

ROLAND ACHTZIGER, Freiberg, WERNER E. HOLZINGER, Graz, HERBERT NICKEL, Göttingen, & ROLF NIEDRINGHAUS, Oldenburg

Zikaden (Insecta: Auchenorrhyncha) als Indikatoren für die Biodiversität und zur naturschutzfachlichen Bewertung

Abstract

Leafhoppers and planthoppers (Insecta: Auchenorrhyncha) as indicators for biodiversity assessments and nature conservation evaluation: This contribution is a review demonstrating approaches for the use of leafhoppers and planthoppers (Auchenorrhyncha) as indicators for biodiversity and environmental impact assessments, habitat monitoring and evaluation. We argue that hoppers are a sensitive and convenient indicator group for the assessment of habitat changes, especially in grassland ecosystems, because of their high population densities and species diversity in almost all terrestrial habitat types, high habitat and food plant specificity, small-scale responses to habitat and vegetation changes, and due to the availability of excellent identification tools. Based on a literature survey focussing on Central Europe, the available information on the ecology of Auchenorrhyncha species, communities and relevant coenotic parameters (e. g. species richness, life strategies, biological traits, threat status) is presented. Finally, some examples are given to demonstrate the use of Auchenorrhyncha as indicators for biodiversity aspects and in efficiency control of conservation measures.

Key words: biodiversity indicators, sampling methods, habitat evaluation

1 Einleitung

Der Stopp des Biodiversitätsverlustes und der Erhalt und die Förderung der Biologischen Vielfalt sind zentrale Anliegen des Naturschutzes auf nationaler, europäischer und globaler Ebene (z. B. Convention on Biological Diversity, UNITED NATIONS 1992; EU Biodiversity Action Plan, EUROPEAN COMMUNITY 2008). Dies zeigt sich unter anderem in der Verabschiedung der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt der deutschen Bundesregierung 2007, in der neben konkreten Zielen und Maßnahmen zur Sicherung und Förderung der Biodiversität auch eine Reihe von Biodiversitätsindikatoren enthalten sind (BMU 2007, S. 121 ff., KÜCHLER-KRISCHUN & PIECHOCKI 2008). Da sich der Begriff „Biologische Vielfalt“ zum einen auf verschiedene Organisationsebenen des Lebens (genetische Vielfalt, Artenvielfalt, Lebensraum-

und Landschaftsvielfalt) und zum anderen auf verschiedene Komponenten bezieht (kompositorische Vielfalt, strukturelle Vielfalt, funktionelle Vielfalt, s. Noss 1990), kann sie auch nicht durch einen einzigen Indikator abgebildet werden (vgl. ACHTZIGER et al. 2004, HOLZINGER 2010). Vielmehr benötigt man etwa für die naturschutzfachliche Bewertung einer Fläche ein bestimmtes Set an Indikatoren, mit dem jeweils bestimmte Aspekte der Biodiversität und die diese beeinflussenden Faktoren indiziert werden können (z. B. die Artenvielfalt einer Artengemeinschaft in Abhängigkeit von der Nutzung).

Die Insektengruppe der Zikaden (Auchenorrhyncha), die in Mitteleuropa mit etwa 900 Arten vertreten ist, wurde in den letzten Jahren immer öfter als sensitive Indikatorgruppe zur Indizierung von Veränderungen des Lebensraums und der Biodiversität insbesondere in

Grünlandökosystemen eingesetzt und zur naturschutzfachlichen Bewertung herangezogen (z. B. WALTER 1996, WITSACK 2001, 2002, NICKEL & HILDEBRANDT 2003, BIEDERMANN et al. 2005, NICKEL & ACHTZIGER 2005, HOLZINGER & NICKEL 2008, SCHUCH et al. 2012a, WALLNER et al. 2013, ZULKA et al. 2014).

In diesem Beitrag fassen wir den Stand der Kenntnisse im deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz) zusammen. Der Beitrag basiert auf der Arbeit von ACHTZIGER (1999), in der die Eignung der Zikaden für die Naturschutzforschung und -praxis dargestellt wurde. In der Zwischenzeit sind nicht nur eine ganze Reihe von Bestimmungsbüchern erschienen, sondern es hat sich auch der Wissensstand über die Ökologie und Verbreitung der Zikaden deutlich verbessert (s. Kap. 2.1.2), so dass eine überarbeitete und aktualisierte Übersicht angebracht erscheint.

2 Zikaden als Indikatoren – Grundlagen und Kenntnisstand

2.1 Eigenschaften der Zikaden als Indikatoren in naturschutzfachlichen Untersuchungen

2.1.1 Fachliche Eigenschaften

(a) Artenvielfalt und Lebensraumrepräsentanz

Zikaden sind mit rund 650 Arten in Deutschland (NICKEL & REMANE 2002, NICKEL 2010, NICKEL unveröff.) und ca. 900 Arten in Mitteleuropa (HOLZINGER et al. 1997) eine artenreiche, aber dennoch überschaubare Artengruppe. Sie sind in allen terrestrischen Lebensräumen Mitteleuropas von den Salzwiesen der Nord- und Ostseeküsten bis zu den hochalpinen Lagen sowie von der Boden- über die Kraut- bis zur Gehölzschicht zu finden und kommen in (auch für quantitative Untersuchungen) ausreichenden Arten- und Individuenzahlen vor (NICKEL 2003, NICKEL et al. 2002).

(b) Habitat- und Nährpflanzenbindung

Die einzelnen Zikadenarten zeigen eine differenzierte Abhängigkeit von Eigenschaften ihres Lebensraums, insbesondere vom Mikrokli-

ma und der Vegetationsstruktur, sowie eine oftmals ausgeprägte Bindung an bestimmte Pflanzenarten und Vegetationstypen, wobei das Spektrum von xerothermophilen Arten trocken-heiße Hänge bis hin zu hygro- und tyrophilen Arten nasser Seggenrieder und Hochmoore reicht (s. NICKEL et al. 2002). Hinsichtlich der Nährpflanzenbindung reicht das Spektrum von streng monophagen Arten (d. h. an eine einzige Nährpflanzenart gebundene) über Oligophage bis zu Polyphagen. Dabei saugt die Mehrheit der Arten an Süß- oder Sauergräsern, der Rest an Kräutern und Gehölzen und einige wenige an Pilzhyphen (vgl. NICKEL 2003).

(c) Funktionelle Stellung im Ökosystem

Zikaden nehmen als Pflanzensauger eine wichtige Stellung im Wirkungsgefüge des Naturhaushalts ein: Sie beeinflussen als vielerorts sehr individuenreiche Organismengruppe einerseits die Zusammensetzung und Dynamik der Vegetation (z. B. im Grünland: BROWN et al. 1988) und bilden andererseits eine wichtige Basisgruppe für die Ausbildung von komplexen Nahrungsnetzen und damit für die biologische Vielfalt in terrestrischen Ökosystemen (SCHAEFER 1973, ANDRZEJEWSKA 1976, NICKEL 2008).

(d) Räumliche und zeitliche Sensitivität

Viele Zikadenarten reagieren kleinräumig und kurzfristig auf Zustand und Veränderungen ihres Lebensraums (z. B. Vegetationsstruktur und Nährpflanzenqualität; vgl. PRESTIDGE 1982, PRESTIDGE & McNEILL 1983, DENNO & RODERICK 1991, DENNO & PERFECT 1994). Besonders bei Arten, bei denen brachyptere und subbrachyptere (also nahezu flugunfähige) Individuen vorherrschen, ist wegen der Wirtspflanzenbindung davon auszugehen, dass die einzelnen Individuen ihren gesamten Lebenszyklus auf ein und derselben Pflanze oder zumindest wenigen Pflanzen verbringen. Untersuchungen zur Zikadenfauna liefern damit ausgesprochen flächen- bzw. „parzellenscharfe“ Aussagen, wie sie besonders im vertraglich gebundenen Naturschutz, bei lokalen Eingriffen sowie bei der Schutzwürdigkeitsbewertung eines Landschaftselements notwendig sind (s. ACHTZIGER & NICKEL 1997).

2.1.2 Pragmatische und methodische Eigenschaften

(a) Verfügbarkeit aktueller Bestimmungsliteratur und faunistische Kenntnisse

Aktuell stehen mehrere umfassende, illustrierte und in der Praxis bewährte Bestimmungsschlüssel in Mitteleuropa zur Verfügung (Tabelle 1).

Der Großteil der in Deutschland vorkommenden Arten ist in einfacher und übersichtlicher Form mit dem Bestimmungswerk von BIEDERMANN & NIEDRINGHAUS (2004) bestimmbar. HOLZINGER et al. (2003) behandeln zwar alle Arten, doch liegt bisher nur Band 1 (Fulgoromorpha und Cicadomorpha ohne Cicadellidae) des auf 3 Bände konzipierten Werkes vor.

BIEMAN et al. (2011) ermöglichen – in Kombination mit und als Supplement von BIEDERMANN & NIEDRINGHAUS (2004) – eine Bestimmung der zusätzlich in Belgien, den Niederlanden und Luxemburg vorkommenden Arten. KUNZ et al. (2011) zeigen Farbfotos größtenteils lebender Tiere mit ergänzenden, kurzgefassten Informationen zur Verbreitung und Lebensweise der Arten. STÖCKMANN et al. (2013) ermöglichen die Bestimmung eines großen Teiles der Larven.

Schließlich ermöglichen SCHAEFER (2009), HOLZINGER & HOLZINGER (2014) und MÜLLER & WITSACK (2011) als Einstieg in die Gruppe eine Bestimmung der Großgruppen und wichtiger Arten. Nur noch aus historischen Gründen zu erwähnen ist die Bearbeitung der Zikaden von

Tabelle 1. Zusammenstellung von aktuellen Bestimmungswerken zu den Zikaden in Deutschland und angrenzenden Staaten (Stand 2014)

Bestimmungswerk	Behandelte Arten	Geograph. Raum
SCHAEFER, M. (Hrsg.) (2009): Brohmer – Fauna von Deutschland. 23. Auflage, Abschnitt Zikaden.	Auffällige und häufige Arten	Deutschland
HOLZINGER, W. E., & HOLZINGER I. (2014): Auchenorrhyncha – Zikaden. In: KÖHLER G. (Hrsg.): Bestimmung wirbelloser Tiere. 7. Auflage, Auchenorrhyncha – Zikaden.	Auffällige und häufige Arten	Deutschland
BIEDERMANN, R., & NIEDRINGHAUS, R. (2004, 2009): Die Zikaden Deutschlands (deutsch und englisch)	Fast alle Arten	Deutschland
BIEMAN, K., BIEDERMANN, R., NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2011): The Planthoppers and Leafhoppers of Benelux	In Kombination mit BIEDERMANN & NIEDRINGHAUS (2004) alle Arten	Belgien, Niederlande, Luxemburg
HOLZINGER, W.E., KAMMERLANDER, I., & NICKEL, H. (2003): The Auchenorrhyncha of Central Europa – Die Zikaden Mitteleuropas. Band 1 Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae	Fulgoromorpha Cicadomorpha ohne Cicadellidae	Mitteleuropa
HOLZINGER, W.E., KAMMERLANDER, I., & NICKEL, H. (in Vorb.): The Auchenorrhyncha of Central Europa – Die Zikaden Mitteleuropas. Band 2 & 3: Cicadomorpha – Cicadellidae	Cicadellidae	Mitteleuropa
KUNZ, G., NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2011): Fotoatlas der Zikaden Deutschlands	Fast alle Arten	Deutschland
MÜLLER, H.J., & WITSACK W. (2011): Zikaden. – In: KLAUSNITZER B. (Hrsg.): Stresemann: Exkursionsfauna von Deutschland. Band 2: Wirbellose: Insekten.	Auffällige und häufige Arten	Deutschland
STÖCKMANN, M., BIEDERMANN, R., NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2013): The nymphs of the planthoppers and leafhoppers of Germany.	Alle Gattungen und die meisten Arten (Larven)	Deutschland

HAUPT (1935) in der Reihe „Tierwelt Mitteleuropas“, welche aber schon zu damaliger Zeit zahlreiche überholte Artauffassungen und auch Fehler enthielt. Dennoch wurde dieses Buch bis lange in die 1990er Jahre hinein immer wieder verwendet, mit entsprechenden Fehlern in Nomenklatur und Bestimmungsergebnissen.

(b) Faunistischer Kenntnisstand, Rote Liste und Checklisten

NICKEL (2003, 2010) zeichnet für alle bis dahin aus Deutschland bekannten Arten ein aktuelles, wenn auch grobes Verbreitungsbild. Darin eingearbeitet sind die gesamte faunistische Literatur (u. a. die Grundlagenarbeiten von SCHIEMENZ 1987, 1988, 1990, SCHIEMENZ et al. 1996), nahezu alle Museumssammlungen und über 30.000 eigene Datensätze. Für alle Bundesländer existiert eine tabellarische Checkliste (NICKEL & REMANE 2003), z. T. basierend auf früheren Listen (WITSACK 1999a: Sachsen-Anhalt, NICKEL & SANDER 1996: Thüringen,

NICKEL & REMANE 1996: Bayern), für Sachsen ist inzwischen eine aktuellere bzw. detailliertere Fassung erschienen (WALTER et al. 2009), für Mecklenburg-Vorpommern ist sie fertiggestellt (DEUTSCHMANN & NICKEL, eingereicht).

Eine erste Fassung der Roten Liste Deutschlands wurde von Remane et al. (1998) vorgelegt, eine zweite von Nickel et al. (2014, eingereicht). Rote Listen für die Länder liegen vor für Sachsen (WALTER et al. 2003), Sachsen-Anhalt (WITSACK 1995a, WITSACK & NICKEL 2004), Bayern (NICKEL 2004) und Thüringen (NICKEL & SANDER 2011). Für Baden-Württemberg (NICKEL & BÜCKLE, in Vorb.) und Niedersachsen (NICKEL & NIEDRINGHAUS, in Vorb.) sind weitere Rote Listen in Bearbeitung.

In die genannten Bestimmungsschlüssel sind diese Kenntnisse zur Verbreitung der Arten eingearbeitet, entweder in Form von Verbreitungskarten (HOLZINGER et al. 2003) oder als Angabe der Bundesländernachweise (BIEDERMANN & NIEDRINGHAUS 2004, KUNZ et al.

Tabelle 2. Zusammenstellung der aktuellen Roten Listen und Checklisten zu Zikaden in Mitteleuropa und angrenzenden Gebieten.

Land	Rote Liste	Checkliste
Deutschland	REMANE et al. (1998), NICKEL et al. (1999), NICKEL et al. (2014)	NICKEL & Remane (2002), Nickel et al. (2014)
- Bayern	NICKEL (2004)	NICKEL (2004)
- Sachsen	WALTER et al. (2003)	WALTER et al. (2009)
- Sachsen-Anhalt	WITSACK (1995a), WITSACK & NICKEL (2004)	WITSACK (1999a)
- Thüringen	NICKEL & SANDER (2011)	
Österreich	HOLZINGER (2009a)	HOLZINGER (2009b)
- Kärnten	HOLZINGER (1999)	
- Niederösterreich	KUNZ & HOLZINGER (in Vorb.)	
Schweiz		GÜNTHART & MÜHLETHALER (2002)
Tschechien	MALENOVSKY & LAUTERER (2005)	
Ungarn		GYÖRFFY et al. (2009)
Slowenien		HOLZINGER & SELJAK (2001), SELJAK (2004)
Italien		D'URSO (1995)
- Südtirol	REMANE (1994), SCHEDL (1994)	
Luxemburg		NIEDRINGHAUS et al. (2010a,b)
Belgien		BIEMAN et al. (2011)
Niederlande		BIEMAN et al. (2011)
Nordeuropa		SÖDERMAN et al. (2009)
Dänemark		ENDRESTØL (2013)

2011). Die Zikadenfauna Österreichs ist relativ gut bekannt, obgleich deutliche geographische Unterschiede in der Bearbeitungsintensität und der Verfügbarkeit historischer und aktueller Daten existieren; auch eine aktuelle Rote Liste liegt vor (HOLZINGER 2009a, b, c). Für die Schweiz liegt zwar eine provisorische Checkliste vor (GÜNTERT & MÜHLETHALER 2002), doch existieren noch beträchtliche weiße Flecken, insbesondere im Süden, im westlichen Jura und in den Zentralalpen; eine Rote Liste fehlt bislang. Darüber hinaus sind für andere mitteleuropäische Länder ebenfalls Rote Listen und/oder Checklisten verfügbar (Tabelle 2).

