen Mähwiese in Wien (Österreich) von 15 Wissenschaftlern je 3 Kescherfänge zu je 50 Schlägen durchgeführt und parallel dazu mit zwei Bodensaugern (G-Vac) je drei Saugproben zu 50 Punkten genommen. 2.373 adulte Zikaden aus 40 Arten wurden nachgewiesen. Statistische Analysen ergaben, dass die Zahl der gesammelten Arten überwiegend von der Zahl der Kescherschläge abhängt. Erst bei etwa 100 Doppelkescherschlägen sind die dominanten Arten fast stets vollständig und die rezedenten Arten mit hoher Wahrscheinlichkeit in einer Probe präsent. Es wird daher empfohlen, diese Zahl als Minimalstandard bei der Bearbeitung ökologischer und naturschutzfachlicher Fragestellungen heranzuziehen.

¹ Ökoteam – Institut für Tierökologie und Naturraumplanung, Bergmannsgasse 22, A-8010 Graz, Austria, www.oekoteam.at; E-Mail: holzinger@oekoteam.at

Die weiteren geprüften Parameter erklären nur einen sehr kleinen Teil der Varianz. Die Einflüsse der Faktoren „Mensch“ (Körpergröße, Gehgeschwindigkeit, Kescherführung...) und „Keschertyp“ (Größe, Form) sind bei erfahrenen Bearbeitern und bei Einhaltung eines standardisierten „Kescherprotokolls“ daher vernachlässigbar.

Key words: Auchenorrhyncha, grassland ecosystems, quantitative sweepnet sampling, sampler-based results, rarefaction, species acculumation curve, minimum sample size, estimated species richness.

1. Einleitung und Fragestellung

Semiquantitative und quantitative Daten zur Fauna von Lebensräumen sind für viele ökologische, agrarökonomische und naturschutzfachliche Fragestellungen wesentlich. Für Zikaden in Grünlandökosystemen und verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturen werden hier meist standardisierte Kescherfänge, Bodensauger (D-Vac oder G-Vac), Barberfallen, Gelbtafeln oder eine Kombination dieser Methoden verwendet (z. B. Ellington 1984, Stewart 2002, Witsack 1975)

Die zeitlich und technisch am wenigsten aufwändige Methode ist der Kescherfang. Hierbei wird eine definierte Zahl von Kescherschlägen eingesetzt (meist zwischen 10 und 200 Schlägen, z. B. Marchand 1953, Remane 1958, Schiemenz 1969, Leising 1977, Niedringhaus 1991, Achtziger & Nickel 1997, Sulc et al. 2001, Stöckmann & Niedringhaus 2004). Dennoch wird die (vorbehaltlose) Nachvollziehbarkeit der mit dieser Methode erzielten Ergebnisse von vielen Autoren in Zweifel gezogen. Diese Kritik bezieht sich einerseits auf biologische Aspekte der jeweiligen Arten, wie die inhomogene vertikale Verteilung von Zikaden im Grünland (z. B. Andrzejewska 1965), die oft geklumpte räumliche Verteilung von Arten auch in homogen erscheinenden Flächen, und die tageszeitlichen Schwankungen der Erfassbarkeit von Tieren im Grünland (z. B. Whipple et al. 2010). Andererseits wird aber auch die Bearbeiterabhängigkeit der Ergebnisse und damit die Subjektivität der Methode vielfach betont (z. B. in Holzinger et al. 2003, Nickel 2003, Stewart 2002).

Um den letztgenannten Kritikpunkt zu hinterfragen, wurde im Rahmen der 11. Mitteleuropäischen Zikadentagung (Wien, 27.-29.08.2004; Holzinger & Zettel 2004) von 18 Wissenschaftlern¹ ein „Kescherexperiment“ durchgeführt, dessen Ergebnisse hier präsentiert werden. Drei Fragen stehen dabei im Mittelpunkt der Betrachtungen:

- Sind die Ergebnisse semiquantitativer Kescherfänge im Grünland von der keschernden Person abhängig? Die Hypothese lautet „Nein“, unter der Voraussetzung, dass die Person ausreichend Erfahrung in der Durchführung von Kescherfängen im Grünland hat.
- Sind die Ergebnisse semiquantitativer Kescherfänge von Form und Größe des verwendeten Keschers abhängig? Die Hypothese lautet „Nein“, unter der Voraussetzung, dass „handelsübliche“ Keschergrößen verwendet werden.
- Wie groß ist die erforderliche Zahl an Kescherschlägen, um mit hoher Wahrscheinlichkeit die häufigsten Arten der Fläche und einen hohen Prozentsatz der auf der Fläche insgesamt vorhandenen Arten zu erfassen?

¹ Damit sind natürlich sowohl weibliche als auch männliche Wissenschaftler gemeint. In dieser Arbeit lässt das grammatikalische Geschlecht eines Wortes keine Rückschlüsse auf das biologische Geschlecht von damit bezeichneten Lebewesen zu.

2. Material und Methoden

Das „Kescherexperiment“ fand am 27. August 2004 um 16 Uhr statt. Zum Einsatz kamen 14 runde oder elliptische Kescher sowie ein Kescher mit der in Abb. 3 dargestellten Form. Für die Saugproben wurden ein modifizierter Laubsauger des Typs „Husqvarna Partner BV 24“ und ein Sauger des Typs „Stihl SH 85“ eingesetzt.

Alle teilnehmenden Personen sind Zikaden-Spezialisten mit mehr oder minder langer Erfahrung beim Arbeiten mittels Kescher (Tabelle 1). Zeitgleich besammelten alle Teilnehmer eine große, homogene Probefläche (siehe Kap. 3). Die Startaufstellung erfolgte entlang einer Linie, mit mindestens 2 Metern Abstand zu den Nachbarn. Sie ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt. Jeder Teilnehmer nahm jeweils drei Proben zu je 50 Kescherschlägen, wobei jeder Kescherschlag im langsamen, gleichmäßigen Gehen als langer, bodennaher Schwung mit ausgestrecktem Arm durchgeführt wurde (siehe Witsack 1975). Nach jeder Probenahme wurde der Kescher in einen Plastikbeutel entleert und der Beutel verschlossen. Vom Endpunkt der Probenahme weg wurde die nächste Probe durchgeführt. Zu Vergleichszwecken wurden zudem zeitgleich zwei Bodensauger eingesetzt. Damit wurden in analoger Weise jeweils 3 Proben zu je 50 Saugpunkten genommen. Alle Einzelproben wurden zunächst tiefgefroren, dann im Labor aussortiert und die adulten Zikaden durch H. Min und W. Holzinger determiniert.

Die unterschiedlichen Keschergrößen wurden über die Querschnittsfläche ihrer Öffnungen analysiert, da sie – mit Ausnahme des Keschers K02 – alle kreisrund bis leicht elliptisch geformt waren. Als Surrogatvariable für die keschernde Person wurden die Körpergröße und die Länge des Kescherstiels herangezogen. Diese können als relatives Maß für die Schrittlänge einerseits und die Reichweite eines Kescherschlags andererseits gelten. Weitere mögliche Unterschiede (z. B. Gehgeschwindigkeit während des Kescherns, Festigkeit und Geschwindigkeit des Kescherschlags etc.) konnten nicht klassifiziert werden.



Abb. 1: Startaufstellung bei der der Probenahme. Foto: W. Holzinger.

Fig. 1: The „starting lineup“ of the sweepnet samling experiment. Photo: W. Holzinger

Tabelle 1: Teilnehmer des Experiments. Alma und Mazzoglio führten ihre Aufsammlungen gemeinsam durch.

Table 1: Participants of the experiment. Alma und Mazzoglio collected together one set of samples.