Zusätzlich zu den bestehenden Roten Listen auf nationaler Ebene und Länderebene (Tabelle 2) wurden vom Arbeitskreis Zikaden Mitteleuropas e. V. in Tabelle 3 jene mitteleuropäischen Zikadenarten zusammengestellt, die gemäß der Kriterien der IUCN (2012) zur Aufnahme in die Rote Liste der IUCN (Red List of Threatened Species) vorgeschlagen werden oder auf-

grund ihrer extremen Seltenheit (auch global betrachtet) als hochgradig gefährdet anzusehen sind.

(c) Verfügbarkeit von Erfassungsmethoden

Je nach Vegetationsschicht und Fragestellung erfolgt die Erfassung mittels standardisierter Kescherschläge (z. B. WITSACK 1975, NIEDRINGHAUS 1991, HOLZINGER & HOLZINGER 2011, s. u.), der Verwendung von Bodensaugern (z. B. STEWART 2002), Klopffproben an Gehölzen (z. B. ACHTZIGER 1995a), ergänzenden Bodenfallen, Fensterfallen und Lichtfängen (z. B. EMMRICH 1969, LEHMANN 1973, MALICKY 1977) sowie zusätzlichem Absuchen der Nährpflanzen (Handsuche). Weitere Informationen zur Eignung verschiedener Erfassungsmethoden sind STEWART (2002) zu entnehmen. Die Vorkommen von Larven oder kurzflügeligen (flugunfähigen) Individuen bei Arten mit Flügelpolymorphismus lassen zudem Aussagen zur Bodenständigkeit sowie – analog zu den Laufkäfern (z. B. RIECKEN 1992) – zu Alter und Persistenz

Tabelle 3. Verzeichnis der vom Arbeitskreis Mitteleuropäischer Zikaden der DGaaE (Ausarbeitung: Holzinger, W. E., H. Nickel, R. Remane, P. Lauterer u. a. zur Aufnahme in die Rote Liste der IUCN (Red data list of threatened animals of the world) vorgesehenen Zikadenarten

Kategorie	Art	Vorkommen (Länder)
Endangered species (EN)		
EN	<i>Pseudodelphacodes flaviceps</i> Fieber	A, CH, D
EN	<i>Psammotettix unciger</i> Ribaut	A, D
EN	<i>Errastunus leucophaeus</i> (Kirschbaum)	A, D
EN	<i>Psammotettix inexpectatus</i> Remane	D
EN	<i>Psammotettix notatus</i> (Melichar)	A, D
EN	<i>Lebradea calamagrostidis</i> Remane	D
EN	<i>Anaceratagallia austriaca</i> Wagner	A, CH, D, I
EN	<i>Arboridia kratochvili</i> (Lang)	D, CZ, PL
EN	<i>Chlorita pusilla</i> Matsumura	D, PL
Vulnerable species (VU)		
VU	<i>Streptopyx tamaninii</i> Linnavuori	A, I
VU	<i>Psammotettix asper</i> Ribaut	A, H, SK
VU	<i>Ulopa carneae</i> Wagner	A, D
VU	<i>Apartus michalki</i> (Wagner)	A, I, SLO
VU	<i>Zygina hypermaculata</i> Remane & Holzinger	A, D
VU	<i>Hardya alpina</i> Wagner	A, CH
VU	<i>Sotanus thenii</i> (Löw)	A, CH, D
VU	<i>Sorhoanus schmidti</i> (Wagner)	A, CH, D

eines Ökosystems zu (vgl. NOVOTNÝ 1991b, 1994a, b). Anhand individueller Markierungen von Individuen bzw. der Erfassung der Populationsdichten bestimmter Arten sind auch Untersuchungen zur räumlichen Struktur und Dynamik von Zikadenpopulationen möglich (z. B. MELBER 1989, BIEDERMANN 1997, 1998, 2002, 2003, 2004, STRAUSS & BIEDERMANN 2005).

Der Schwerpunkt der Untersuchungen, in denen Zikaden als Indikatoren verwendet werden, liegt aufgrund ihrer Nahrungspflanzen- und Habitatbindung in Grünlandökosystemen (s. BIEDERMANN et al. 2005, WALLNER et al. 2013). Grundsätzlich ist die Zikadenfauna einer Untersuchungsfläche im Grünland im Rahmen von drei Begehungen im Jahr zur Abdeckung der einzelnen Jahreszeitpunkte (Zeitraum Mai bis September) mit Hilfe von Kescher- und/oder Saugfängen semiquantitativ für vergleichende Studien in ausreichendem Maße erfassbar. Die Zahl der Kescherschläge wird beim Fang konstant gehalten, wobei nach HOLZINGER & HOLZINGER (2011) mindestens 100 Doppellescherschläge erforderlich sind: Je nach Größe und Struktur der Untersuchungsfläche liefern sie etwa 50 bis 60 % des Gesamtartenspektrums, darunter meist sämtliche dominanten und subdominanten Vertreter.

Zeitlich versetzte Mehrfachabfänge auf abgesteckten Flächen zeigten, dass beim ersten Abfang je nach Struktur des Biotoptyps und der Vegetation lediglich rund 50 bis 60 % der Gesamtindividuenmenge der abgefangenen Fläche erfasst wurden (NIEDRINGHAUS 1991). Bei vergleichenden Untersuchungen zwischen Kescherfang und Sauggerät (z. B. Laubsauggerät mit eingehängtem Fangbeutel) in relativ homogenen Mähwiesen zeigte sich, dass mit dem Sauggerät deutlich mehr Individuen aus den bodennahen Bereichen erfasst werden (HEINTSCHEL 2011, unpubl.), während die mobileren Arten der Krautschicht in etwas geringerer Zahl vorhanden sind.

Zur Standardisierung und besseren Vergleichbarkeit verschiedener Untersuchungen wird zur quantitativen Erfassung von Zikadengemeinschaften im Offenland (Wiesen, Weiden etc.) eine Kombination aus Kescher- und Saugfängen mit folgendem Umfang vorgeschlagen: Je 50 bis 100 Kescherschläge und je 50-100

Saugpunkte, jeweils entlang von zwei Transekten (angepasst an Größe und Form der Untersuchungsfläche, z.B. entlang von zwei sich diagonal kreuzenden Transekten) an drei Terminen im Jahr (jahreszeitlich sinnvoll verteilt, z.B. Ende Mai, Mitte Juli, Ende August). Die hierbei gewonnenen Quantitäten (Individuenzahlen, Artenzahlen) lassen u. a. vergleichende Analysen zum Beispiel der Dominanzstrukturen (s. 2.2.2c) und deren Veränderungen in Raum und Zeit zu.

2.2 Zikaden als Indikatoren: Überblick über den Kenntnisstand zu naturschutzfachlich relevanten Parametern

2.2.1 Überblick über vorhandene Kenntnisse zu Arten und Artengemeinschaften

Wichtige Voraussetzungen für den Einsatz einer Tiergruppe als Indikatoren für die naturschutzfachliche Bewertung sind möglichst gute Kenntnisse

- über die einzelnen Arten (Bionomie, Ökologie, Taxonomie, Verbreitung) und ihre Beziehungen zu bestimmten ökologischen und naturschutzrelevanten Faktoren und Parametern (z. B. Habitatzustand, Nutzung, Vegetation) sowie
- über die Struktur und Dynamik der (lokalen) Artengemeinschaften und die sie beeinflussenden Parameter und Prozesse.

Durch zahlreiche ökologisch-faunistische und angewandt-ökologische Untersuchungen in den letzten Jahrzehnten liegen heute entsprechende Kenntnisse zu den meisten Zikadenarten vor: So sind die wichtigsten Angaben zur Bionomie (Lebenszyklus, Überwinterungstyp, Phänologie), zu den ökologischen Ansprüchen (Nährpflanze, Autökologie, Phänologie) und zur Biogeographie für die Zikadenarten Deutschlands und Österreichs in NICKEL (2003) und HOLZINGER (2009a) zusammengefasst.

In Tabelle 4 ist eine Auswahl an veröffentlichten Untersuchungen über die Zikadenfauna der wichtigsten terrestrischen Biotoptypen Mitteleuropas zusammengestellt. Die Liste ist sicherlich nicht vollständig, insbesondere die umfangreiche „graue Literatur“ wie unveröffentlichte Gutachten, Ergebnisberichte und studentische Arbeiten, konnte nur ansatzweise be-

Tabelle 4. Auswahl von naturschutzrelevanten Arbeiten über die Zikaden der wichtigsten Biotoptypen Mitteleuropas (Biotoptypen verändert nach Riecken et al. 2006, ergänzt und aktualisiert auf Basis von ACHTZIGER 1999)

Biotoptyp	Literaturquellen
Küstenbiotope (Salzwiesen, Inseln)	SCHAEFER (1973), NIEDRINGHAUS & BRÖRING (1986, 1992), BRÖRING & NIEDRINGHAUS (1989a, b), NIEDRINGHAUS (1988, 1991), HILDEBRANDT (1995b), STÖCKMANN & NIEDRINGHAUS (2004), NIEDRINGHAUS & LIECKWEG (2008), LIECKWEG & NIEDRINGHAUS (2010)
Hoch- und Zwischenmoore	SCHIEMENZ (1971, 1975, 1976), REMANE & REIMER (1989), BITTNER & REMANE (1977), HILDEBRANDT et al. (1998), HOLZINGER & NOVOTNY (1998), MACZEY (2004), FREESE & BIEDERMANN (2005), WITSACK (2006), NICKEL & GÄRTNER (2009), HOLZINGER & SCHLOSSER (2013)
Nieder-/Flachmoore, Seggen- und Riedsümpfe, Röhrichte	SCHIEMENZ (1977), EHRLINGER et al. (1997), ACHTZIGER & SCHOLZE (1996)
Grünland	allgemein: REMANE (1958), ANDRZEJEWSKA (1976), BIEDERMANN et al. (2005)
- Feucht- und Nassgrünländer	EMMRICH (1966), HILDEBRANDT (1990, 1995a), WALTER (1998), ACHTZIGER & NICKEL (1997), ACHTZIGER et al. (1999a), NICKEL & ACHTZIGER (1999, 2005)
- Frischwiesen und -weiden	Torfwiesen: WALTER (2008) BORNHOLDT (1996), WALTER (1998), ACHTZIGER et al. (1999a)
- Trocken-/Magerrasen, Heiden	Bergwiesen: BORNHOLDT et al. (2000a, b), BORNHOLDT (2002), NICKEL & ACHTZIGER (1999, 2005), HOLZINGER & NICKEL (2008) SCHIEMENZ (1969), MÜLLER (1978), REMANE (1987), MELBER (1989), BORNHOLDT (1991, 1996), BORNHOLDT & REMANE (1993), WITSACK (1997a, 2003), SCHUCH et al. (2012a), ZULKA et al. (2014)
Zwergstrauchheiden/-biotope	SCHIEMENZ (1976), MELBER (1989), KRAUSE et al. (1992), WITSACK (1997a, 2003), NICKEL & NIEDRINGHAUS (2009)
Wälder, diverse Baumarten	ACHTZIGER (1995a), EMMRICH (1969), HOLZINGER (1996), ROTH (1996), ROTH & PETER (1996), LÖCKER (2003), NICKEL (2008)
Hecken und Feldgehölze, Waldmäntel, Ufergehölzstreifen (Streu-)Obstbestände	ACHTZIGER (1991, 1995a,b), CARL (1993)
Weinberge, Weinlandschaft	GÜNTHART (1971), LEHMANN (1973), ACHTZIGER et al. (1999b), WICHE (2011, unpubl.), WICHE & ACHTZIGER (2012) ACHTZIGER et al. (2011)
Äcker, Ackerbrachen	HAHN (1995), WITSACK (1995b, 1997b)
Raine und Säume	ACHTZIGER (1995a,b), ACHTZIGER et al. (1999a)
Montane und alpine Biotope	Montan: WITSACK (1999b), BIEDERMANN et al. (2009) Alpin: GÜNTHART (1984, 1987), HOLZINGER ET AL. (2013), MÜHLETHALER et al. (2007), GÜNTHART & MÜHLETHALER (2009), ÖKOTEAM (1999, 2005, unpubl.)
Biotoptkomplexe / Landschaften	NIKUSCH (1976), WALTER (1996, 1997), NIEDRINGHAUS (1997), NICKEL et al. (2001), NICKEL et al. (2003), WITSACK (2005, 2008), WALTER & NICKEL (2009), NICKEL & NIEDRINGHAUS (2009)
Urbane Biotope	Städte: MÜHLETHALER (2001), FROMMER (1996) Grünflächen: BRÖRING & NIEDRINGHAUS (1988), ACHTZIGER & TAUTENHAHN (2006) Städtische Industriebrachen: STRAUSS & BIEDERMANN (2006, 2008)
Sonstige Biotope	Salzstellen des Binnenlandes: FRÖHLICH (1997) Bergbaufolgelandschaften: FUNKE & WITSACK (1998, 2002), BRÖRING et al. (2005), NIEDRINGHAUS & BRÖRING (2006), ACHTZIGER & KÄSTNER (2008) Militärische Übungsplätze: MELBER et al. (1996) Naturnahe Flüsse: NICKEL (1999)

rücksichtigt werden. Eine komprimierte Übersicht geben NICKEL et al. (2002).

Für die Auswahl geeigneter Indikationsparameter sowie für die Interpretation der Ergebnisse müssen außerdem die Beziehungen zwischen bestimmten biozönotischen Parametern (z. B. Artenzusammensetzung, Artenvielfalt, Dominanzverhältnisse, Anteile ökologischer Gruppen oder Gilden) und bestimmten Lebensraumparametern (Nutzung, Vegetation) bzw.

die Reaktion der Gemeinschaften einer Artengruppe auf bestimmte Veränderungen der Lebensräume oder Landschaften bekannt sein. In Tabelle 5 ist eine Auswahl an Studien zusammengestellt (Schwerpunkt seit 1990), in denen Beziehungen zwischen bestimmten biozönotischen Parametern von Zikadengemeinschaften und ökologisch bzw. naturschutzrelevanten Parametern und Faktoren untersucht wurden.