Dr. Roland Achtziger (Freiberg, D)	Dr. Norbert Maczey (Ascot, GB)
Prof. Dr. Alberto Alma (Torino, I)	Dr. Igor Malenovsky (Brno, CZ)
Elke Freese (Oldenburg, D)	Dr. Peter Mazzoglio (Torino, I)
Eckart Fründ (Scheessel, D)	Dr. Herbert Nickel (Göttingen, D)
Dr. Heidi Günthart (Dielsdorf, CH)	Dr. Rolf Niedringhaus (Oldenburg, D)
Dr. Werner E. Holzinger (Graz, A)	Ingke Rachor (Stuttgart, D)
Dr. Min Huang (Xian, China)	Judith Rothenbücher (Göttingen, D)
Dr. Monika Körner (Bayreuth, D)	Marlies Stöckmann (Oldenburg, D)
Mag. Gernot Kunz (Graz, A)	Prof. Dr. Werner Witsack (Halle/S., D)

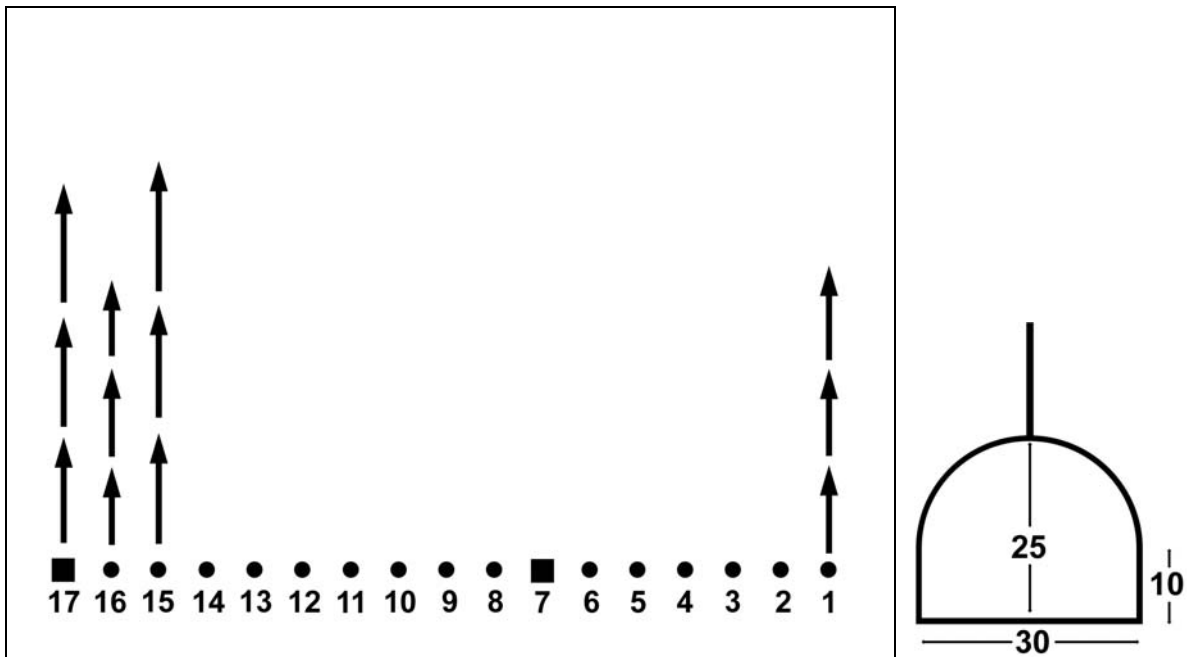


Abb. 2 (links): Methodisches Design der Probenahme. Kescher sind als runde Punkte, Sauger als schwarze Quadrate dargestellt.

Abb. 3 (rechts): Kescherform und Dimensionen (in cm) des Keschers K02.

Fig. 2 (left): Methodical design of the sweepnet sampling experiment. Black dots refer to persons collecting by sweepnet, squares refer to suction samplers. Each person took three subsequent samples, symbolized exemplarily as arrows.

Fig. 3 (right): Shape and dimensions (in cm) of the sweepnet K02.

Tabelle 2: Daten der Teilnehmer und der Kescher. Code = Kennzeichnung der Proben. K = Kescher, S = Sauger. Die fortlaufende Nummer entspricht der Startaufstellung. Kescherfläche* = Querschnittsfläche des Keschers bzw. bei Bodensaugern der Öffnung des Saugrohrs. Die Körpergröße bezieht sich auf den jeweiligen Sammler.

Table 2: Data of participants and their sweepnets. Code = K refers to sweepnet, S refers to suction sampler. The consecutively numbers refer to the "starting lineup position". Kescherfläche = sweepnet opening area. Länge Kescherstiel = length of the sweepnet stick. Körpergröße = body size of the participant.

Code	Kescher- fläche (in 100 cm ²)	Länge Kescherstiel (in cm)	Körper- größe (in cm)
K01	8,2	73	158
K02	6,5	82	182
K03	7,3	90	155
K04	4,5	109	168
K05	5,1	81	184
K06	2,8	40	175
S07	1,3	-	187
K08	12,6	45	168
K09	3,6	96	183

Code	Kescher- fläche (in 100 cm ²)	Länge Kescherstiel (in cm)	Körper- größe (in cm)
K10	13,2	162	194
K11	13,5	178	182
K12	4,5	90	164
K13	7,1	58	176
K14	6,8	101	170
K15	4,0	98	174
K16	7,6	91	170
S17	1,0	-	165

3. Probefläche

Die Aufsammlungen erfolgten in der „Salzwiese“ bzw. „Salzbergwiese“ in Wien XIV., Hadersdorf (48°13'45" N / 16° 13'44" E, ca. 270 m NN, siehe Abb. 4). Es handelte sich um eine geschützte, ca. 10 % nach Süden geneigte wechselfrische Magerwiese. Der Bewuchs war zum Sammelzeitpunkt nicht sehr hoch, da die Wiese etwa drei Wochen vor Durchführung des Experiments gemäht worden war: Das Experiment wurde am 27. 8. 2004 durchgeführt, die Mahd erfolgte am 5. 8. 2004.

Die „Salzwiese“ ist 15.500 m² groß und wurde bis 1990 als Acker genutzt. Danach wurde sie – im Rahmen eines Naturschutzprojekts – in eine Wiese umgewandelt, indem eine Klee-Gras-Mischung eingesät wurde. Seit der Ansaat wurde die Fläche nie mehr gedüngt und zwei Mal pro Jahr gemäht.

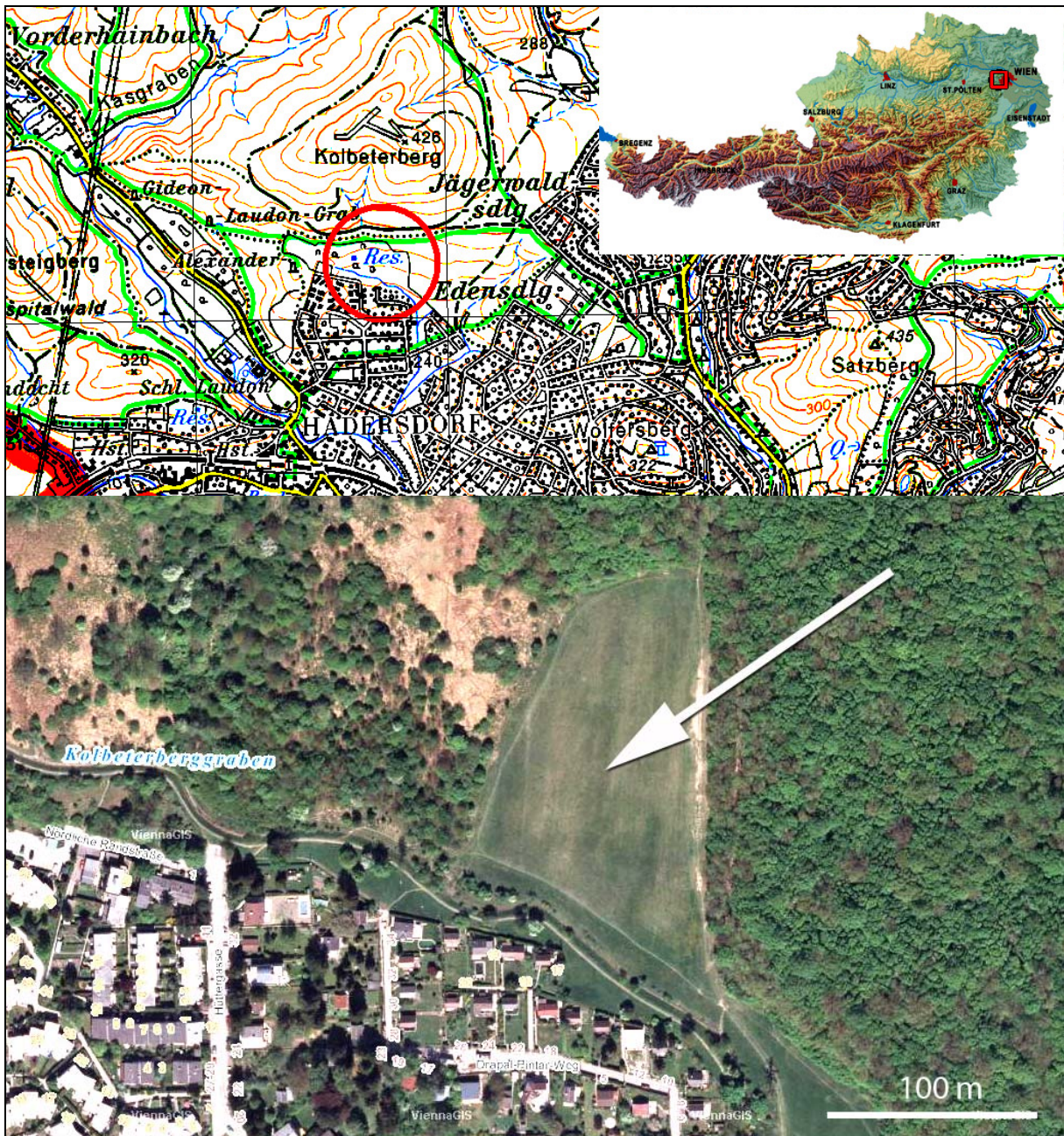


Abb. 4: Das Experiment wurde in der „Salzwiese“ im Osten von Wien (Österreich) durchgeführt. Kartengrundlage: AMAP 3.0 (oben) bzw. ViennaGIS (unten)

Fig. 4: The sampling site was a meadow in the eastern part of Vienna (Austria).

4. Ergebnisse und Diskussion

Von 15 Personen wurden je drei Kescherproben zu jeweils 50 Kescherschlägen genommen. In Summe wurden daher 2.250 Kescherschläge durchgeführt. Dazu kommen zwei Personen mit je drei Saugproben zu 50 Saugpunkten, insgesamt daher 300 Saugpunkte.

Mittels Kescher wurden in Summe 2.237 adulte Zikaden und mittels Sauger 136 adulte Zikaden gesammelt. Das Experiment erbrachte somit insgesamt 2.373 adulte Zikaden (1.266 Männchen, 1.107 Weibchen). Unbestimmbare Weibchen der Gattungen *Empoasca*, *Macrostelus* und *Psammotettix* wurden zur leichteren statistischen Auswertung der Ergebnisse den nachgewiesenen Arten in jenem Häufigkeitsverhältnis zugeordnet, in dem Männchen der jeweiligen Gattung gesammelt worden waren.

Tabelle 3: Verzeichnis der im Rahmen des Experiments nachgewiesenen Zikadenarten. Die Nomenklatur richtet sich nach Holzinger (2009).

Table 3: List of Auchenorrhyncha species collected in course of the sweepnet sampling experiment. Species names follow Holzinger (2009).

Nr	Art	Abkürzung	Dominanz	Stetigkeit	Individuen
1	<i>Arthaldeus striifrons</i>	Art.str.	21,03	88,2	499
2	<i>Macrosteles laevis</i>	Mac.lae.	17,15	86,3	407
3	<i>Psammotettix alienus</i>	Psa.ali.	10,49	76,5	249
4	<i>Zyginidia pullula</i>	Zyg.pul.	9,31	86,3	221
5	<i>Deltocephalus pulicaris</i>	Del.pul.	7,92	78,4	188
6	<i>Laodelphax striatella</i>	Lao.str.	5,48	74,5	130
7	<i>Psammotettix confinis</i>	Psa.con.	5,27	54,9	125
8	<i>Errastunus ocellaris</i>	Err.oce.	4,00	66,7	95
9	<i>Euscelis incisus</i>	Eus.inc.	3,62	62,7	86
10	<i>Psammotettix belvolus</i>	Psa.hel.	2,36	41,2	56
11	<i>Neophilaenus campestris</i>	Neo.cam.	2,19	45,1	52
12	<i>Philaenus spumarius</i>	Phi.spu.	2,15	54,9	51
13	<i>Macrosteles sexnotatus</i>	Mac.sex.	1,31	7,8	31
14	<i>Anaceratagallia ribauti</i>	Ana.rib.	1,22	37,3	29
15	<i>Psammotettix kolosvarensis</i>	Psa.kol.	1,18	19,6	28
16	<i>Eupteryx notata</i>	Eup.not.	0,80	19,6	19
17	<i>Emeljanoviana mollicula</i>	Eme.mol.	0,76	29,4	18
18	<i>Turrutus socialis</i>	Tur.soc.	0,63	17,6	15
19	<i>Aphrophora alni</i>	Aph.aln.	0,34	15,7	8
20	<i>Cicadella viridis</i>	Cic.vir.	0,34	15,7	8
21	<i>Empoasca pteridis</i>	Emp.pte.	0,34	15,7	8
22	<i>Hephabus nanus</i>	Hep.nan.	0,29	9,8	7
23	<i>Ribautodelphax albostratus</i>	Rib.alb.	0,29	11,8	7
24	<i>Henschia collina</i>	Hen.col.	0,25	5,9	6
25	<i>Ribautodelphax imitans</i>	Rib.imi.	0,21	7,8	5
26	<i>Chlorita paolii</i>	Chl.pao.	0,17	7,8	4
27	<i>Megophthalmus scanicus</i>	Meg.sca.	0,13	5,9	3
28	<i>Balclutha punctata</i>	Bal.pun.	0,08	3,9	2
29	<i>Kelisia sima/guttula</i>	Kel.sim.	0,08	3,9	2
30	<i>Megadelphax sordidula</i>	Meg.sor.	0,08	3,9	2
31	<i>Notus flavipennis</i>	Not fla.	0,08	3,9	2
32	<i>Reptalus quinquecostatus</i>	Rep.qui.	0,08	3,9	2
33	<i>Arocephalus languidus</i>	Aro.lan.	0,04	2,0	1
34	<i>Arthaldeus pascuellus</i>	Art.pas.	0,04	2,0	1
35	<i>Artianus interstitialis</i>	Art.int.	0,04	2,0	1
36	<i>Doratura homophyla</i>	Dor.hom.	0,04	2,0	1
37	<i>Eupteryx vittata</i>	Eup.vit.	0,04	2,0	1
38	<i>Javesella pellucida</i>	Jav.pel.	0,04	2,0	1
39	<i>Stenocranus minutus</i>	Ste.min.	0,04	2,0	1
40	<i>Utecha trivialis</i>	Ute.tri.	0,04	2,0	1

4.1 Gesamtartenzahl der Fläche

39 Arten wurden ausschließlich oder auch mittels Kescher gesammelt, eine weitere (*Megophthalmus scanicus*) wurde zwar bei beiden Bodensauger-Serien erfasst, fehlte aber in den Kescherfängen. Insgesamt wurden daher 40 Arten nachgewiesen (Tabelle 3). Die Arten- und Individuenlisten zu allen Proben finden sich im Appendix.

Die Artenakkumulationskurve (punktierte Linie in Abb. 5) zeigt, dass die überwiegende Zahl der vorkommenden Arten tatsächlich erfasst worden ist, da der Anstieg der Kurve in der rechten Hälfte der Grafik bereits sehr gering ist.

Aus allen Proben lässt sich z. B. mittels Estimate S 8.2.0 eine zu erwartende Gesamtartenzahl für die Fläche schätzen (Colwell 2011). Damit wird (u. a. aus der Zahl der nur in ein oder zwei Exemplaren nachgewiesenen Arten) ermittelt, wieviele Arten wahrscheinlich zusätzlich, aber in Bestandsdichten unterhalb der „Nachweisgrenze“, auf der Fläche existieren. Diese Schätzung ergibt für die „Salzwiese“ etwa 45 Arten (Abb. 5).