Tabelle 5. Auswahl von Literatur zur Struktur von Zikadenzönosen im Zusammenhang mit naturschutzrelevanten Faktoren (ergänzt und aktualisiert auf Basis von ACHTZIGER 1999)

Untersuchungsparameter	Literaturquellen
Habitatparameter	
Vegetation (Zusammensetzung, Diversität, Struktur)	Offenbiotope: NOVOTNÝ (1991a, 1995), BROWN et al. (1992) Gehölzbiotope: ACHTZIGER (1995a, 1997), ACHTZIGER et al. (1999b)
Habitatnutzung allgemein: diverse Arten	BIEDERMANN (2004), STRAUSS & BIEDERMANN (2005)
Alter / Sukzession	Sukzession allgemein: HOLLIER et al. (1994) Ackerbrachen: HAHN (1995), WITSACK et al. (1995), WITSACK (1995b, 1997b) Ansaaten: MORRIS (1990) Kiefernwälder: CHUDZICKA (1995), KÖRNER et al. (2001) Hecken/Waldmäntel: SCHÄFER (1987), ACHTZIGER (1995a,b; 1998) Industriebrachen: STRAUSS & BIEDERMANN (2008) Bergbaufolgelandschaften: FUNKE & WITSACK (2002), NIEDRINGHAUS & BRÖRING (2006), ACHTZIGER & KÄSTNER (2008), KÄSTNER et al. (2012) Küstenbiotope: BRÖRING & NIEDRINGHAUS (1989b), NIEDRINGHAUS (1991)
Flächengröße	ACHTZIGER (1995a), BIEDERMANN (1997), ZABEL & TSCHARNTKE (1998)
Isolation	SCHAEFER (1973), NOVOTNÝ (1991b), NIEDRINGHAUS (1991), BIEDERMANN (1997)
Nutzungsparameter	
Nutzung / Pflege allgemein, Nutzungs-extensivierung/- änderung	BORNHOLDT (1991, 1996, 2002), ACHTZIGER & NICKEL (1997), WALTER (1998), ACHTZIGER et al. (1999a), NICKEL & ACHTZIGER (1999, 2005), BORNHOLDT (2002), BORNHOLDT et al. (2000a, b), Nickel & Hildebrandt (2003)
Renaturierung	Agrarlandschaft: NIEDRINGHAUS (1999b) Hochmoore: HILDEBRANDT et al. (1998) Bergbaufolgelandschaft: ACHTZIGER & KÄSTNER (2008), HEILMEIER et al. (2010)
Düngung / Immissionen	REMANE (1958), ANDRZEJEWSKA (1976), MÜLLER (1985), MORRIS (1991), BORNHOLDT & REMANE (1993), WIEGAND et al. (1994), HARTLEY & GARDNER (1995), NEUMANN (1996), ACHTZIGER et al. (1999a)
Mahd	BORNHOLDT (1991, 1996), ACHTZIGER et al. (1999a), vgl. auch GERSTMEIER & LANG (1996)
Beweidung	ÖKOTEAM (1999, 2005), HOLZINGER & NICKEL (2008)
Brennen	MORRIS (1975)
Mulchen	BORNHOLDT (1991, 1996)
Gehölzrückschnitt	BORNHOLDT (1991)

2.2.2 Naturschutzrelevante Parameter

Zur Bearbeitung von naturschutzfachlichen Fragestellungen sowie zur Indikation bestimmter Aspekte der Biodiversität anhand von Zikaden wird empfohlen, folgende Parameter heranzuziehen:

(a) Artenzahl, Diversität

Die Anzahl an Zikadenarten auf einer bestimmten Fläche wird durch zahlreiche Habitat- und Nutzungsfaktoren beeinflusst: Aufgrund der Nährpflanzenbindung vieler Arten wird die Zusammensetzung und die Artenvielfalt primär durch die Vegetationszusammensetzung und -struktur (Mikroklima, Kleinstlebensräume, Alter und Fitness der Pflanze) geprägt (vgl. Tabelle 5): So konnte in verschiedenen Studien eine positive Korrelation zwischen Pflanzenartenzahl bzw. Vegetationsstruktur und der Zikadenartenzahl nachgewiesen werden (z. B. MURDOCH et al. 1972, DENNO & RODERICK 1991, CHERRILL & RUSHTON 1993; DENNO 1994; ACHTZIGER 1995a, 2004). Über die Pflanzenartendiversität hinaus sind aber auch andere Faktoren von hoher Bedeutung: So ist die Präsenz oder Absenz von Zikaden auf ihren Nährpflanzen auch von Lage und Exposition, Licht-, Boden- und Wasserverhältnissen, Bestandsgröße und Lebensraumkonnektivität abhängig (vgl. Tabelle 5).

In den meisten Grünlandbiotopen der Kulturlandschaft werden allerdings die genannten Lebensraumparameter und damit die Zikaden-

gemeinschaften entscheidend durch das Nutzungsregime, insbesondere durch Düngung (verringert die Pflanzenvielfalt), Mahd und Beweidung (beeinflussen die Strukturvielfalt) gesteuert. Wie bereits von REMANE (1958) festgestellt, geht die Diversität der Zikadengemeinschaften im Grünland mit zunehmender Nutzungsintensität zurück (vgl. auch BORNHOLDT 1996, NICKEL & HILDEBRANDT 2003, NICKEL & ACHTZIGER 2005).

(b) Artenzusammensetzung und Anteile ökologischer Gruppen

Bei vergleichenden Analysen etwa der Auswirkungen unterschiedlicher Nutzungstypen auf die Lebensgemeinschaften kann – neben der qualitativen Analyse der vorhandenen Arten (ökologischer-faunistischer Vergleich) – auch die quantitative Zusammensetzung (Individuenanteile, Dominanzstruktur etc.) der Zikadengemeinschaften verschiedener Probeflächen untersucht werden (z. B. KRIEGBAUM 1996, ROTH & PETER 1996).

Differenziertere Aussagen über den Zustand eines Lebensraums anhand seiner Zikadenfauna sind außerdem unter Berücksichtigung der Kenntnisse über die ökologischen Ansprüche der vorhandenen Arten hinsichtlich Nährpflanze und Lebensraumausstattung möglich: So kann man die Zikaden des Grünlands in Gruppen unterschiedlicher Lebensstrategien einteilen, die von besiedlungsfreudigen, euryöken Pionierarten über eurytope, weitverbreitete Ar-

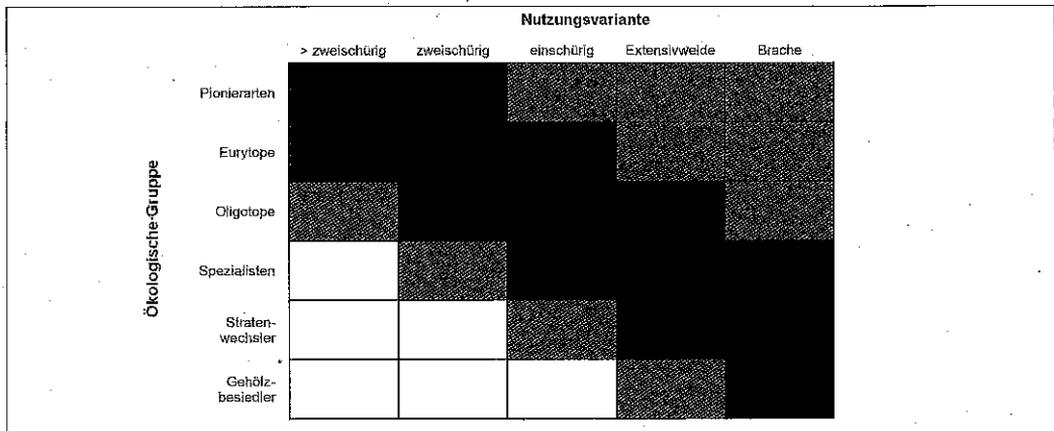


Abb. 1. Schematische Zusammenfassung der Reaktionen verschiedener Gruppen von Grünlandzikaden auf die Nutzung. Schwarz = starke Förderung, grau = geringe Förderung; weiß = Auslöschung. Kombiniert nach NICKEL & ACHTZIGER (1999, 2005), NICKEL & HILDEBRANDT (2003) und NICKEL (unveröffentlicht)

ten bis hin zu ökologisch anspruchsvolleren, in manchen Fällen auch wenig mobilen Grünlandarten und ausgesprochenen Spezialisten bzgl. Nährpflanzenangebot und/oder Mikroklima bzw. zu Gehölzbesiedlern reicht (Abb. 1). Der jeweilige Arten- und Individuenanteil dieser Gruppen verändert sich entsprechend der Toleranz gegenüber der Bewirtschaftung sowie den Ansprüchen an das Mikroklima entlang eines Extensivierungs- und Feuchtegradienten (vgl. NICKEL & ACHTZIGER 1999). Mit Abnahme der Nutzungsintensität nimmt sowohl die Anzahl als auch die Individuenzahl an stenotopen, biotopspezifischen Arten signifikant zu (z. B. NICKEL & ACHTZIGER 2005, NICKEL & HILDEBRANDT 2003, HOLZINGER & NICKEL 2008, HOLZINGER & SCHLOSSER 2013). Aus diesem Grund können Zikaden sehr gut bei Untersuchungen der Nutzungsauswirkungen im Grünland eingesetzt werden (vgl. BIEDERMANN et al. 2005). Weitere ökologische Gruppen innerhalb der Zikaden können zudem aufgrund ihrer Biotopspezifität oder der Nährpflanzenbindung (ökologische Gilden) gebildet werden (s. WALTER 1998). Für Prärieflächen in Nordamerika haben WALLNER et al. (2013) einen Index zur Beurteilung der Lebensraumqualität entwickelt, der auf den folgenden sechs bionomisch-ökologischen Eigenschaften von Zikadenarten beruhen: Nahrungspflanzenspezifität, Generationenzahl, Überwinterungstyp, Mikrohabitat, Flügelänge und Habitatreue.

(c) Dominanzstruktur und deren Veränderungen

Die relative Häufigkeit (Dominanzwert) der einzelnen Art, insbesondere im Vergleich zu den anderen Arten (Rang), kann einen wertvollen Indikator für die Stellung der Art in der Lebensgemeinschaft darstellen. Wie bereits in der grundlegenden Arbeit von MÜLLER et al. (1978) zur Strukturanalyse von Zikaden auf Trockenrasen gezeigt, können daher über die vergleichende Analyse der Dominanzstrukturen bzw. der Arten-Abundanzkurven (z. B. Achtziger et al. 1992, Tokeshi 1993) in Raum und Zeit wichtige Aussagen über Veränderungen von Lebensräumen gemacht werden. Unabdingbare Voraussetzung dafür ist eine quantitative Erfassung (s. Witsack 1975, vgl. 2.1.2.c).

(d) Vollständigkeitsgrad des Artenbestandes

Bei der vergleichenden Bewertung von Biotopen kann auch der Grad der Vollständigkeit des Artenbestands eingesetzt werden, also das Verhältnis der vorhandenen zu den potentiell zu erwartenden Arten, ein Ansatz, der von REMANE & REIMER (1989) entwickelt wurde (vgl. auch HILDEBRANDT 1995a, NIEDRINGHAUS 1999a). Zikaden sind für solche Auswertungen in besonderem Maße geeignet, da ihr hoher Anteil an Habitat- und Nährpflanzenspezialisten einen relativ leichten und sicheren Abgleich zwischen Lebensraum und dem potentiellen Artenbestand ermöglicht (NIEDRINGHAUS 1999b). Zur Ermittlung des potentiellen Artenspektrums können die für alle Pflanzenfamilien vorliegenden Tabellen der Zikadengilden (NICKEL 2003), die Listen der Arten für Lebensräume (Tab. 4, ebenso NICKEL et al. 2002) und die Artenlisten der Bundesländer Deutschlands (NICKEL & REMANE 2003 und spätere Neufassungen) und Österreichs (HOLZINGER 2009b) herangezogen werden.

(e) Präsenz gefährdeter und besonderer Arten

Bei der naturschutzfachlichen Bewertung von Gebieten wird die Präsenz, Häufigkeit und Anzahl von seltenen, gefährdeten und/oder endemischen Arten als Kriterium verwendet (vgl. RIECKEN 1992). Bei vorhandenen Roten Listen (s. Tabelle 2) ist dies auch für Zikaden sehr zu empfehlen (z. B. HOLZINGER & NICKEL 2008). Einen besonders hohen Wert aus naturschutzfachlicher Sicht stellen dabei die Vorkommen „außergewöhnlicher“ Arten dar, denen in einer Landschaft oder in einer Region (Bundesland, Land) eine besondere Bedeutung zukommt, weil sie (nur noch) in wenigen Gebieten oder an besonderen Standorten vorkommen (vgl. auch wertbestimmende Flächenmerkmale in HOLZINGER 2010). Lebensräume mit solchen Arten sind entsprechend als besonders schützenswert anzusehen.

(f) Weitere Parameter und Einsatzmöglichkeiten für Zikaden im Natur- und Umweltschutz

Weitere Einsatzmöglichkeiten von Zikaden als Indikatoren betreffen Luftverschmutzung und Schwermetallbelastung: An Xylem saugende Zikaden (z. B. Schaumzikaden) können zum

Beispiel als Bioindikatoren für Schwermetallbelastung (z. B. mit Cadmium) fungieren, da diese wie andere Spurenelemente im Xylem transportiert und in den Zikaden angereichert werden können (WISSUWA 2005, unpubl.; WISSUWA et al. 2006). Zur Dokumentation der ökologischen Auswirkungen von Luftverschmutzung wurde die relative Häufigkeit verschiedener Farbmorphen bei Schaumzikaden herangezogen (LEES & DENT 1983, WILSON et al. 2011).

3 Beispiele für den Einsatz von Zikaden als Biodiversitätsindikatoren und zur natur-schutzfachlichen Flächenbewertung

3.1 Zikaden als Biodiversitätsindikatoren in der Bergbaufolgelandschaft (Deutschland)

Bei der Untersuchung des Renaturierungserfolgs in der Bergbaufolgelandschaft des Braunkohletagebaus Nochten bei Weißwasser (Sachsen, Deutschland) wurden – neben der

Vegetation und den Wanzen (Heteroptera) – auch die Zikaden als Indikatoren für die Entwicklung der Biodiversität erfasst und analysiert (KÄSTNER 2008, KÄSTNER et al. 2012). Mit Hilfe standardisierter Kescherfänge wurden die Zikadengemeinschaften auf 11 Kippenflächen (ehemaliger Tagebau) und 5 ungestörten Referenzflächen (außerhalb des Tagebaus) mit den folgenden vier unterschiedlichen Vegetationstypen bzw. Sukzessionsstadien erfasst (vgl. KÄSTNER 2007, unpubl.):

- Flächen mit hohen Anteilen offenen Sandbodens und Silbergras (*Corynephorus canescens*) (Flächenkürzel Cc, RCc)
- Flächen mit mittleren Anteilen offenen Sandbodens und bewachsen mit einer Mischung aus Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*) (Cv, RCv)
- Flächen mit geringen Anteilen offenen Sandbodens und dominiert durch Land-Reitgras (*C. epigejos*) (Ce, RCe),

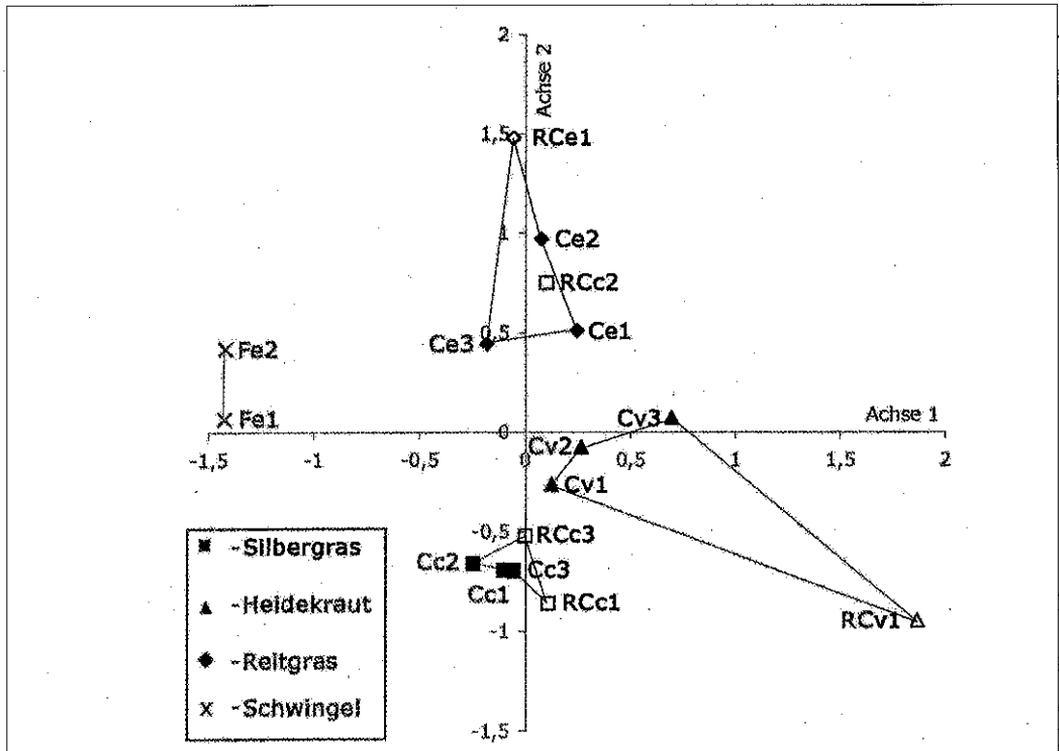


Abb. 2. NMS-Ordinierung der Zikadengemeinschaften der Probestellen entsprechend der vier Vegetationsstadien (Silbergras Cc, RCc, Heidekraut/Land-Reitgras Cv, RCv, Land-Reitgras Ce, RCe; Schwingel-Ansatz Fe); schwarz ausgefüllte Symbole: Kippenflächen (Cc, Ce, Cv, Fe), nicht ausgefüllte Symbole: Referenzflächen (RCc, RCe, RCv) (verändert nach KÄSTNER 2007, unpubl.).