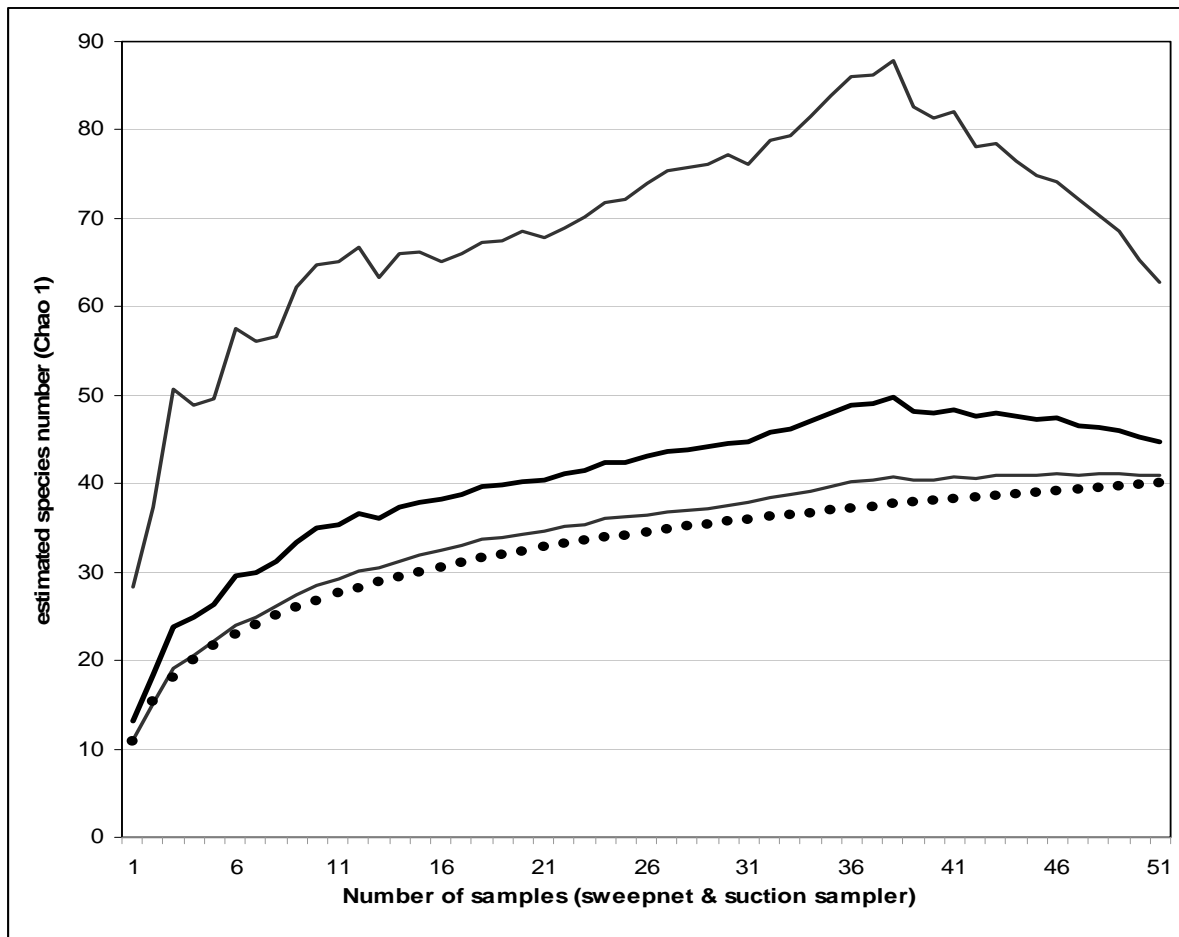


Abb. 5: Geschätzte Zikaden-Gesamtartenzahl der Salzwiese zum Zeitpunkt des Kescherexperiments, ermittelt mittels Estimate S: Schätzwert Chao 1, Mittelwert (dicke Linie) sowie 95%-Konfidenzintervall (dünnere Linien). Die punktierte Linie stellt die Artenakkumulationskurve (Sobs Mao Tao) dar.

Fig. 5: Estimated total Auchenorrhyncha species richness of the sampling site, calculated by Estimate S. Chao 1 mean (thick line) and 95% CI (thin lines). The dotted line represents the species accumulation curve (Sobs Mao Tao).

Die Zahl der autochthonen Arten wird damit allerdings vermutlich überschätzt. Viele Zikaden sind flugfähig und damit in der Lage, ihre angestammten Lebensräume zu verlassen und neue Flächen zu besiedeln. Daher ist davon auszugehen, dass ein Teil der in der „Salzwiese“ gesammelten Zikaden nicht autochthon, sondern zufällig eingeflogener (Nahrungs-)Gast ist. Dies ist vor allem bei Arten, die nur in wenigen makropteren Individuen nachgewiesen wurden, wahrscheinlich. Die Zahl der autochthonen Arten ist daher vermutlich etwa gleich hoch wie die Zahl der nachgewiesenen Arten.

4.2 Der „Faktor Mensch“ als Einflussgröße

Eine statistische Überprüfung der Probenahmen 1, 2 und 3 jedes Sammlers ergab, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit der Arten in diesen drei mal 50 Kescherschlag-Serien zufällig ist. D.h., es besteht keine Abhängigkeit zwischen der Seriennummer und dem Ergebnis. 21 Arten wurde in jeder Serie gefangen und 30 Arten in mindestens 2 Serien. Die restlichen 9 nur in jeweils 1 Serie, und zwar jeweils 3 in der ersten, zweiten und dritten Serie.

Eine deutliche Korrelation besteht – erwartungsgemäß – zwischen der Individuenzahl und der Artenzahl einer Probe: je mehr Individuen sich in einer Probe befinden, desto größer ist in der Regel die Artenzahl (Abb. 6).

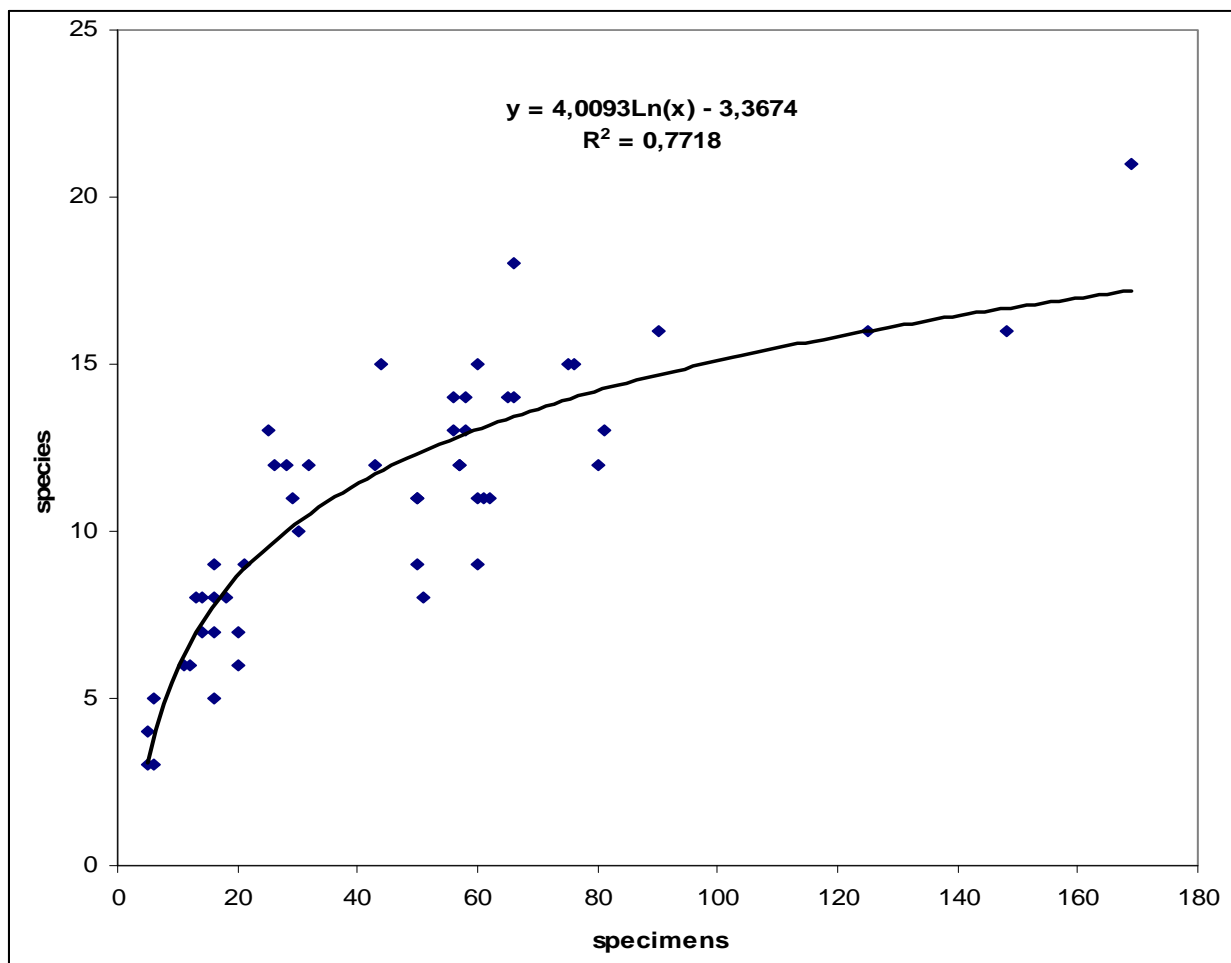


Abb. 6: Zwischen Artenzahl und Individuenzahl besteht erwartungsgemäß ein deutlicher Zusammenhang.

Figs 6. As expected, there is a high correlation between the number of specimens collected and the number of species recorded.

Zwischen Kescherfläche, Kescherstiellänge, Körpergröße und den Arten- und Individuenzahlen gibt es hingegen keine statistischen Zusammenhänge (Tabelle 4 und Abbildungen 7 und 8). Allerdings ist die Stichprobengröße relativ gering ($n = 15$ statt 45, um Pseudoreplikationen zu vermeiden) und damit die Wahrscheinlichkeit eines „Beta-Fehlers“, d.h. des Übersehens kleiner, aber vorhandener Unterschiede, relativ groß.

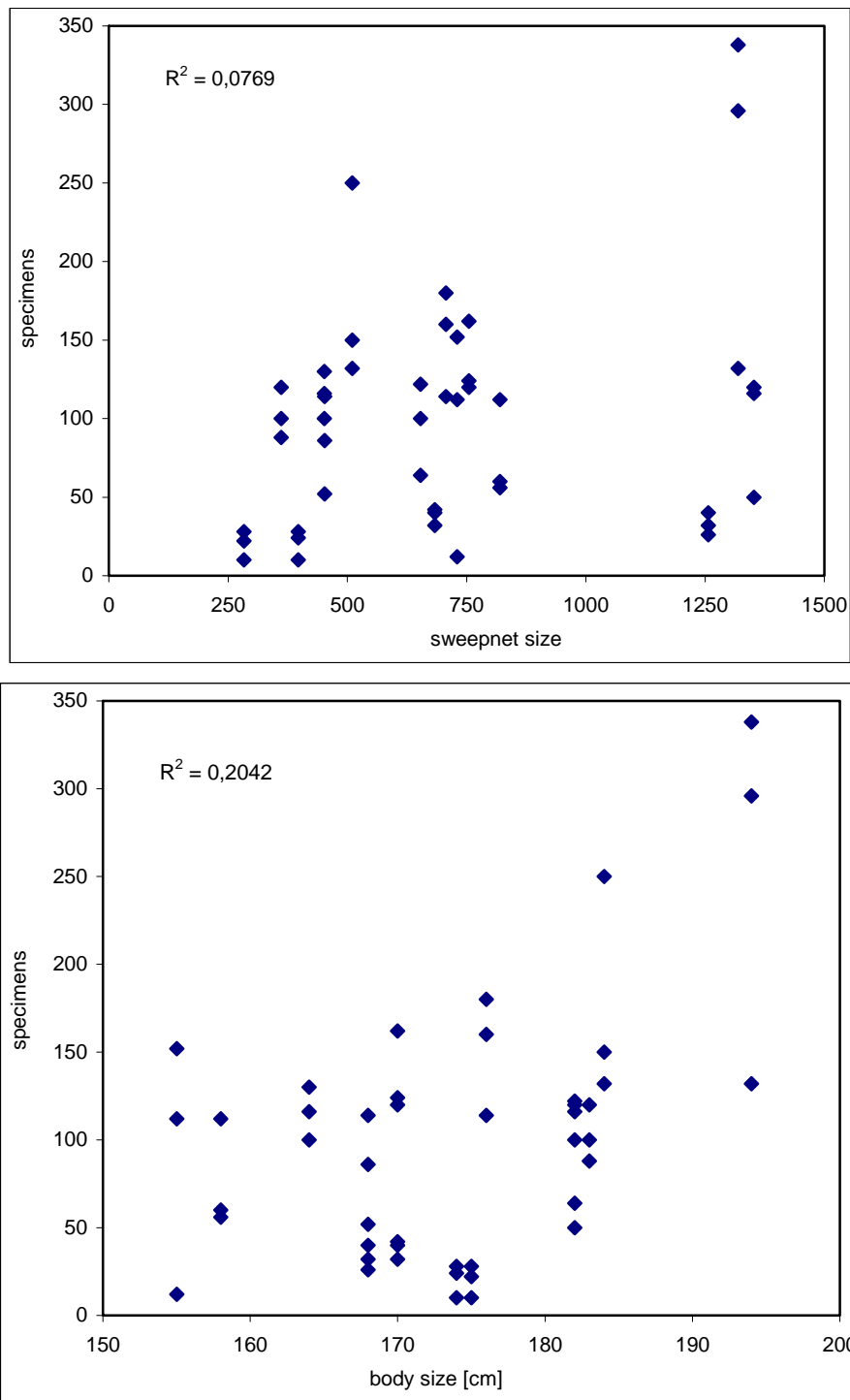


Abb. 7 (oben) und 8 (unten): Zwischen der Individuenzahl und der Netzgröße bzw. der Körpergröße des Sammlers besteht kein signifikanter Zusammenhang ($p = 0,05$).

Figs 7 (above) and 8 (below). There is no significant correlation between the number of specimens collected and the sweepnet size or the body size of the sampler respectively ($p = 0,05$).

Tabelle 4: Rangkorrelationsanalyse (Spearman's Rho) zur Klärung der Frage, ob Zusammenhänge zwischen den gemessenen Parametern Kescherfläche, Kescherstiellänge, Körpergröße des Sammlers und der gesammelten Individuenzahl bestehen. Sum1 = 1. Probe (50 Kescherschläge), Sum12 = 1. und 2. Probe (100 Kescherschläge), Sum123 = alle Proben (150 Kescherschläge).

Table 4: Correlation analysis of the dataset based on Spearman's rank correlation coefficient. Sum1 = 1st sample only (50 sweepnet beats), Sum12 = 1st and 2nd sample (100 beats), Sum123 = all three samples (150 beats).