- Schwingel-Ansaatflächen (*Festuca ovina* etc.) (Fe).

Unter den insgesamt 39 nachgewiesenen Zikadenarten waren 17 Arten (44 %) der Roten Liste Deutschlands (REMANE et al. 1998) bzw. Sachsens (WALTER et al. 2003). Als außergewöhnliche Arten, die nur (noch) an wenigen Sonderstandorten in Deutschland vorkommen sind *Handianus ignoscus* und *Pinumius areatus* sowie *Rhytistylus proceps* zu bezeichnen.

Eine NMS-Ordination (non-metrical multidimensional scaling) der Gemeinschaften an den verschiedenen Probestandorten in Abb. 2 zeigt, dass sich Vorkommen und Häufigkeit der Zikadenarten entsprechend der jeweiligen Nährpflanzen- und Habitatansprüche (Vegetationsstruktur, Mikroklima) zwischen den Flächen und Vegetationstypen differenzierten. So dominierte *Psammotettix excisus* auf den Flächen mit Silbergras, *R. proceps*, *P. areatus*, *Psammotettix pallidinervis* waren dagegen auf die angesäten *Festuca*-Streifen beschränkt. Aufgrund dieser Differenzierung der Zikadenarten bzgl. der Vegetations- und Sukzessionsstadien konnte für jeden Vegetationstyp eine spezifische Zikadenzusammensetzung festgestellt werden, zum Teil mit Unterschieden zwischen Kippenflächen und Referenzflächen (z. B. Cv – RCv, Abb. 2). Lediglich die durch höhere Deckungen von Land-Reitgras geprägte Referenzfläche RCc2 ähnelte in ihrer Zikadenartenzusammensetzung eher den Reitgras- als den Silbergras-Flächen.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass die Zikadengemeinschaften sensible Indikatoren für die Entwicklung der Biodiversität bezogen sowohl auf die Habitatdiversität als auch auf die Artenvielfalt in Bergbaufolgelandschaften darstellen (ACHTZIGER & KÄSTNER 2008, vgl. auch FUNKE & WITSACK 1998, 2002). Zur Erhaltung der Biodiversität in solchen Bergbaufolgelandschaften ist es zum einen notwendig, ein heterogenes Habitatmosaik aus unterschiedlichen Vegetationstypen und Sukzessionsstadien insbesondere des Offenlands zu etablieren und längerfristig zu erhalten. Zum anderen kommt der Erhaltung „extremer“, vegetationsarmer und magerer Standorte wie sie die schütter bewachsenen Silbergrasflächen oder Sand-

trockenrasen darstellen eine herausragende Bedeutung für die Erhaltung der außergewöhnlichen, ökologisch spezialisierten Arten zu (vgl. Funke & Witsack 2002).

Die hier vorgestellten Ergebnisse entsprechen auch den Erkenntnissen, die bei Untersuchungen in den Jahren 1995 bis 1996 und 2001 bis 2003 in sieben ehemaligen Tagebaugebieten der Niederlausitz im benachbarten Brandenburg erzielt wurden (s. BRÖRING et al. 2005, NIEDRINGHAUS & BRÖRING 2006): Von den insgesamt 101 erfassten Zikadenarten waren etwa 25 % bundesweit gefährdet. Die höchste Diversität, v. a. im Hinblick auf gefährdete Arten, zeigten die xerothermen, spärlich bewachsenen Grasbiotope. Erhebliche Besiedlungsdefizite wiesen die Aufforstungen (auch ältere) auf, wobei Eichen-Bestände (v. a. Roteiche, *Quercus rubra*) nahezu zikadenleer waren. Für den Schutz und die Förderung des Zielindikators „phytophage Insektenfauna“ am Beispiel der Zikaden ist daher ein Erhalt der Offenlandflächen, insbesondere der extremen Standorte, die oftmals durch Eutrophierung, Sukzession oder Aufforstung gefährdet sind, in den Bergbaufolgelandschaften notwendig (FUNKE & WITSACK 2002, KÄSTNER et al. 2012).

3.2 Zikaden als Indikatoren bei der Erfolgskontrolle von Naturschutzmaßnahmen

(a) Zikaden als Indikatoren für den Maßnahmen Erfolg bei Salzwiesen-Rückdeichung (Deutschland): Bei der Untersuchung einer rückgedeichten Salzwiese auf der ostfriesischen Insel Langeoog wurde bereits 2 Jahre nach der Maßnahme ein Großteil der salzwiesentypischen Vertreter in stabilen Populationen festgestellt (LIECKWEG & NIEDRINGHAUS 2010). Im Vergleich zu anderen Arthropodengruppen (Spinnen, Laufkäfer, Wanzen) war der Besiedlungsstand der Zikaden auf den rückgedeichten Flächen höher. Dies mag in erster Linie an dem hohen Dispersionsvermögen vieler Arten liegen, das eine rasche und effiziente Besiedlung neuer Flächen zur Folge hat.

(b) Zikaden als Erfolgsindikatoren der Naturschutzmaßnahme „Hutweide“ im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel (Österreich) (s. HOLZINGER & NICKEL 2008): Dort wurde im Jahr 1997 die Hutweide als Naturschutzmaßnahme

zur Pflege von Salzstandorten wieder eingeführt. Als eine der Indikatorgruppen zur naturschutzfachlichen Evaluierung dieser Maßnahme wurden Zikaden eingesetzt. Die Untersuchungen fanden vier und fünf Jahre nach Maßnahmenbeginn an fünf Standorten statt. An jedem Standort wurde die Zikadenfauna von drei Zonen (Zone 1 – Halbtrockenrasen, Zone 2 – wechselfeuchtes Grünland, Zone 3 – feuchte bis nasse Uferbereiche) in jeweils beweideten und unbeweideten Bereichen mittels Barberfallen und Kescherfängen erfasst. Zur Beurteilung der naturschutzfachlichen Wertigkeit wurden Individuenzahl, Artenzahl und Zahl wertbestimmender (Rote-Liste-)Arten herangezogen.

Insgesamt wurden fast 3000 Individuen aus 75 Arten erfasst. Die Ergebnisse zeigen, dass

sich extensive Beweidung bei den Halbtrockenrasen zumeist positiv auf den naturschutzfachlichen Wert der Zikadenfauna auswirkt, in nassen Bereichen dagegen die – hier vermutlich zu intensive – Beweidung ungünstige Effekte auf den naturschutzfachlichen Wert der Zikadenfauna und die Biodiversität zeigt (vgl. HOLZINGER & NICKEL 2008, Abb. 3).

(c) Zikaden als Differentialarten unterschiedlicher Pflegeregime (NICKEL 2013): Eine Pilotstudie zum Vergleich von Extensivweiden und Streuwiesen in Oberschwaben zeigte, dass sich die Zikadengemeinschaften sehr deutlich unterschieden (s. Tab. 6). Dabei standen insgesamt 24 Wiesenflüchtern (einschl. 7 Rote-Liste-Arten) nur 8 Weideflüchter (einschl. 4 Rote-Liste-Arten) gegenüber. Diese anhand nur we-

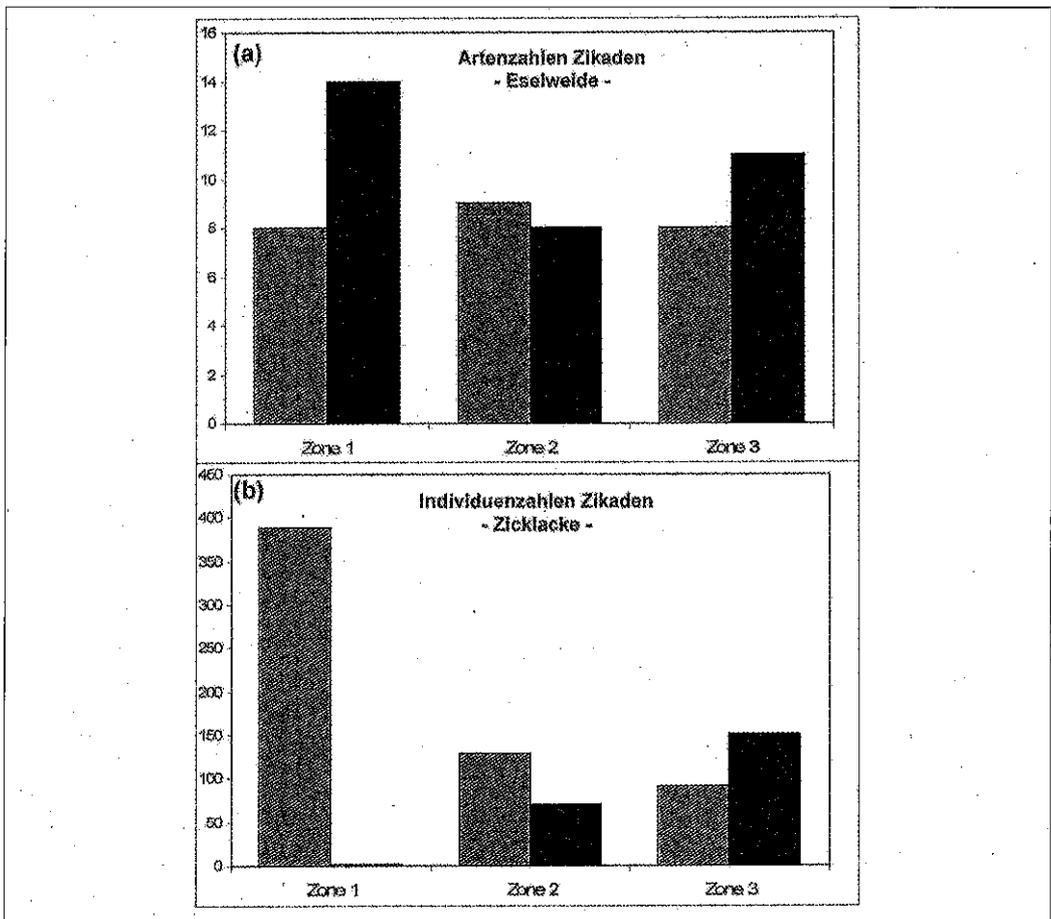


Abb. 3 (a) Zikaden-Artenzahlen aus Barberfallenfängen in beweideten (hell) und unbeweideten Teilbereichen (dunkel) der Eselweide südwestlich Illmitz; (b) Zikaden-Individuenzahlen aus Barberfallenfängen in beweideten (hell) und unbeweideten Flächen (dunkel) an der Zicklacke bei Illmitz. Zone 1 = Halbtrockenrasen; Zone 2 = wechselfeuchtes Grünland; Zone 3 = Gewässerufer

Tabelle 6. Vorläufige Liste von Differentialarten von Zikaden auf Extensivweiden und Streuwiesen in Oberschwaben (nach NICKEL 2013). Angegeben sind die Fangsummen derjenigen Zikadenarten, die nur oder fast nur auf einer der beiden Pflegevarianten vorkamen. Gefährdungsangaben nach der Roten Liste der Zikaden Deutschlands (Nickel et al., 2014). Aussagen anderer Studien: ! = Bestätigung, ? = Hinweise

Art	Weide Mitte	Weide Nord II	Weide Nord I	Weide West	Weide Südost	Weide neu	Streuwiese Süd	Streuwiese Südost	Saumbereiche	Rote Liste	Aussagen anderer Studien
Potentielle Wiesenflüchter											
<i>Kelisia punctulum</i> (Kbm.)	14			27	1				2	V	?
<i>Stenocranus major</i> (Kbm.)	4				1						!
<i>Megamelus notula</i> (Germ.)	98	4	4	3	3			2	1		?
<i>Conomelus anceps</i> (Germ.)	64	11	7	41	429			3			
<i>Delphacodes venosus</i> (Germ.)	16	32		7	44				56		?
<i>Delphacodes capnodes</i> (Scott)				2					36	2	!
<i>Muellerianella brevipennis</i> (Boh.)	10	20			42						
<i>Acanthodelphax denticauda</i> (Boh.)		20	5		45					V	!
<i>Struebingianella lugubrina</i> (Boh.)	1	2			2				3	V	
<i>Xanthodelphax flaveola</i> (Fl.)					3					1	!
<i>Xanthodelphax xantha</i> Vilb.					5				2	2	
<i>Javesella obscurella</i> (Boh.)	2				6	16					
<i>Philaenus spumarius</i> (L.)	16	37	35	5	13	13					?
<i>Macropsis impura</i> (Boh.)				1					3	2	!
<i>Anoscopus flavostriatus</i> (Don.)	3	2	1	4	12	1		4			!
<i>Stroggylocephalus livens</i> (Zett.)			5	5					3	2	!
<i>Eupteryx signatipennis</i> (Boh.)	1										!
<i>Macrosteles septemnotatus</i> (Fall.)	5			1	3						!
<i>Cicadula frontalis</i> (H.-S.)	20				4					V	
<i>Cicadula flori</i> (J. Shlb.)	26									V	!
<i>Cicadula saturata</i> (Edw.)	1		1							3	!
<i>Streptanus confinis</i> (Reut.)	1	1			9					3	!
<i>Errastunus ocellaris</i> (Fall.)		1			1	9			5		
<i>Arthaldeus pascuellus</i> (Fall.)	30	149	21	11	140	11		3	11		
Potentielle Weideflüchter											
<i>Kelisia pallidula</i> (Boh.)			1				29	2		3	
<i>Kelisia ribauti</i> W.Wg.								9		3	
<i>Ommatidiotus dissimilis</i> (Fall.)							29			2	
<i>Recilia coronifer</i> (Marsh.)							1	6			
<i>Ophiola russeola</i> (Fall.)							16		2	V	
<i>Psammotettix cephalotes</i> (H.-S.)							11			V	
<i>Jassargus sursumflexus</i> (Then)				3			198	9	1	V	
<i>Sorhoanus schmidti</i> (W.Wg.)			1				51	2		2	!

niger Flächen gewonnenen Aussagen bedürfen allerdings der Überprüfung, um die Belange des zoologischen Artenschutzes stärker in örtliche Pflegekonzepte zu integrieren und um regional die maximale Diversität zu schützen.

(d) Zikaden in der halboffenen Weidelandschaft in Thüringen (NICKEL in Vorb.): Im Vorland des nördlichen Thüringer Waldes fand eine Zikaden-Ersterfassung in einer großflächig extensiv und ganzjährig mit Rindern und Konik-Pferden (0,5 GVE/ha) beweideten Landschaft statt. Untersucht wurde (i) eine junge Weide, die bis 4 Jahre vor der Aufnahme konventionell beackert wurde, (ii) eine frühere Intensivwiese, die seit etwa 10 Jahren beweidet und gelegentlich gemäht wird, mit noch existierenden Drainagen, (iii) wie ii, aber mit verschlossenen Drainagen und vereinzelt Gehölzaufwuchs, und (iv) eine Waldweide mit ursprünglichem Feuchteregime, die vermutlich nie gemäht wurde und seit vielen Jahrzehnten allenfalls extensiv beweidet wird.

Im Ergebnis zeigte sich mit zunehmender Extensivierung ein geradezu dramatischer An-

stieg nicht nur der Gesamtartenzahlen, die in der Weidelandschaft 7mal so hoch lag wie in der ehemaligen Ackerbrache, sondern auch eine enorme Diversifizierung der ökologischen Gruppen (Abb. 4): Stärker spezialisierte Arten (Oligotope, Stenotope und Gehölzbesiedler) kamen in insgesamt 127 Arten in der Weidelandschaft vor. Auf der ehemaligen Ackerbrache kamen hingegen nur 6 Oligotope vor und die Stenotope und Gehölzbesiedler fehlten gänzlich. Rote-Liste-Arten fehlten gänzlich auf dem ehemaligen Acker und der trockenen Weide. Auf der wiedervernässten Weide kamen 2 Arten, in der Weidelandschaft hingegen 26 vor, darunter selbst solche der Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht):

Das Ergebnis zeigt, dass das landschaftspflegerische Szenario „Halboffene Weidelandschaft“ (vgl. REISINGER & LANGE 2005, BUNZELDRÜKE et al. 2008) ein enormes Potential für den Artenschutz hat, weil sie auf engstem Raum die Existenz fast aller regional vorkommender Graslandarten und Gehölzbesiedler fördert, einschließlich vom Aussterben bedrohter Arten.

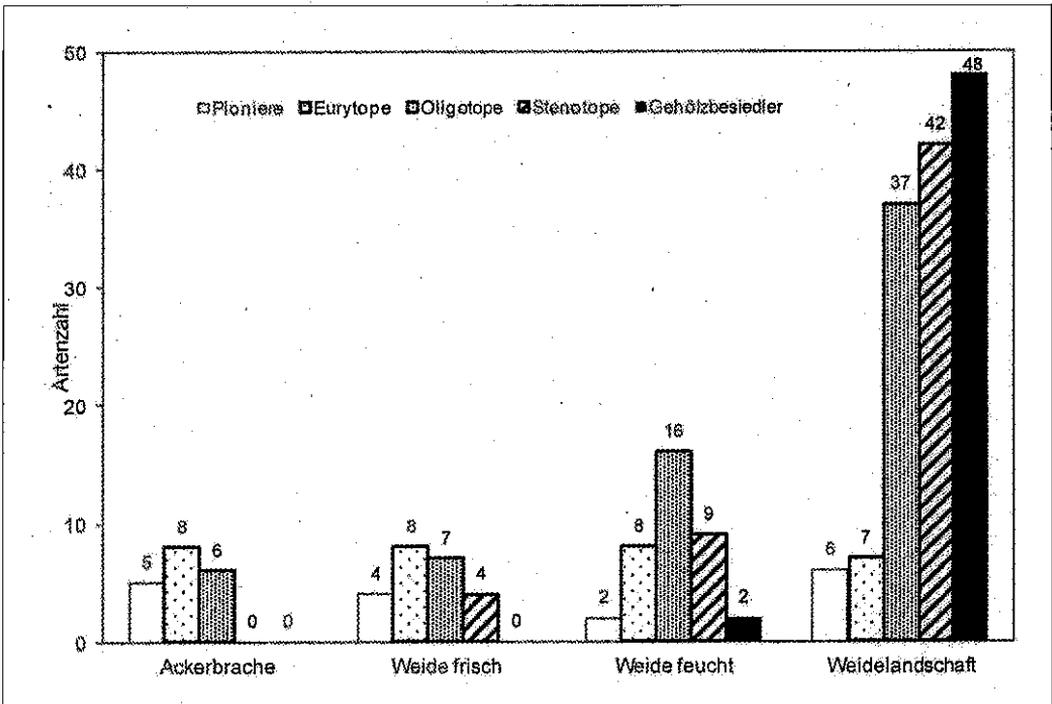


Abb. 4: Anzahl an Zikadenarten mit unterschiedlicher ökologischer Spezialisierung (Pionierarten, Eurytope, Oligotope, Stenotope, Gehölzbesiedler) auf den verschiedenen Nutzungstypen

4 Folgerungen und Ausblick

Die vorangegangenen Zusammenstellungen und Ausführungen verdeutlichen, dass Zikaden bei unterschiedlichsten Fragestellungen der Naturschutzforschung sowie als Indikatoren für die Biodiversität und zur naturschutzfachlichen Bewertung insbesondere in Grünland- und Offenlandökosystemen eingesetzt werden können. Im Vergleich zu anderen Insektengruppen weisen die Zikaden dabei folgende Vorteile auf:

- (1) Aufgrund ihrer differenzierten Habitat- und Nährpflanzenbindung und ihrer kleinräumigen Raumnutzung sind – im Gegensatz zu mobileren Artengruppen – „parzellenscharfe“ und sehr kleinflächige Aussagen zum Biotopzustand möglich.
- (2) Aufgrund ihrer hohen Arten- und Individuenzahl und der guten Erfassbarkeit sind fundierte naturschutzfachliche Aussagen auch in Lebensräumen möglich, die von anderen Insektengruppen (z. B. Heuschrecken) nur von relativ wenigen Arten besiedelt werden (z. B. montane Magerrasen, Moore).
- (3) Als rein phytophage Artengruppe reagieren die Zikaden(gemeinschaften) insgesamt einheitlicher und auch unmittelbarer auf Veränderungen ihres Lebensraums und der Vegetation als Gruppen mit unterschiedlichen Ernährungsweisen (z. B. Wanzen) oder räuberische Arten (z. B. Laufkäfer). Dagegen haben ökologisch diversere Gruppen wie die Wanzen Vorteile bei der Verwendung als Surrogate für die gesamte Biodiversität (s. DUELLI & OBRIST 1998, wobei die Zikaden in dieser Studie allerdings nicht berücksichtigt wurden; ACHTZIGER et al. 2007).

Der indikatorische Mehrwert durch die Verwendung von Zikaden bei der Lebensraumbewertung gegenüber Untersuchungen, die lediglich auf Pflanzenarten bzw. der Vegetation beruhen, ergibt sich aus folgenden Gründen (vgl. auch PLACHTER et al. 2002: 128):

- (1) Zikadenarten und -gemeinschaften reagieren mit ihrer Zusammensetzung (Vorkommen und Häufigkeit der einzelnen Arten) deutlich rascher auf Veränderungen der Le-

bensraumqualität (inkl. der Pflanzenqualität) als die Zusammensetzung der Vegetation (z. B. REMANE 1958, HILDEBRANDT 1990).

- (2) Mittels Zikaden sind Aussagen über Lebensraum- und Landschaftseigenschaften möglich, die aus Biotopkartierungen oder Vegetationsuntersuchungen nicht erbracht werden können. Hierzu gehören insbesondere die unter 2.2.2 (a) genannten Biotopeigenschaften, spezielle Beeinträchtigungen (Störung, Tötung) für die Tiere (z. B. Lärm, direkte Dezimierung durch Saugmahd, Produktion von Siloballen) sowie räumlich-funktionale Beziehungen innerhalb der Landschaft (z. B. Fragmentierungs- und Isolationseffekte, z. B. BIEDERMANN 1997).

Für eine Erweiterung der Kenntnisse zu Vorkommen und Häufigkeit von Zikadenarten wäre ein flächenhaftes und längerfristiges Monitoring nötig. Die dabei erhaltenen Daten werden z. B. benötigt

- zur Dokumentation der Ausbreitung von einwandernden Arten und zur Dokumentation der Verbreitung von heimischen Arten mit Schadpotential. Beispiele: Büffelzikade *Stictocephala bisonia* (s. SCHEDI 1991, 1995; KLAUS et al. 2007, WORSCHSCH 2008, LANDECK 2011, ŚWIERCZEWSKI & STROIŃSKI 2011), Winden-Glasflügelzikade *Hyalesthes obsoletus* (SERGEL 1986, DER et al. 2009, BREUER & MICHL 2010), Bläulingszikade (*Metcalfa pruinosa*, z. B. STRAUSS 2010), Amerikanische Rebzikade (*Scaphoideus titanus*, z. B. SELJAK 2008) und
- zur Erstellung von Gefährdungsanalysen und zur Fortschreibung der Roten Listen sowie zur Ausarbeitung gezielter Artenhilfsprogramme (z. B. STRAUSS & BIEDERMANN 2005, NICKEL et al., 2014).

Auf dieser Grundlage können Zikaden auch als Indikatoren bei der Beurteilung der Auswirkungen großräumiger Landschaftsveränderungen im Zuge des landwirtschaftlichen Strukturwandels und des Klimawandels auf die Lebensgemeinschaften und die biologische Vielfalt eingesetzt werden (z. B. BIEDERMANN et al. 2005).

5 Zusammenfassung

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Grundlagen und die Möglichkeiten für den Einsatz der Insektengruppe der Zikaden (Auchenorrhyncha) als Indikatoren für die Biodiversität und zur naturschutzfachlichen Bewertung (Zustandsindikation, Vorhabensbewertung, Erfolgskontrolle). Die Eignung der Zikaden als naturschutzrelevante Indikatoren ergibt sich zum einen aus ihrer insgesamt überschaubaren, aber für quantitative Untersuchungen ausreichend hohen Arten- und Individuenzahl in allen terrestrischen Biotoptypen (insbesondere Grünlandökosystemen), ihrer differenzierten Bindung an Habitat, Mikroklima und Nährpflanzen, ihrer kleinräumigen und raschen Reaktion auf Veränderungen des Lebensraums und ihrer guten Erfassbarkeit und Bestimmbarkeit (einschl. Larven) anhand aktueller und moderner Bestimmungsliteratur. Aus Basis einer Literatursauswertung werden die für naturschutzfachliche Aussagen notwendigen Kenntnisse zur Ökologie der Arten, zur Zikadenfauna verschiedener Biotoptypen und zur Struktur von Zikadengemeinschaften und die sie beeinflussenden Faktoren tabellarisch zusammengestellt. Auf dieser Grundlage werden relevante Bewertungskriterien (Artenzahl, Artenzusammensetzung, ökologische Gruppen, Dominanzstruktur, Vollständigkeitsgrad des Artenbestandes und Anzahl gefährdeter Arten) im Rahmen naturschutzfachlicher Untersuchungen vorgestellt und ihr Einsatz anhand von konkreten Fallbeispielen zur Indikation der Entwicklung der Biodiversität und der naturschutzfachlichen Erfolgskontrolle demonstriert.

6 Danksagung

Für verschiedene Hinweise und viele fruchtbare Diskussionen danken wir Werner Schulze, Bielefeld, Dr. Sabine Walter, Hartha und Dr. Robert Biedermann, Frauenau sowie den Mitgliedern des Arbeitskreises Mitteleuropäische Zikaden. Unserem geschätzten Kollegen Doz. Dr. Werner Witsack, Halle/Saale danken wir für wertvolle Hinweise zur quantitativen Erfassung und Analyse von Zikadengemeinschaften als Basis für die Bewertung von Lebensräumen.

Herrn Dr. Jürgen Deckert, Berlin danken wir für die Möglichkeit der Publikation der Arbeit und die gute Zusammenarbeit.

7 Literatur

- ACHTZIGER, R. (1991): Zur Wanzen- und Zikadenfauna von Saumbiotopen – eine ökologisch-faunistische Analyse als Grundlage für eine naturschutzfachliche Bewertung. – *Berichte ANL (Laufen/Salzach)* 15, 37-68.
- ACHTZIGER, R. (1995a): Die Struktur von Insektengemeinschaften an Gehölzen: Die Hemipteren-Fauna als Beispiel für die Biodiversität von Hecken und Waldrandökosystemen. – *Bayreuther Forum Ökologie (bfö)* 20, 216S.
- ACHTZIGER, R. (1995b): Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha) an neu angelegten Waldrändern – Erste Ergebnisse zur Besiedelung und Sukzession in Strauch- und Krautschicht. – *Berichte I. Auchenorrhyncha-Tagung (Halle/S.)*, 45-59.
- ACHTZIGER, R. (1997): Organization patterns in a tritrophic plant-insect system: Hemipteran communities in hedges and forest margins. – In: DEITNER, K., BAUER, G., & VÖLKL, W. (Hrsg.) (1997): Vertical food web interactions – evolutionary patterns and driving forces. – *Ecological Studies* 130, Springer Verlag, Heidelberg, 277-297.
- ACHTZIGER, R. (1998): Besiedlungsdynamik von Hemipteren-Gemeinschaften an regenerierten Waldrändern. – *Verh. Ges. Ökol.* 28, 281-289.
- ACHTZIGER, R. (1999): Möglichkeiten und Ansätze des Einsatzes von Zikaden in der Naturschutzforschung. – *Reichenbachia* 33(23), 171-190.
- ACHTZIGER, R. (2004): Die Beziehung zwischen Pflanzendiversität und lokaler Zikadenartenzahl. – In: HOLZINGER, W., & ZETTEL, H.: Bericht über die „11. Mitteleuropäische Zikadentagung“ im Naturhistorischen Museum Wien, 27.-29. August 2004. – *Beiträge zur Entomofaunistik* 5, 140 (Wien).
- ACHTZIGER, R., & KÄSTNER, A., (2008): Zikadengemeinschaften als Indikatoren für die Entwicklung der Biodiversität in der Bergbaufolgelandschaft in Ost-Sachsen (Deutschland). – *DGaaE-Nachrichten* 22(1), 56-57.
- ACHTZIGER, R., & NICKEL, H., (1997): Zikaden als Bioindikatoren für naturschutzfachliche Erfolgskontrollen in Feuchtgrünlandgebieten. – *Beitr. Zikadenkd.* 1(1997), 2-16.
- ACHTZIGER, R., NIGMANN, U. & ZWÖLFER, H. (1992): Rarefaction-Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten bei der zooökologischen Zustandsanalyse und Bewertung von Biotopen. – *Z. Ökologie u. Naturschutz* 1, 89-105.
- ACHTZIGER, R., & SCHOLZE, W. (1996): Ökologische Untersuchungen zur Wanzen- und Zikadenfauna des Naturschutzgebietes „Sippenauer Moor“, Lkr. Kelheim. – *Acta Albertina Ratisbonensia* 50(1), 115-141.
- ACHTZIGER, R., & TAUTENHAHN, S. (2006): Wanzen- und Zikadenarten des Campus der TU Bergakademie Frei-