		Netz-Fläche	Stiel-Länge	Körpergröße
Netz-Fläche	Korrelationskoeffizient	1,000	,189	-0,048
	Sig. (2-seitig)	.	,499	0,864
	N	15	15	15
Stiel-Länge	Korrelationskoeffizient	0,189	1,000	0,217
	Sig. (2-seitig)	0,499	.	0,438
	N	15	15	15
Körpergröße	Korrelationskoeffizient	-0,048	0,217	1,000
	Sig. (2-seitig)	0,864	0,438	.
	N	15	15	15
Sum1	Korrelationskoeffizient	0,347	0,153	0,220
	Sig. (2-seitig)	0,205	0,586	0,431
	N	15	15	15
Sum12	Korrelationskoeffizient	0,269	0,116	0,463
	Sig. (2-seitig)	0,333	0,679	0,082
	N	15	15	15
Sum123	Korrelationskoeffizient	0,295	0,293	0,430
	Sig. (2-seitig)	0,286	0,289	0,110
	N	15	15	15

4.3 Wieviele Kescherschläge sind für eine repräsentative Erfassung der Zikadenfauna erforderlich ?

Schlussendlich stellt sich die Frage, wie viele Kescherschläge erforderlich sind, um einen repräsentativen Teil des Artenspektrums bzw. zumindest die häufigen Arten zu erfassen. Mit 50 Kescherschlägen werden im Mittel 46-47 adulte Zikaden aus 8 bis 13 Arten erfasst. Das sind etwa 28% der Artendiversität. Mit 100 Kescherschlägen sind es knapp 40%, mit 150 Kescherschlägen im Mittel ca. 46 % der auf der Fläche lebenden Arten (Abb. 5). 200 Kescherschläge (=100 Doppelkescherschläge) bringen etwas mehr als 50% der Arten. Um diesen Wert auf 70% zu steigern, wären etwa 900 Kescherschläge erforderlich (Abb. 6).

Drei Arten (*A. striifrons*, *M. laevis*, *P. alienus*) sind im Gesamtdatensatz dominant (>10% der Gesamtindividuenzahl), weitere vier Arten sind subdominant (>5-10%), acht Arten sind rezedent (>1-<5%), die übrigen 25 Arten sind mit einem Anteil von unter 1% der Gesamtindividuenzahl subrezedent.

Keine einzige Art ist in allen Einzelproben präsent. Das bedeutet, dass bei 50 Kescherschlägen selbst auf der Fläche dominante Arten in 10% - 25% der Proben nicht vertreten sind. Bei 100 Kescherschlägen sind die dominanten Arten fast stets vorhanden (Wahrscheinlichkeit 85-100%), subdominante sind in 75-95% der Proben präsent, rezedente hingegen in 25-95% der Proben. Bei 150 Kescherschlägen hingegen werden mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit alle dominanten und subdominanten Arten nachgewiesen: bei 15 Proben fehlt nur in einer einzigen Probe eine der sieben Arten. Auch die

rezedenten Arten sind bei 150 Kescherschlägen mit 50-90% Wahrscheinlichkeit vertreten, während dieser Faktor bei 50 Kescherschlägen nur 20 bis 70% beträgt.

4.4 Resümee

Aufsammlungen mittels Kescher sind eine bewährte Methode, um (semiquantitative) Daten zur Zikadenfauna einer Grünland-Fläche zu erhalten. Die Zahl der gesammelten Arten hängt bei standardisierten Kescherproben überwiegend von der Zahl der Kescherschläge ab. Selbst die häufigsten Arten einer Fläche fehlen mit 10-25%-iger Wahrscheinlichkeit in Proben, die weniger als 100 Kescherschläge (50 Doppelkescherschläge) umfassen. Erst bei etwa 200 Kescherschlägen (100 Doppelkescherschläge) sind die dominanten Arten meist vollständig und die rezedenten Arten mit hoher Wahrscheinlichkeit in einer Probe präsent. Es wird daher empfohlen, 100 Doppelkescherschläge als (Mindest-)Standard bei ökologischen und naturschutzfachlichen Fragestellungen heranzuziehen.

Die weiteren geprüften Parameter (Größe und Form des Keschers, Länge des Kescherstiels, Körpergröße des Sammlers) erklären nur einen sehr kleinen Teil der Varianz und streuen zudem sehr hoch, sodass sie nur als zufällige Einflussgrößen wirken. Es ist daher davon auszugehen, dass sowohl die Einflüsse individueller Charakteristika des Sammlers (Körpergröße, Gehgeschwindigkeit, Kescherführung etc.) als auch des Keschers (Größe, Form) bei erfahrenen Bearbeitern und bei Einhaltung eines standardisierten „Kescherprotokolls“ vernachlässigbar sind.

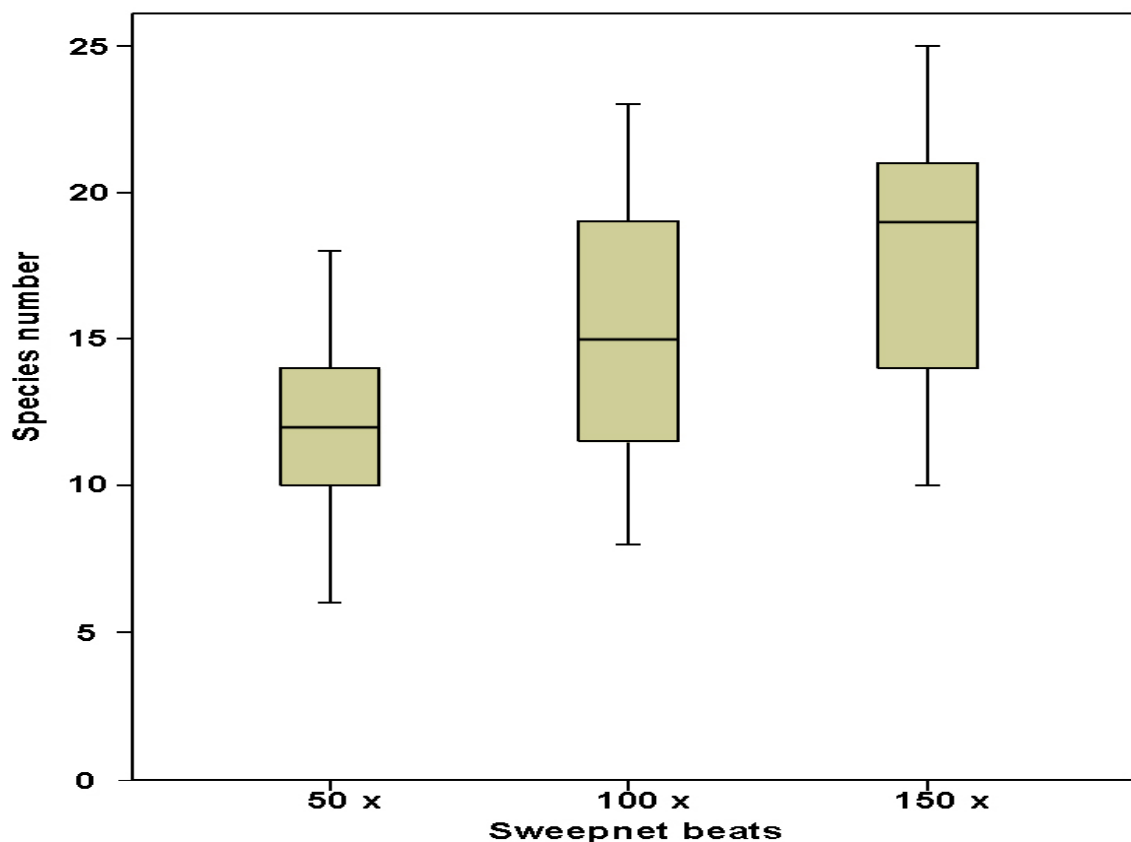


Abb. 9: Anzahl der Zikadenarten, die mit 50, 100 und 150 Kescherschlägen gesammelt wurden (Gesamtartenzahl = 39; n = 15). Die Unterschiede sind signifikant ($p = 0,07$).

Fig. 9: Number of Auchenorrhyncha species recorded with 50, 100 and 150 sweepnet beats (total number of species = 39, n = 15). The differences are significant ($p = 0,07$).