- berg. – Mitteilungen des Naturschutzinstitutes Freiberg, Heft 2, 29-37.
- ACHTZIGER, R., FRIEB, T., & RABITSCH, W. (2007): Die Eignung der Wanzen (Heteroptera) als Indikatoren im Naturschutz. – *Insecta* 10, 5-39.
- ACHTZIGER, R., DYNORT, P., NIGMANN, U., BÜCKLE, C., CHEN, P.-P., KUNZ, G., NIESER, N., TRIVELLONE, V. & WITSACK, W. (2011): Zur Zikadenfauna in der Weinlandschaft um Öhringen (Baden-Württemberg, Deutschland). – *Cicadina* 12, 107-114.
- ACHTZIGER, R., NICKEL, H., & SCHREIBER, R. (1999a): Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf Insektengemeinschaften des Feuchtgrünlands – Ökologische Untersuchungen zur Erfolgskontrolle anhand von Zikaden, Wanzen, Heuschrecken und Tagfaltern. – *Schriftenr. Bayer. Landesamt für Umweltschutz* 150 – Beiträge zum Artenschutz 22, 109-131.
- ACHTZIGER, R., NIGMANN, U., RICHERT, E., & SCHOLZE, W. (1999b): Ökologische Untersuchungen zur Erfolgskontrolle und naturschutzfachlichen Bewertung von Streuobstbeständen – Durchführungskonzept und erste Ergebnisse. – *Schriftenr. Bayer. Landesamt für Umweltschutz* 150 – Beiträge zum Artenschutz 22, 227-243.
- ACHTZIGER, R., STICKROTH, H., & ZIESCHANK, R. (2004): Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt – ein Indikator für den Zustand von Natur und Landschaft in Deutschland. – *Angewandte Landschaftsökologie* 63, 137 S.
- ANDRZEJEWSKA, L. (1976): The effect of mineral fertilization of a meadow on the Auchenorrhyncha (Homoptera) fauna. – *Pol. Ecol. Stud.* 2(4), 111-127.
- BIEDERMANN, R. (1997): Populationsökologische Untersuchungen an Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha): zum Einfluß von Habitatqualität, Habitatgröße und Isolation auf das Vorkommen und Überleben von Populationen. – Dissertation, Universität Mainz, 102S.
- BIEDERMANN, R. (1998): Populationsökologie der Blutzikade *Cercopis sanguinolenta* (Scopoli, 1763) (Homoptera, Cercopidae). – *Beiträge zur Zikadenkunde* 2, 57-66.
- BIEDERMANN, R. (2002): Mating success in the spittlebug *Cercopis sanguinolenta* (Scopoli, 1763) (Homoptera, Cercopidae): the role of body size and mobility. – *Journal of Ethology* 20, 13-18.
- BIEDERMANN, R. (2003): Aggregation and survival of *Neophilaenus albipennis* (Hemiptera, Cercopidae) spittlebug nymphs. – *European Journal of Entomology* 100, 493-499.
- BIEDERMANN, R. (2004): Patch occupancy of two hemipterans sharing a common host plant. – *Journal of Biogeography* 31, 1179-1184.
- BIEDERMANN, R., & NIEDRINGHAUS, R. (2004): Die Zikaden Deutschlands – Bbestimmungstabellen für alle Arten. – *WABV, Schaeßel*, 409 S.
- BIEDERMANN, R., & NIEDRINGHAUS, R. (2009): The Plant and Leafhoppers of Germany – Identification key to all species. – *WABV, Schaeßel*, 409 S.
- BIEDERMANN, R., ACHTZIGER, R., FREESE, E., NICKEL, H., STOCKMANN, M., WALTER, S., & WITSACK, W. (2009): Zur Zikadenfauna des Großen Arber im Bayerischen Wald (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – *Cicadina* 10, 113-118.
- BIEDERMANN, R., ACHTZIGER, R., NICKEL, H., & STEWART, A. J. A. (2005): Conservation of grassland leafhoppers: a brief review. – *Journal of Insect Conservation* 9, 229-243.
- BIEMAN, K., DEN, BIEDERMANN, R., NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2011): The Planthoppers and Leafhoppers of Benelux. – *Cicadina*, Supplementband 1.
- BITTNER, C., & REMANE, R. (1977): Beitrag zur Kenntnis der Zikadenfauna (Homoptera, Auchenorrhyncha), Cicadina des Roten Moores / Rhön. – *Beitr. Naturkunde Osthessen*, Heft 11/12, 141-162.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2007): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt. – Broschüre, 180 S.
- BORNHOLDT, G. (1991): Auswirkungen der Pflegemaßnahmen Mahd, Mulchen, Beweidung und Gehölzschnitt auf die Insektenordnungen Orthoptera, Heteroptera, Auchenorrhyncha und Coleoptera der Halbtrockenrasen im Raum Schlüchtern. – *Marburger Entom. Publ.* II/6, 1-330.
- BORNHOLDT, G. (1996): Die Zikadenfauna unterschiedlich gepflegter Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen in der Hohen Rhön. – *Berichte 2. Auchenorrhyncha-Tagung (Marburg)*, 5-14.
- BORNHOLDT, G. (2002): Untersuchungen zum Einfluss von Düngung und Nutzungsaufgabe auf die Zikadenfauna von Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen. – *Beiträge zur Zikadenkunde* 5, 14-26.
- BORNHOLDT, G., & REMANE, R. (1993): Veränderung im Zikadenartenbestand eines Halbtrockenrasens in der Eifel (Rheinland-Pfalz) entlang eines Nährstoffgradienten – *Z. Ökologie u. Naturschutz* 2, 19-29.
- BORNHOLDT, G., BRAUN, H., & KRESS, J. (2000a): Erfolgskontrollen im abgeschlossenen Naturschutzgroßprojekt „Hohe Rhön/Lange Rhön“. – *Angewandte Landschaftsökologie* 30, 261 S.
- BORNHOLDT, G., HAMM, S., KRESS, J. C., BRENNER, U., & MALTEN, A. (2000b): Zoologische Untersuchungen zur am Beispiel von Borstgrasrasen und Goldhaferwiesen in der Hohen Rhön. – *Angewandte Landschaftsökologie* 39, 237 S.
- BREUER, M., & MICHL, G. (2010): Geographical distribution of "bois noir" and *Hyalesthes obsoletus* in Baden (SW Germany). – *DGaaE-Nachrichten* 24(1), 34-35.
- BRÖRING, U., & NIEDRINGHAUS, R. (1988): Zur Zusammensetzung der Wanzen- und Zikadenfauna (Hemiptera: Heteroptera, Auchenorrhyncha) naturnaher Grünanlagen im Stadtgebiet von Bremen – *Abh. Naturw. Verein Bremen* 41(1), 17-28.
- BRÖRING, U., & NIEDRINGHAUS, R. (1989a): Die epigäische Hemipterenfauna (Heteroptera, Auchenorrhyncha) der Tertiärdünen Ostfriesischer Düneninseln. – *Braunschw. naturkd. Schr.* 3, 387-398.
- BRÖRING, U., & NIEDRINGHAUS, R. (1989b): Veränderungen der Wanzen- und Zikadenfauna innerhalb von 50 Jahren auf der ostfriesischen Insel Borkum (Hemiptera: Heteroptera, Geocorisae; Auchenorrhyncha). – *Oldenburger Jahrbuch* 89, 35-54.
- BRÖRING, U., MRZJAK, J., NIEDRINGHAUS, R., & WIEGLEB, G. (2005): Soil zoology I: arthropod communities in

- open landscapes of former brown coal mining areas. – *Ecological Engineering* 24, 121-133.
- BROWN, V. K., GIBSON, C. W. D., & KATHIRITHAMBY, J. (1992): Community organization in leafhoppers – *OIKOS* 65, 97-106.
- BROWN, V. K., JEPSEN, M., & GIBSON, C.W.D. (1988): Insect herbivory: effects on early old field succession demonstrated by chemical exclusion methods – *OIKOS* 52, 293-302.
- BUNZEL-DRÜKE, M., BÖHM, C., FINCK, P., KÄMMER, G., LUCK, R., REISINGER, E., RIEBCKEN, U., RIEDL, J., SCHARF, M., & ZIMBALL, O. (2008): "Wilde Weiden", Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. – Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (ABU), Bad Sassendorf-Lohne, 215 S.
- CARL, M. (1993): Autökologie der Wanzen und Zikaden auf dem Uferstreifen des Inn-Nebenflusses „Murn“ unter besonderer Berücksichtigung ihrer Eignung als Indikatororganismen (Hemiptera, Heteroptera & Auchenorrhyncha). – *Ber. ANL* 17, 125-147.
- CHERRILL, A. J., & RUSHTON, S. P. (1993): The Auchenorrhyncha of an unimproved moorland in northern England. – *Ecological Entomology* 18, 95-103.
- CHUDZICKA, E. (1995): Changes in communities of leafhoppers (Homoptera, Auchenorrhyncha) during the succession in subcontinental pine forest (Peucedano-Pinetum) series in Puszcza Białowieska. – *Fragmenta faunistica* 38, 365-377.
- DENNO, R. F. (1994): Influence of habitat structure on the abundance and diversity of planthoppers. – In: DENNO, R. F., & PERFECT, T. J. (Hrsg.): *Planthoppers – Their ecology and management*. – Chapman & Hall (New York), 140-160.
- DENNO, R. F., & PERFECT, T. J. (Hrsg.) (1994): *Planthoppers – Their ecology and management*. – Chapman & Hall (New York), 799 S.
- DENNO, R. F., & RODERICK, G. K. (1991): Influence of patch size, vegetation texture, and host plant architecture on the diversity, abundance, and life history styles of sapfeeding herbivores. – In: BELL, S.S., MCCOY, F. D., & MUSHINSKY, H. R. (Hrsg.): *Habitat structure – The physical arrangement of objects in space*. – Chapman & Hall (London), 169-196.
- DÉR, S., HAUSDORF, H., & ZEISNER, N. (2009): The leafhopper and planthopper (Auchenorrhyncha) fauna of three Austrian vineyards. – *Acta phytopathologica et Entomologica Hungarica* 44(2), 383-396.
- D'URSO, V. (1995): Homoptera Auchenorrhyncha. – In: *Checklist delle specie della fauna Italiana* 42, 1-35.
- DUELLI, P., & OBRIST, M. K. (1998): In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. – *Biodiversity and Conservation* 7, 297-309.
- EHLINGER, M., BELLSTEDT, R., ACHTZIGER, R., FRITZE, M., A., SCHOLZE, W., & SCHULZE, C. (1997): Zur Fauna des Naturschutzgebietes „Sonder“ bei Schlotheim, Unstrut-Hainich-Kreis/Thüringen (Aves, Amphibia, Insecta, Mollusca). – *Thür. Faun. Abhandlungen* 4, 197-225.
- EMMRICH, R. (1966): Faunistisch-ökologische Untersuchungen über die Zikadenfauna (Homoptera Auchenorrhyncha) von Grünlandflächen und landwirtschaftlichen Kulturen des Greifswalder Gebietes. – *Mitt. Zool. Mus. Berlin* 42(1), 61-126.
- EMMRICH, R. (1969): Bodenfallenfänge von Zikaden aus nordostdeutschen Laub- und Kiefern-Mischwäldern. – *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 2(28), 279-294.
- ENDRESTØL, A. (2013): The Auchenorrhyncha of Denmark (Hemiptera: Fulgoromorpha and Cicadomorpha): in memoriam Lars Trolle (1940-2007). – *Annales de la Société Entomologique de France* 49(2), 181-204.
- EUROPEAN COMMUNITY (2008): The European Union's Biodiversity Action Plan "Halting the loss of biodiversity by 2010 – and beyond". Brussels, 27 S.
- FREESE, E., & BIEDERMANN, R. (2005): Tyrphobionte und tyrphophile Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in den Hochmoor-Resten der Weser-Ems-Region (Deutschland, Niedersachsen). – *Beiträge zur Zikadenkunde* 8, 5-28.
- FRÖHLICH, W. (1994): Wanzen und Zikaden – Erfassungsstand und Gefährdung in Hessen (Insecta, Heteroptera und Auchenorrhyncha). – *Naturschutz heute* 14, 125-134.
- FRÖHLICH, W. (1997): Zur Salzverträglichkeit einiger Zikadenarten mitteleuropäischer Salzwiesen. – *Beiträge zur Zikadenkunde* 1, 17-33.
- FROMMER, W. (1996): Untersuchungen zur Zikadenfauna (Hemiptera: Homoptera: Auchenorrhyncha) ausgewählter Standorte in Köln. – *Decheniana Beihefte* 35: 163-174.
- FUNKE, T., & WITSACK, W. (1998): Zur Zikadenfauna der Bergbaufolgelandschaft Sachsen-Anhalts – ihre Bedeutung für den Naturschutz. – *Beiträge zur Zikadenkunde* 2, 39-51.
- FUNKE, T., & WITSACK, W. (2002): Zur Arthropodenfauna von Tagebaufolgelandschaften Sachsen-Anhalts. 2. Zikaden (Auchenorrhyncha, Hemiptera, Insecta) von Offenlandhabitaten. – *Hercynia N. F.* 35, 91-122.
- GERSTMAYER, R., & LANG, C. (1996): Beitrag zu Auswirkungen der Mahd auf Arthropoden. – *Z. Ökologie u. Naturschutz* 5, 1-14.
- GÜNTHART, H. (1971): Kleinzikaden (Typhlocybinae) an Obstbäumen in der Schweiz. – *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* 107, 285-306.
- GÜNTHART, H. (1984): Zikaden (Hom. Auchenorrhyncha) aus der alpinen Höhenstufe der Schweizer Voralpen. – *Mitt. Schweiz. Entom. Ges.* 57, 129-130.
- GÜNTHART, H. (1987): Ökologische Untersuchungen im Unterengadin: Zikaden. – *Ergeb. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark* 12, 97 S.
- GÜNTHART, H., & MÜHLETHALER, R. (2002): Provisorische Checkliste der Zikaden der Schweiz (Insecta: Hemiptera, Auchenorrhyncha). – *Denisia* 04, 329-338.
- GÜNTHART, H., & MÜHLETHALER, R. (2009): Alpine Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) aus dem Raum Innsbruck (Tirol, Österreich) und der Schweiz: ein Vergleich. *Contributions to Natural History* 12, 585-602.
- GYÖRFFY, G., KISS, B., KOZOR, S., & OROSZ, A. (2009): Checklist of the fauna of Hungary. Volume 4. Hemiptera: Archaeorrhyncha, Clypeorrhyncha. – *Hungarian Natural History Museum, Budapest*, 79 S.

- HAHN, S. (1995): Untersuchungen zur Besiedelung von mehrjährigen Ackerbrachen durch Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha). II. Ackerbrachen auf Porphyrit in der Nähe von Trockenrasen. – Berichte 1. Auchenorrhyncha-Tagung (Halle/S., 1994), 33-39.
- HARTLEY, S., & GARDNER, S. M. (1995): The response of *Philaenus spumarius* (Homoptera: Cercopidae) to fertilizing and shading its moorland host-plant (*Calluna vulgaris*). – Ecol. Entomol. 29, 396-399.
- HAUPT, H. (1935): Unterordnung: Gleichflügler, Homoptera. – In: BROHMER, P., EHRMANN P., ULMER, G. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas IV(X), 115-262.
- HEILMEIER, H., ACHTZIGER, R., GÜNTHER, A., & KÄSTNER, A. (2010): Indikatoren für die naturschutzfachliche Bewertung des Renaturierungserfolges im Bereich des Findlingsparks Nochten. – In: Drebenstedt, C. (Hrsg.): Freiburger Forschungsforum C 534 „Rekultivierung im Bergbau – 61. Berg- und Hüttenmännischer Tag 2010“, 24-37.
- HEINTSCHEL, S. (2011, unpubl.): Methodologische Untersuchungen zum Einsatz eines Sauggeräts zur quantitativen Erfassung von Insekten. – Studienarbeit TU Bergakademie Freiberg, 68 S.
- HILDEBRANDT, J. (1990): Phytophagie Insekten als Indikatoren für die Bewertung von Landschaftseinheiten am Beispiel der Zikaden – Natur und Landschaft 65, 362-365.
- HILDEBRANDT, J. (1995a): Zur Zikadenfauna im Feuchtgrünland – Kenntnisstand und Schutzaspekte. – Berichte 1. Auchenorrhyncha-Tagung (Halle/S., 1994), 5-22.
- HILDEBRANDT, J. (1995b): Untersuchungen zur Zikadenfauna (Hemiptera: Auchenorrhyncha) einer Ästuarwiese unter dem Einfluß landwirtschaftlicher Nutzung und veränderten Überflutungsgeschehens. – Faun.-Ökol. Mitt. 7, 9-45.
- HILDEBRANDT, J., ACHTZIGER, R., BIEDERMANN, R., HOLZINGER, W., KAMMERLANDER, I., NICKEL, H., & WITSACK, W. (1998): Zum Spätsommeraspekt der Zikadenfauna von Feuchtbiosphären und Hochmoor-Renaturierungsflächen im ostfriesischen Raum (Niedersachsen; Ins.: Auchenorrhyncha). – Beiträge zur Zikadenkunde 2, 71-78.
- HOLLIER, J. A., BROWN, V. K., & EDWARDS-JONES, G. (1994): Successional leafhopper assemblages: Pattern and process. – Ecological Research 9, 185-191.
- HOLZINGER, W.E. (1996): Die Zikadenfauna wärmeliebender Eichenwälder Ostösterreichs (Insecta: Homoptera, Auchenorrhyncha). – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 126, 159-187.
- HOLZINGER, W. E. (1999): Rote Liste der Zikaden Kärntens (Auchenorrhyncha). – In: HOLZINGER, W. E., MILDNER P., ROTTENBURG T., & WIESER, C. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Kärntens. Naturschutz in Kärnten Bd.15.
- HOLZINGER, W. E. (2009a): Rote Liste der Zikaden (Hemiptera: Auchenorrhyncha) Österreichs. In: ZULKA K. P. (Red.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Grüne Reihe des Lebensministeriums, Band 14/3, 41-317.
- HOLZINGER, W. E. (2009b): Auchenorrhyncha (Insecta). Checklisten der Fauna Österreichs, Heft 4, Biosystematics and Ecology Series 26, 41-100.
- HOLZINGER, W. E. (2009c): Auchenorrhyncha (Zikaden). In: RABITSCH W., & ESSL, F. (Hrsg.): Endemiten – Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt. Naturwiss. Verein für Kärnten und Umweltbundesamt, Klagenfurt und Wien, S. 607-617.
- HOLZINGER, W. E. (2010): Tierökologisch orientierte Flächenbewertung im Naturschutz. – Linzer Biologische Beiträge 42/2, 1481-1493.
- HOLZINGER, W. E., & HOLZINGER, I. (2011): Semiquantitative Kescherränge: Wie viele Kescherschlägen sind mindestens erforderlich und welchen Einfluss hat der Faktor „Mensch“ auf das Ergebnis? – Cicadina 12, 89-105.
- HOLZINGER, W. E., & NICKEL, H. (2008): Zikaden (Hemiptera: Auchenorrhyncha) als Erfolgsindikatoren der Beweidungsmaßnahmen im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich 37, 181-198.
- HOLZINGER, W. E., & NOVOTNY, V. (1999): Die Zikadenfauna des Pürgschachener Moores (Steiermark, Österreich). Beiträge zur Zikadenkunde 2, 53-56.
- HOLZINGER, W. E., FRÖHLICH, W., GÜNTHER, H., LAUTNER, P., NICKEL, H., OROSZ, A., SCHEDL, W., & REMANE, R. (1997): Vorläufiges Verzeichnis der Zikaden Mitteleuropas (Insecta: Auchenorrhyncha). – Beitr. Zikadenkd. 1(1997), 43-62.
- HOLZINGER, W. E., & HOLZINGER, I. (2011): Semiquantitative Kescherränge zur Zikadenerfassung: Wie viele Kescherschläge sind mindestens erforderlich und welchen Einfluss hat der Faktor „Mensch“ auf das Ergebnis? – Cicadina 12, 89-105.
- HOLZINGER, W. E., KAMMERLANDER, I., & NICKEL, H. (2003): The Auchenorrhyncha of Central Europe – Die Zikaden Mitteleuropas. Band 1 Fulgoromorpha, Cicadomorpha excl. Cicadellidae, Brill, Leiden, 673 S.
- HOLZINGER, W. E., & SCHLOSSER, L. (2013): The Auchenorrhyncha fauna of peat bogs in the Austrian part of the Bohemian Forest (Insecta, Hemiptera). – Zookeys 319, 153-167.
- HOLZINGER, W., & SELJAK, G. (2001): New records of planthoppers and leafhoppers from Slovenia, with a checklist of hitherto recorded species (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – Acta Entomologica Slovenica 9(1), 39-66.
- IUCN (2012): IUCN Red list categories and criteria, Version 3.1, second edition, 38 S.
- KÄSTNER, A. (2007, unpubl.): Sukzessionsdynamik von renaturierten Kippenflächen in der Oberläusitzer Bergbaufolgelandschaft: Bestedlung durch Pflanzen, Heuschrecken (Saltatoria), Zikaden (Auchenorrhyncha) und Wanzen (Heteroptera). – Diplomarbeit TU Bergakademie Freiberg, 120 S. (unpubl.).
- KÄSTNER, A. (2008): Besiedlung unterschiedlicher Sukzessionsstadien durch Heuschrecken in der Tagebaufolgelandschaft Nochten. – Sächsischer Entomologischer Zeitschrift 3/2008, 49-75.
- KÄSTNER, A., ACHTZIGER, R., GÜNTHER, A., & HEILMEIER, H. (2012): Naturschutzfachliche Bewertung des Renaturierungserfolges in der Bergbaufolgelandschaft am Beispiel des Tagebaus Nochten (Lausitz). – mining+geo 02/2012, 318-323.

- KLAUS, D., WITSACK, W., ENGE, D., & JEWORUTZKI, A. (2007): Fund der Büffelzikade (*Stictiocephala bisonia* KOPP & YONKE, 1977) im südlichen Sachsen-Anhalt (Auchenorrhyncha, Membracidae). *Entomologische Nachrichten und Berichte* 51(3-4), 203-206.
- KÖHLER G. (2014) (Hrsg.): Bestimmung wirbelloser Tiere. 7. Aufl. – Spektrum Akademischer Verlag.
- KÖRNER, M., SAYER, M., NICKEL, H. (2001): Zikaden an Gräsern eines norddeutschen Kiefernforstes – Abundanz, Phänologie und ein Vergleich der Fangmethoden (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – Beiträge zur Zikadenkunde 4, 33-43.
- KRAUSE, R., WITSACK, W., & EMMRICH, R. (1992): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Standorten der Krähenbeere (*Empetrum nigrum* L.) in der Sächsischen Schweiz am Beispiel einiger Käferfamilien und der Zikaden. – *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 18(10), 131-151.
- KRIEGBAUM, H. (1996): Erfolgskontrollen von Naturschutzmaßnahmen in Bayern aufgezeigt am Beispiel einiger Insektengruppen (Orthoptera, Lepidoptera [Rhopalocera], Homoptera [Auchenorrhyncha]). – *Verh. Westd. Entom. Tag.* 1995, S. 227-247.
- KÜCHLER-KRISCHUN, J., & PIECHOCKI, R. (2008): Die Nationale Biodiversitätsstrategie Deutschlands. – *Natur und Landschaft* 83(1), 12-18.
- KUNZ, G., NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2011): Fotoatlas der Zikaden Deutschlands. – WABV Fründ, Scheeßel, 292 S.
- LANDECK, I. (2011): Funde der Büffelzikade (*Stictiocephala bisonia* KOPP & YONKE 1977) im südlichen Land Brandenburg (Auchenorrhyncha, Membracidae). – *Märk. Ent. Nachr.* 13(2): 221-226.
- LEHMANN, W. (1973): Untersuchungen der Zikadenfauna von Obstgehölzen. – *Biolog. Zentralbl.* 92, 75-94.
- LEES, D., & DENT, C. (1983): Industrial melanism in the spittlebug *Philaeus spumarius* (L.) (Homoptera: Aphrophoridae). – *Biological Journal of the Linnean Society* 19, 115-129.
- LIECKWEG, T., & NIEDRINGHAUS, R. (2010): Auswirkungen von Rückdeichungen an der Nordseeküste auf die Arthropodenfauna am Beispiel einer Maßnahme auf der Insel Langeoog. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 91, 111-122.
- LÖCKER, H. (2003): Arboricole Zikaden-Gilden in Slowenien (Hemiptera, Auchenorrhyncha). – *Beiträge zur Zikadenkunde* 6, 7-38.
- MACZEY, N. (2004): Die Zikadenfauna des Mangelhansluches: Tyrphobionte und tyrphophile Indikatoren für die naturschutzfachliche Bewertung eines brandenburgischen Kesselmoores (Hemiptera, Fulgoro-morpha et Cicadomorpha). – *Beitr. Zikadenkde.* 7, 5-16.
- MALENOVSKY, I., & LAUTERER, P. (2005): Auchenorrhyncha (Köisi). – In: FARKAŠ, J., KRÁL, D., & ŠKORPIK, M. (Eds.): *Ěrvený seznam ohro ených druhů Ěeské republiky*, Bezobratlí, 147-155.
- MAUCKY, H. (1977): Vergleichende Barberfallenuntersuchungen im Wiener Neustädter Steinfeld (Niederösterreich) und auf den Apetloner Hutweiden (Burgenland; Zikaden (Homoptera Auchenorrhyncha). – *Ber. Arbgem. ökol. Ent. Graz* 8, 23-32.
- MELBER, A. (1989): Entwicklung und Populationsdynamik der Heidezikade *Ulopa reticulata* (Hom., Auchenorrhyncha) in nordwestdeutschen Calluna-Heiden. – *Zool. Jb. Systematik* 116, 21-30.
- MELBER, A., PRÜTER, J., ASSING, V., & SPRICK, P. (1996): Erste Ergebnisse der Erfassung ausgewählter Wirbelloser-Gruppen in einer kleinen Vegetationsinsel auf den Panzerübungsflächen des NSG Lüneburger Heide (Heteroptera; Homoptera, Auchenorrhyncha; Coleoptera, Carabidae, Staphylinidae, Curculionidea). – *NNA-Berichte* 1/96, 92-102.
- MORRIS, M. G. (1975): Preliminary observations on the effect of burning on the Hemiptera (Heteroptera and Auchenorrhyncha) of limestone grassland – *Biological Conservation* 7, 311-319.
- MORRIS, M. G. (1990): The Hemiptera of two sown calcareous grasslands. III. Comparisons with the Auchenorrhyncha faunas of other grasslands. – *Journal of Applied Ecology* 27(2), 394-409.
- MORRIS, M. G. (1991): Responses of Auchenorrhyncha (Homoptera) to fertiliser and liming treatment at Park Grass, Rothamsted. – *Agricult. Ecosyst. Environm.* 4, 263-283.
- MÜHLETHALER, R. (2001): Untersuchungen zur Zikadenfauna der Lebensraumtypen von Basel (Hemiptera, Auchenorrhyncha). – *Beiträge zur Zikadenkunde* 4, 11-32.
- MÜHLETHALER, R., GÜNTHART, H., BURCKHARDT, D., HOLZINGER, W., KUNZ, G., LAUTERER, P., MACZEY, N., MALENOVSKY, I., NICKEL, H., NIEDRINGHAUS, R., SELJAK, G., WALTER, S., & WITSACK, W. (2007): Zur Fauna der Zikaden Blattflöhe und deren Parasitoide der Alp Flix (Graubünden, Schweiz) (Hemiptera: Auchenorrhyncha und Psylloidea; Diptera: Pipunculidae, Strepsiptera: Elenchidae). – *Beiträge zur Zikadenkunde* 9, 45 – 52.
- MÜLLER, H. J. (1978): Strukturanalyse der Zikadenfauna (Homoptera Auchenorrhyncha) einer Rasenkatena Thüringens (Leutratl bei Jena). – *Zool. Jb. Syst.* 105, 258-334.
- MÜLLER, H.J., BÄHRMANN, R., MARSTALLER, R., SCHALLER, R., HEINRICH, W., WITSACK, W. (1978): Zur Strukturanalyse der epigaischen Arthropodenfauna einer Rasen-Katena durch Kescherfänge. (Jena). – *Zool. Jb. Systematik* 105 258-334.
- MÜLLER, H. J. (1985): Über den Einfluss von Luftverunreinigungen auf Ökosysteme. VII: Zikaden als Zeigerarten für immissionsbelastete Rasenökosysteme. – *Wiss. Zt. F.-S. Univ. Jena* 34(4), 491-502.
- MÜLLER, H. J., & WITSACK W. (2011): Zikaden. – In: KLAUSNITZER, B. (Hrsg.): *Stresemann: Exkursionfauna von Deutschland. Band 2: Wirbellose: Insekten.* 11. Auflage; S. 262-283.
- MURDOCH, W. M., EVANS, F. C., & PETERSON, C. H. (1972): Diversity and patterns in plants and insects. – *Ecology* 53(5), 819-829.
- NEUMANN, S. (1996): Der Einfluß von Immissionen auf ausgewählte Insektengruppen (Homoptera, Auchenorrhyncha; Coleoptera, Carabidae) verschiedener Trophieebenen. – *Dissertation (Universität Marburg)*.
- NICKEL, H. (1999): Life strategies of Auchenorrhyncha species on river floodplains in the northern Alps, with description of a new species: *Macropsis remanei* sp. n. (Hemiptera). – *Reichenbechia* 33, 157-169.

- NICKEL, H. (2003): The leafhoppers and planthoppers of Germany (Hemiptera, Auchenorrhyncha): patterns and strategies in a highly diverse group of phytophagous insects. – Pensoft, Sofia and Moscow. 460 S.
- NICKEL, H. (2004): Rote Liste gefährdeter Zikaden (Hemiptera: Auchenorrhyncha) Bayerns. – Schriftenr. Bayer. Landesamt für Umweltschutz 166, 73-81.
- NICKEL, H. (2008): Tracking the elusive: leafhoppers and planthoppers in tree canopies of European deciduous forests – In: Canopy arthropod research in Europe: basic and applied studies from the high frontier (eds.: Floren A., Schmidl J.). Bioform, Nürnberg, S. 175-214.
- NICKEL, H. (2010): First addendum to the Leafhoppers and Planthoppers of Germany (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – Cicadina 11, 107-122.
- NICKEL, H. (2013): Der Einfluss extensiver Rinderbeweidung auf die Tierwelt ehemaliger Mähwiesen: Eine Pilotstudie zur Fauna der Zikaden. – Unveröffentlichtes Fachgutachten im Auftrag des Vereins für Naturschutz und Landschaftspflege e. V. Immenried-Kißlegg, 29 S., Kißlegg und Göttingen.
- NICKEL, H., & ACHTZIGER, R. (1999): Wiesen bewohnende Zikaden (Auchenorrhyncha) im Gradienten von Nutzungsintensität und Feuchte. – Beiträge zur Zikadenkunde 3, 65-80.
- NICKEL, H., & ACHTZIGER, R. (2005): Do they ever come back? Responses of leafhopper communities to extensification of land use. – Journal of Insect Conservation 9, 319-333.
- NICKEL, H., ACHTZIGER, R., BIEDERMANN, R., BÜCKLE, C., DEUTSCHMANN, U., NIEDRINGHAUS, R., † REMANE, R., WALTER, S., & WITSACK, W. (2014, eingereicht): Rote Liste der Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha). 2. Fassung, Stand Dezember 2013. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. 2. Fassung. – Naturschutz und Biologische Vielfalt.
- NICKEL, H., & HILDEBRANDT, J. (2003): Auchenorrhyncha communities as indicators of disturbance in grasslands (Insecta, Hemiptera) – a case study from the Elbe flood plains (northern Germany). Agriculture Ecosystems & Environment 98, 183-199.
- NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2009): Die Zikaden des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“, mit Anmerkungen zur Fauna Westfalens und Nordwest-Deutschlands (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha). – Abh. Westf. Mus. Naturkunde Münster 71(4), 213-271.
- NICKEL, H., & REMANE, R. (2002): Artenliste der Zikaden Deutschlands, mit Angaben zu Nährpflanzen, Lebenszyklen und Verbreitung (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha). – Beiträge zur Zikadenkunde 5, 27-64.
- NICKEL, H., & REMANE, R. (2003): Verzeichnis der Zikaden (Auchenorrhyncha) der Bundesländer Deutschlands. – Entomologische Nachrichten und Berichte, Suppl. 8, 130-154.
- NICKEL, H., & SANDER, F. W. (1996): Kommentiertes Verzeichnis der bisher in Thüringen nachgewiesenen Zikadenarten (Homoptera, Auchenorrhyncha). – Veröffentlichungen Naturkundemuseum Erfurt 15, 152-170.
- NICKEL, H., & SANDER, F. W. (2011): Rote Liste der Zikaden (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha) Thüringens. 4. Fassung, Stand: 12/2010. – Naturschutzreport 26, 137-148.
- NICKEL, H., ACHTZIGER, R., LAUTERER, P., MALENOVSKY, I., WEIS, A., & WITSACK, W. (2001): Zur Fauna der Zikaden, Wanzen, Blattflöhe und Augenfliegen des Kyffhäusergebirges (Hemiptera: Auchenorrhyncha, Heteroptera et Psylloidea; Diptera: Pipunculidae). – Beiträge zur Zikadenkunde 4, 75-80.
- NICKEL, H., BILLEN, W., GÜNTERT, H., LAUTERER, P., LÖCKER, H., MALENOVSKY, I., MOHLETHALER, R., SCHÜRER, B., & WITSACK, W. (2003): Zur Fauna der Zikaden, Wanzen und Augenfliegen des Kaiserstuhls (Hemiptera: Auchenorrhyncha et Heteroptera; Diptera: Pipunculidae). – Beiträge zur Zikadenkunde 6, 39-46.
- NICKEL, H., & GÄRTNER, E. (2009): Tyrphobionte und tyrphophile Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) in der Hannoverschen Moorgeest – Biotopspezifische Insekten als Zeigerarten für den Zustand von Hochmooren. – Telma 39, 45-74.
- NICKEL, H., HOLZINGER, W. E., & WACHMANN, E. (2002): Mitteleuropäische Lebensräume und ihre Zikadenfauna (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – Denisia, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge 176, 279-328.
- NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2009): Die Zikaden des Naturschutzgebietes „Heiliges Meer“, mit Anmerkungen zur Fauna Westfalens und Nordwest-Deutschlands (Hemiptera, Fulgoromorpha et Cicadomorpha). – Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde 71(4), 213-271.
- NICKEL, H., WITSACK, W., & REMANE, R. (1999): Rote Liste der Zikaden Deutschlands (Hemiptera, Auchenorrhyncha) – Habitate, Gefährdungsfaktoren und Anmerkungen zum Areal. – Beiträge zur Zikadenkunde 3, 13-32.
- NIEDRINGHAUS, R. (1988): Kolonisationserfolg der Zikaden auf den jungen Düneninseln Memmert und Mellum (Hemiptera: Auchenorrhyncha) – Drosera 88(1/2), 105-122.
- NIEDRINGHAUS, R. (1991): Analyse isolierter Artengemeinschaften am Beispiel der Zikadenfauna der ostfriesischen Düneninseln (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – Dissertation, Universität Oldenburg, 153 S.
- NIEDRINGHAUS, R. (1997): Die Zikadenfauna (Hemiptera: Auchenorrhyncha) einer intensiv genutzten Agrarlandschaft in Nordwestdeutschland. – Abh. Westf. Mus. Naturk. 59, 197-208.
- NIEDRINGHAUS, R. (1999a): Leitbiodiversitätsbewertung anhand der Fauna im Rahmen einer Effizienzkontrolle für Renaturierungsvorhaben. – In: BRÖRING, U., SCHULZ, F., & WIEGLEB, G. (Hrsg.): Naturschutzfachliche Bewertung im Rahmen der Leitbildmethode, Heidelberg, 149-164.
- NIEDRINGHAUS, R. (1999b): Bewertung des Renaturierungserfolges in einer Agrarlandschaft Nordwestdeutschlands anhand der Zikadenfauna (Auchenorrhyncha). – Beiträge zur Zikadenkunde 3, 49-64.
- NIEDRINGHAUS, R., & BRÖRING, U. (1986): Wanzen und Zikaden (Hemipteroidea – Heteroptera, Auchenor-