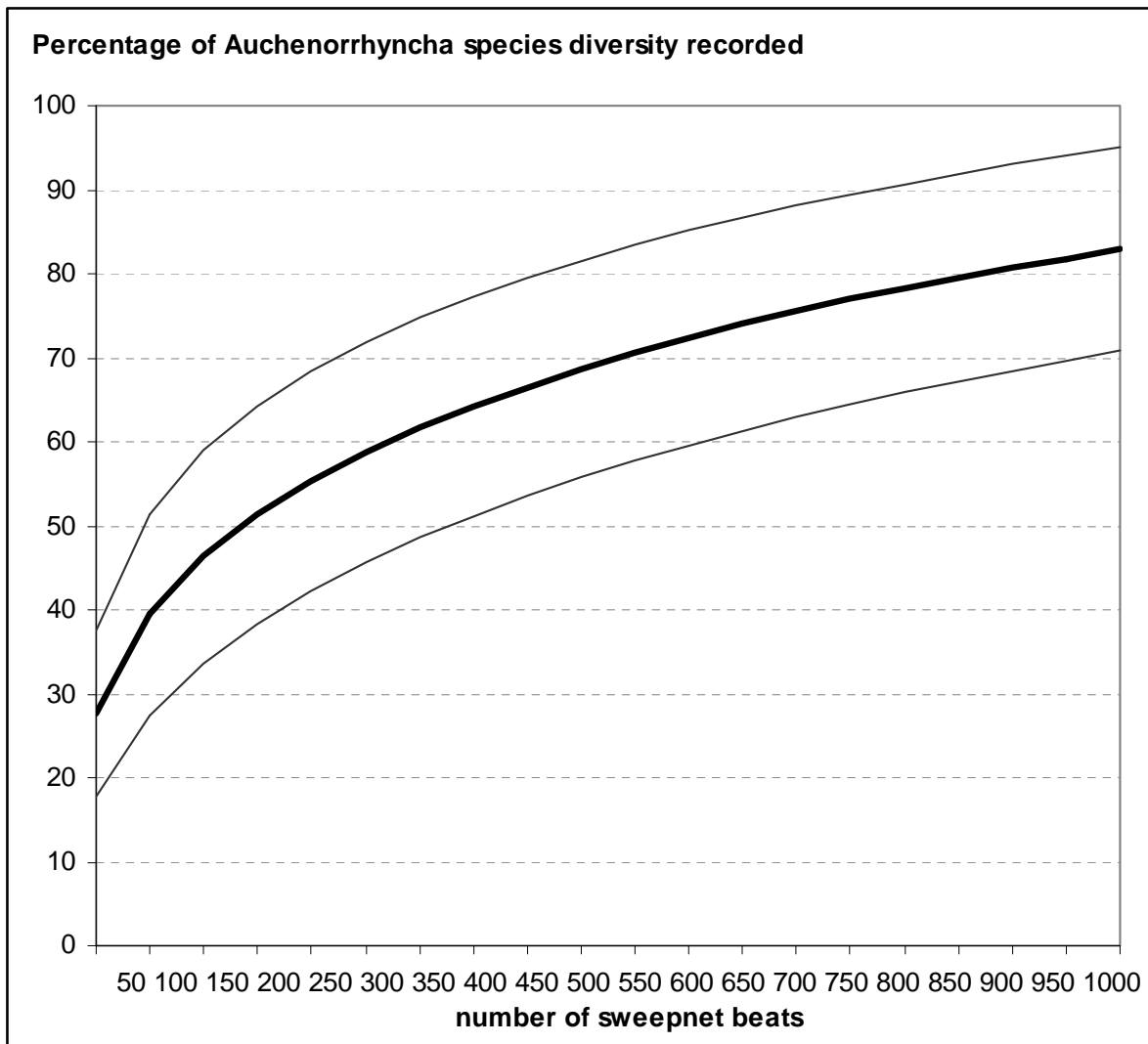


Abb. 10: Prozentsatz der Zikaden-Artendiversität der „Salzwiese“, die mit einer definierten Zahl von Kescherschlägen im Mittel gesammelt werden (Mittelwert und 95%-Konfidenzintervall, berechnet mittels Estimate S 8.2.0).

Fig. 10: Percentage of the total Auchenorrhyncha species diversity of the meadow “Salzwiese” recorded by a defined number of sweepnet beats (mean and 95%-CI, calculated with Estimate S 8.2.0).

5. Dank

Unser besonderer Dank gilt Herrn Dr. Norbert Milasowszky, Department Evolutionsbiologie der Universität Wien, für seine Hilfe bei den statistischen Auswertungen und der Interpretation der Ergebnisse - hier und auch sonst immer wieder! Ein großes Danke gebührt auch den den Teilnehmern des Kescherexperiments für Ihren Einsatz, und Frau Dr. Huang Min, Xian, China, für die Unterstützung bei der Determination der Tiere. Zudem danken wir Herrn Mag. Harald Gross, Wiener Umweltschutzabteilung (MA 22), für die Auswahl der Probefläche und für Daten zum Lebensraum.

6. Literatur

- Achtziger R., Nickel H. (1997): Zikaden als Bioindikatoren für naturschutzfachliche Erfolgskontrollen im Feuchtgrünland. – Beiträge zur Zikadenkunde 1: 3-16.
- Andrzejewska (1965): Stratification and its dynamics in meadow communities of Auchenorrhyncha (Homoptera). *Ekologia Polska (Serie A)* 13: 685-715.
- Colwell R.K. (2011): Estimate S 8.2.0. Statistical Estimation of Species Richness and shared Species from Samples. – <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>
- Ellington, J.E., Kiser, K., Ferguson, G., Cardenas, M. (1984): A comparison of sweepnet, absolute, and insectvac sampling methods in cotton ecosystems. – *Journal of Economic Entomology* 77: 599-605.
- Holzinger, W. E. (2009): Auchenorrhyncha (Insecta). Checklisten der Fauna Österreichs, Heft 4, Biosystematics and Ecology Series 26: 41-100.
- Holzinger, W. E., Kammerlander, I., Nickel, H. (2003): The Auchenorrhyncha of Central Europe. Vol. 1: Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae. - Brill Academic Publishers, Leiden, 673 pp.
- Holzinger, W. E., Zettel H. (2004): Bericht über die „11. Mitteleuropäische Zikaden-Tagung“ im Naturhistorischen Museum in Wien, 27.-29. August 2004. – Beiträge zur Entomofaunistik 5: 141-153.
- Leising, S. (1977): Über Zikaden des zentralalpiner Hochgebirges (Obergurgl, Tirol). – *Alpin-Biologische Studien* 9: 1-69.
- Marchand, H. (1953): Die Bedeutung der Heuschrecken und Schnabelkerfe als Indikatoren verschiedener Graslandtypen. – Beiträge zur Entomologie 3: 116-162.
- Nickel, H. (2003): The leafhoppers and planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): Patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. Pensoft Publishers, Sofia, 460 pp.
- Niedringhaus, R. (1991): Analyse isolierter Artengemeinschaften am Beispiel der Zikadenfauna der ostfriesischen Düneninseln (Hemiptera: Auchenorrhyncha). Dissertation, Universität Oldenburg, 153 S.
- Remane, R. (1958): Die Besiedlung von Grünlandflächen verschiedener Herkunft durch Wanzen und Zikaden im Weser-Ems-Gebiet. – *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 42: 353-400.
- Schiemenz, H. (1969): Die Zikadenfauna mitteleuropäischer Trockenrasen (Homoptera, Auchenorrhyncha). Untersuchungen zu ihrer Phänologie, Ökologie, Bionomie und Chorologie. – *Entomologische Abhandlungen des staatlichen Museums für Tierkunde Dresden* 36: 201-280.
- Stewart, A. J. A. (2002): Techniques for sampling Auchenorrhyncha in grasslands. – *Denisia* 4: 491-512.
- Stöckmann, M., Niedringhaus, R. (2004): Das Kolonisationsgeschehen auf den jungen Nordseeinseln Memert und Mellum am Beispiel der Zikaden (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha). – Beiträge zur Zikadenkunde 7: 48-60.
- Sulc, R. M., Santen E. v., Johnson K. D., Sheaffer C. C., Undersander D. J., Bledsoe L. W., Hogg D. B., Willson H. R. (2001): Glandular-Haired Cultivars Reduce Potato Leafhopper Damage in Alfalfa. – *Agronomy Journal* 93: 1287-1296.
- Whipple, S. D., Brust, M. L., Hoback W. W., Farnsworth-Hoback, K.M. (2010): Sweep sampling capture rates for rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) vary during morning hours. – *Journal of Orthoptera Research* 19(1):75-80
- Witsack, W. (1975): Eine quantitative Keschermethode zur Erfassung der epigäischen Arthropoden-Fauna. – *Entomologische Nachrichten* 8: 123-128.

7. Appendix: Rohdaten des Kescherexperiments

Tabelle A1: Proben K01/1-K06/3

Code	K01			K02			K03			K04			K05			K06			
Probe	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Art.str.</i>			9	4	5	2	9	5		5	2	2		8	12	12	1	1	
<i>Mac.lae.</i>	5	4			18	8	16	13	4	9	9	18	6	11	31	17	2	1	2
<i>Psa.ali.</i>	4	6			6		4	6		6	6	1	4	6	11	3			
<i>Zyg.pul.</i>	4	4	6	2	2	2	5		10		3	1	3	13	8	4	5	2	
<i>Del.pul.</i>	6	9	3	6	2	6	8	1	13	4	6	4	7	15		2	2		
<i>Lao.str.</i>				1	1		3	4		1	3	2	1	4	4	5	3		
<i>Psa.con.</i>		3				3	8	4		8		6		3	11	3		1	
<i>Err.oce.</i>	1					1	4	1		9	3	10	2	5	5	8	1		
<i>Eus.inc.</i>	1	2	2	3	4	5	1		4				3		6	5			
<i>Psa.bel.</i>			2		5	3				3	3			3		3		1	
<i>Neo.cam.</i>			1	1	1	3	2	2	1	3	7			2	2	1			
<i>Phi.spu.</i>	1	2	2	2	2	2	3				3	3	1	3		2			
<i>Mac.sex.</i>		12	9											2					
<i>Ana.rib.</i>										2	1	2		3	1				
<i>Psa.kol.</i>										2				1	10	5		1	
<i>Eup.not.</i>	1							1						2					
<i>Eme.mol.</i>	2				1			1								1	1		
<i>Tur.soc.</i>								2						1	1				
<i>Aph.aln.</i>	1			1						1				1					
<i>Cic.vir.</i>			1							1					1				
<i>Emp.pt.</i>	1											1			1	1			
<i>Hep.nan.</i>						1													
<i>Rib.alb.</i>														1					
<i>Hen.col.</i>										2						1			
<i>Rib.imi.</i>														1					
<i>Chl.pao.</i>			1																
<i>Meg.sca.</i>																			
<i>Bal.pun.</i>															1				
<i>Kel.sim.</i>				1															
<i>Meg.sor.</i>	1																		
<i>Not.fla.</i>											1								
<i>Rep.qui.</i>											1								
<i>Aro.lan.</i>															1				
<i>Art.pas.</i>																			
<i>Art.int.</i>							1												
<i>Dor.bom.</i>																			
<i>Eup.vit.</i>														1					
<i>Jav.pel.</i>															1				
<i>Ste.min.</i>																			
<i>Ute.tri.</i>																			
S.Indiv.	28	56	30	50	32	61	56	6	76	43	57	26	66	125	75	14	11	5	
S.spp.	12	13	10	11	12	11	14	3	15	12	12	12	18	16	15	7	6	3	

Tabelle A2: Proben K08/1-K12/3

Code	K08	K08	K08	K09	K09	K09	K10	K10	K10	K11	K11	K11	K12	K12	K12	
Probe	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Art.str.</i>		2	7	15	13	13	35	35	8	15	10	5	10	11	11	
<i>Mac.lae.</i>	3	3	5	19	8	7	30	26	5	7	7	3	18	8		
<i>Psa.ali.</i>	6	3	1	7	1	7	16	26	8	10	10	3	8	7	6	
<i>Zyg.pul.</i>	2	1	1	6	2	3	10	17	10	2	1	2	7	8	8	
<i>Del.pul.</i>			1	1	5		16	8	6	2	2	1	5	2	8	
<i>Lao.str.</i>	2	1		4	1	3	12	5	9	7	6	1	2	6	2	
<i>Psa.con.</i>			4				8	8	5	11	2	3		3	4	
<i>Err.oce.</i>				1	1	3	4	2	1	3	5	1	4	3	1	
<i>Eus.inc.</i>	1	1					1	8	5	1	2	6	3	2		
<i>Psa.bel.</i>						3	5	1	5		1			2	2	4
<i>Neo.cam.</i>	1					2		7	2		3	4	2			
<i>Pbi.spu.</i>	1		1			1		4	4	2	3		1		1	1
<i>Mac.sex.</i>																8
<i>Ana.rib.</i>						2		1		1			1	1		
<i>Psa.kol.</i>						2		3	1	2			1			
<i>Eup.not.</i>				3				2	4							
<i>Eme.mol.</i>				2						1		2		1	1	1
<i>Tur.soc.</i>		1						4						1		2
<i>Aph.aln.</i>		1								1		1				
<i>Cic.vir.</i>								1				1			1	
<i>Emp.pte.</i>					1			1								
<i>Hep.nan.</i>									1					1		
<i>Rib.alb.</i>				1					2							
<i>Hen.col.</i>								3								
<i>Rib.imi.</i>								2								
<i>Chl.pao.</i>					1											1
<i>Meg.sca.</i>																
<i>Bal.pun.</i>					1											
<i>Kel.sim.</i>										1						
<i>Meg.sor.</i>																1
<i>Not.fla.</i>												1				
<i>Rep.qui.</i>																
<i>Aro.lan.</i>																
<i>Art.pas.</i>				1												
<i>Art.int.</i>																
<i>Dor.hom.</i>													1			
<i>Eup.vit.</i>																
<i>Jav.pel.</i>																
<i>Ste.min.</i>								1								
<i>Ute.tri.</i>													1			
S.Indiv.	16	13	20	60	44	50	169	148	66	58	60	25	65	50	58	
S.spp.	7	8	7	11	15	9	21	16	14	13	15	13	14	11	14	

Tabelle A3: Proben K13/1-K16/3 sowie Saugproben S07/1-3, S17/1-3

Code	K13			K14			K15			K16			S07			S17			
Probe	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Art.str.</i>	16	20	29	5	12	6	3			4	22	27	32	6	4	3	5	36	2
<i>Mac.lae.</i>	15	11	15	6	2	3	2	2			6	12	7	2			1		
<i>Psa.ali.</i>	9	9	7	2			5			1	7	8	13	3	2				1
<i>Zyg.pul.</i>	7	6	7			1					3	6	6	12	2	3	5	2	7
<i>Del.pul.</i>	6		7	2					3		1	7		2	4		2	1	1
<i>Lao.str.</i>	9	3	4	2	1			1	1	1	4			7	2		2		
<i>Psa.con.</i>	13	1	3	1	2			2						2	2		1		
<i>Err.oce.</i>	3	1	3	1					1		2	2	1			1		1	
<i>Eus.inc.</i>		1	2		2			1			3	2	1	4			1	2	1
<i>Psa.bel.</i>	3	1								2						3			1
<i>Neo.cam.</i>		2	1				1							1					
<i>Pbi.spu.</i>		1	1				1					1	1	1					
<i>Mac.sex.</i>																			
<i>Ana.rib.</i>	1										1	1		2	3	1	1	3	1
<i>Psa.kol.</i>																			
<i>Eup.not.</i>										1	3	1							1
<i>Eme.mol.</i>	1			1							1		1						
<i>Tur.soc.</i>	2			1															
<i>Aph.aln.</i>																	1		
<i>Cic.vir.</i>	1													1					
<i>Emp.pte.</i>										1						1			
<i>Hep.nan.</i>	2																	2	
<i>Rib.alb.</i>	1								1										1
<i>Hen.col.</i>																			
<i>Rib.imi.</i>	1												1						
<i>Chl.pao.</i>				1															
<i>Meg.sca.</i>																1		1	1
<i>Bal.pun.</i>																			
<i>Kel.sim.</i>																			
<i>Meg.sor.</i>																			
<i>Not.fla.</i>																			
<i>Rep.qui.</i>			1																
<i>Aro.lan.</i>																			
<i>Art.pas.</i>																			
<i>Art.int.</i>																			
<i>Dor.hom.</i>																			
<i>Eup.vit.</i>																			
<i>Jav.pel.</i>																			
<i>Ste.min.</i>																			
<i>Ute.tri.</i>																			
N Individ.	90	57	80	21	20	16	12	5	14	62	60	81	29	18	16	16	51	6	
S spp.	16	12	12	9	6	5	6	4	8	11	9	13	11	8	8	9	8	5	