- rhynga) terrestrischer Habitate der ostfriesischen Insel Norderney. – *Drosera* '86, 21-40.
- NIEDRINGHAUS, R., & BRÖRING, U. (1992): Artenwechsel auf einer Düneninsel im Zeitraum von 50 Jahren am Beispiel zweier Insektengruppen (Heteroptera et Auchenorrhyncha) – *Verh. Ges. Ökol.* 21, 421-425.
- NIEDRINGHAUS, R., & BRÖRING, U. (2006): Die Besiedlung der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft durch Zikaden. – In: BRÖRING, U., WIEGLEB, G. (eds.): Biodiversität und Sukzession in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft, 97-111.
- NIEDRINGHAUS, R., & LIECKWEG, T. (2008): First stages of arthropod colonisation of a sand bank island in the German Wadden Sea – *Senckenbergiana maritima* 38(2), 129-135.
- NIEDRINGHAUS, R., NICKEL, H., & BIEDERMANN, R. (2010a): Verbreitungsatlas der Zikaden des Großherzogtums Luxemburg. Textband. – *Ferrantia* 60, 1-105.
- NIEDRINGHAUS, R., NICKEL, H., & BIEDERMANN, R. (2010b): Verbreitungsatlas der Zikaden des Großherzogtums Luxemburg. Atlasband. – *Ferrantia* 61, 1-395.
- NIKUSCH, I. (1976): Untersuchungen zur Zikadenfauna (Homoptera – Auchenorrhyncha) des Vogelsberges. – *Jb. Nass. Ver. Naturk.* 103, 98-166.
- NOSS, R. F. (1990): Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. – *Conservation Biology* 4(4), 355-365.
- NOVOTNÝ, V. (1991a): Responses of Auchenorrhyncha community to selected characteristics of littoral and meadow vegetation. – *Ekologia (CSFR)* 10(3), 271-282.
- NOVOTNÝ, V. (1991b): Effect of habitat persistence on the relationship between geographic distribution and local abundance. – *Oikos* 61, 431-432.
- NOVOTNÝ, V. (1994a): Relation between temporal persistence of host plants and wing length in leafhoppers (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – *Ecol. Entomol.* 19, 168-176.
- NOVOTNÝ, V. (1994b): Association of polyphagy in leafhoppers (Auchenorrhyncha, Hemiptera) with unpredictable environments. – *Oikos* 70, 223-232.
- NOVOTNÝ, V. (1995): Relationships between life histories of leafhoppers (Auchenorrhyncha, Hemiptera) and their host plants (Juncaceae, Cyperaceae, Poaceae). – *Oikos* 73, 33-42.
- ÖKOTEAM (1999): Analyse und Bewertung unterschiedlicher Nutzungsformen: Auswirkungen von Beweidung, Mahd, Forstwirtschaft und Tourismus auf die Tierwelt. – Gutachten i. A. der Nationalparkverwaltung Nockberge, 69 S (unpubl.).
- ÖKOTEAM (2005): Naturschutzfachliche Evaluierung der Almbewirtschaftung im Nationalpark Gesäuse. Bewertung der Weideflächen anhand der Indikatorgruppen Zikaden, Spinnen und Kleinsäuger. – Gutachten i. A. der Nationalpark Gesäuse GmbH, 158+8 S.
- PLACHTER, H., BERNOTAT, D., MÜSSNER, R., & RIECKEN, U. (2002): Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 70, 566 S. + Anhänge.
- PRESTIDGE, R. A. (1982): The influence of nitrogenous fertilizer on the grassland Auchenorrhyncha (Homoptera). – *Jour. Appl. Ecol.* 19, 735-749.
- PRESTIDGE, R. A., & MCNEILL, S. (1983): Auchenorrhyncha – host plant interactions: leafhoppers and grasses. – *Ecol. Entomol.* 8, 331-339.
- REISINGER, E., & LANGE, H. R. (2005): Großflächige Beweidung – ein Praxisbericht aus dem Thüringer Wald. – *Landschaftspfl. Natursch. Thüringen* 42(4), 142-148.
- REMANE, R. (1958): Die Besiedlung von Grünflächen verschiedener Herkunft durch Wanzen und Zikaden im Weser-Ems-Gebiet. – *Z. Ang. Ent.* 42(4), 352-400.
- REMANE, R. (1987): Zum Artenbestand der Zikaden (Homoptera: Auchenorrhyncha) auf dem Mainzer Sand. – *Mainzer Naturw. Arch.* 25, 273-349.
- REMANE, R. (1994): Rote Liste der gefährdeten Kleinzikaden (Auchenorrhyncha: Cicadina) Südtirols. – In: *Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols*, S. 312-321.
- REMANE, R., & REIMER, H., (1989): Im NSG „Rotes Moor“ durch Wanzen (Heteroptera) und Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha) genutzte und ungenutzte „ökologische Lizenzen“ im Vergleich zu anderen Mooren und der übrigen Rhön. – *Telma Beiheft* 2, 149-172.
- REMANE, R., ACHTZIGER, R., FRÖHLICH, W., NICKEL, H., & WITSACK, W. (1998): Rote Liste der Zikaden. – In: BINOT, M., BLISS, R., BOYE, P., GRUTTKE, H., & PRETSCHER, P. (Hrsg.) (1998): *Rote Liste der gefährdeten Tiere Deutschlands*. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, Heft 55, 234-245.
- RIECKEN, U. (1992): Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen – Grundlagen und Anwendung. – *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, Bonn-Bad Godesberg, 36, 187S.
- ROTH, S. (1996): Beitrag zur Kenntnis der Arthropodenfauna der Kiefernforste im NSG „Uhlstädter Heide“ bei Rudolstadt / Thüringen. 4. Zikaden und Wanzen (Homoptera, Auchenorrhyncha; Heteroptera). – *Beitr. Ökol.* 2(1), 79-91.
- ROTH, S., & PETER, H.-U. (1996): Beitrag zur Kenntnis der Arthropodenfauna der Kiefernforste im NSG „Uhlstädter Heide“ bei Rudolstadt / Thüringen. 5. Ökologischer Vergleich der Untersuchungsflächen. – *Beitr. Ökol.* 2(1), 92-107.
- SCHÄFER, A. (1987): Entomofauna alter und neugepflanzter Feldhecken. – *Dissertation Universität Tübingen*, 1-142.
- SCHAEFER, M. (1973): Untersuchungen über Habitatbindung und ökologische Isolation der Zikaden einer Küstenlandschaft. – *Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung* 13(4), 329-352.
- SCHAEFER, M. (Hrsg.) (2009): *Brohmer – Fauna von Deutschland*. Quelle & Meyer, 23. Auflage, 832 S.
- SCHIEDL, W. (1991): Invasion der Amerikanischen Büffelzikade (*Siticocephala bisonia* KOPP und YONKE, 1977) nach Österreich (Homoptera, Auchenorrhyncha, Membracidae). – *Anz. Schädlingskunde, Pflanzenschutz Umweltschutz* 64, 9-13.
- SCHIEDL, W. (1994): Rote Liste der gefährdeten Sing- und Buckelzikaden (Cicadidae, Tibicinidae und Membracidae) Südtirols. – In: *Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols*, 308-311.

- SCHEDL, W. (1995): Einwanderung der Amerikanischen Büffelzikade (*Stictocephala bisonia* KOPF und YONKE, 1977) nach Österreich 2. Beitrag (Homoptera, Auchenorrhyncha, Membracidae). – *Stapfia* 37, 149-152.
- SCHIEMENZ, H. (1969): Die Zikadenfauna mitteleuropäischer Trockenrasen (Homoptera, Auchenorrhyncha). Untersuchungen zu ihrer Phänologie, Ökologie, Bionomie und Chorologie. – Ent. Abh. staatl. Mus. Tierk. Dresden 36, 201-280.
- SCHIEMENZ, H. (1971): Die Zikadenfauna (Homoptera Auchenorrhyncha) der Erzgebirgshochmoore. – *Zool. Jb. Syst.* 98, 397-417.
- SCHIEMENZ, H. (1975): Die Zikadenfauna der Hochmoore im Thüringer Wald und im Harz (Homoptera, Auchenorrhyncha). – *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 5(7), 215-233.
- SCHIEMENZ, H. (1976): Die Zikadenfauna von Heide- und Hochmooren des Flachlandes der DDR (Homoptera, Auchenorrhyncha). – *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 6(4), 39-54.
- SCHIEMENZ, H. (1977): Die Zikadenfauna der Waldwiesen, Moore und Verlandungsstümpfe im Naturschutzgebiet Serrahn. – *Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 6(26), 297-304.
- SCHIEMENZ, H. (1987): Beitrag zur Insektenfauna der DDR: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina, Insecta), Teil I: Allgemeines, Artenliste, Überfamilie Fulgoroidea. – *Faun. Abhandl. Staatl. Mus. Tierk. Dresden* 15(8), 41-108.
- SCHIEMENZ, H. (1988): Beitrag zur Insektenfauna der DDR: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina, Insecta), Teil II: Überfamilie Cicadoidea excl. Typhlocybinae et Deltocephalinae. – *Faun. Abhandl. Staatl. Mus. Tierk. Dresden* 16(5), 37-93.
- SCHIEMENZ, H. (1990): Beitrag zur Insektenfauna der DDR: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina, Insecta), Teil III: Unterfamilie Typhlocybinae. – *Faun. Abhandl. Staatl. Mus. Tierk. Dresden* 17(17), 141-188.
- SCHIEMENZ, H., EMMRICH, R., & WITSACK, W. (1996): Beitrag zur Insektenfauna Ostdeutschlands: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina, Insecta), Teil IV: Unterfamilie Deltocephalinae. – *Faun. Abhandl. Staatl. Mus. Tierk. Dresden* 20(2), 153-258.
- SCHUCH, S., BOCK, J., KRAUSE, B., WESCHE, K., & SCHAEFER, M. (2012a): Long-term population trends in three grassland insect groups: a comparative analysis of 1951 and 2009. – *Journal of Applied Entomology* 136, 321-331.
- SCHUCH, S., WESCHE, K., & SCHAEFER, M. (2012b): Long-term decline in the abundance of leafhoppers and planthoppers (Auchenorrhyncha) in Central European protected dry grasslands. – *Biological Conservation* 149, 75-83.
- SELJAK, G. (2004): Contribution to the knowledge of planthoppers and leafhoppers of Slovenia (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – *Acta Entomologica Slovenica* 12(2), 189-216.
- SELJAK, G. (2008): Distribution of *Scaphoideus titanus* in Slovenia: its new significance after the first occurrence of grapevine "flavescence dorée". – *Bulletin of Insectology* 61(1), 201-202.
- SERGEL, R. (1986): Ein weiterer Nachweis der Cixiide *Hyaletthes obsoletus* Signoret in Franken (Homoptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea). – *Abh. Naturw. Ver. Würzburg* 25, 81-82.
- SÖDERMAN, G., GILLERFORS, G., & ENDRESTOL, A. (2009): An annotated catalogue of the Auchenorrhyncha of Northern Europe (Insecta, Hemiptera: Fulgoro-morpha et Cicadomorpha). – *Cicadina* 10, 33-69.
- STEWART, A. J. A. (2002): Techniques for sampling Auchenorrhyncha in grasslands. – *Denisia* 4, 491-512.
- STEWART, A. J. A. (2005): Editorial: A special issue on the conservation of grassland leafhoppers. – *Journal of Insect Conservation* 9, 227-228.
- STÖCKMANN, M., BIEDERMANN, R., NICKEL, H., & NIEDRINGHAUS, R. (2013): The nymphs of the planthoppers and leafhoppers of Germany. – *Wissenschaftlich Akademischer Buchvertrieb Fründ, Schaeßel*. 419 S.
- STÖCKMANN, M., & NIEDRINGHAUS, R. (2004): Das Kolonisationsgeschehen auf den jungen Düneninseln Memmert und Mellum am Beispiel der Zikaden. – *Beitr. Zikadenkunde* 7, 48-60.
- STRAUSS, B., & BIEDERMANN, R. (2005): The use of habitat models in conservation of rare and endangered leafhopper species (Hemiptera, Auchenorrhyncha). – *Journal of Insect Conservation* 9, 245-259.
- STRAUSS, B., & BIEDERMANN, R. (2006): Urban brownfields as temporary habitats: Driving forces for the diversity of phytophagous insects. – *Ecography* 29, 928-940.
- STRAUSS, B., & BIEDERMANN, R. (2008): Fit for succession – community structure and life strategies of leafhoppers in urban brownfields. – *Ecological Entomology* 33, 107-118.
- STRAUSS, G. (2010): Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. – *Journal of Pest Science* 83 (4), 381-390.
- STRÜMPFEL, H. (2010): Die Zikaden. Auchenorrhyncha. Pflanzensaugende Insekten Bd. 6. – Die Neue Brehm-Bücherei. Band 668, Westarp Wissenschaften, 320 S.
- ŚWIERCZEWSKI, D., & STROŃSKI, S. (2011): The first records of the Nearctic treehopper *Stictocephala bisonia* in Poland (Hemiptera: Cicadomorpha: Membracidae) with some comments on this potential pest. – *Polish Journal of Entomology* 80, 13-22.
- TOKESHI, M. (1993): Species Abundance Patterns and Community Structure. – *Advances in Ecological Research* 24, 111-186.
- UNITED NATIONS (1992): Convention on Biological Diversity. Rio de Janeiro, Brasil, 28 S.
- WALLNER, A., MOJANO-FLORES, B., & DIETRICH, C. H. (2013): Using Auchenorrhyncha (Insecta: Hemiptera) to develop a new insect index in measuring North American tallgrass prairie quality. – *Ecological Indicators* 25, 58-64.
- WALTER, S. (1996): Zikaden als Indikatoren für die Bewertung von Landschaftseinheiten – Ein Beispiel zur Charakterisierung der Drömlingsniederung (Sachsen-Anhalt). – *Berichte 2. Auchenorrhyncha-Tagung (Marburg)*, 15-24.
- WALTER, S. (1997): Das Naturschutzgebiet „Großer Weidenteich“. 5. Fauna – Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege 1, 26-33.
- WALTER, S. (1998): Grünlandbewertung mit Hilfe von Zika-

- den (Homoptera, Auchenorrhyncha): ein Beispiel aus dem Osterzgebirge. – Beiträge zur Zikadenkunde 2, 13-38.
- WALTER, S. (2008): Zikaden des NSG „Wölperner Torfwiesen“ (Hemiptera: Auchenorrhyncha). – Sächsische Entomologische Zeitschrift 3(2008), 98-105.
- WALTER, S., & NICKEL, H. (2009): Zur Zikadenfauna des Naturparkes Drömling (Sachsen-Anhalt) (Hemiptera, Auchenorrhyncha). – Cicadina 10, 71-88.
- WALTER, S., EMMRICH, R., ACHTZIGER, R., & SANDER, F. W. (2009): Kommentiertes Verzeichnis der Zikaden (Auchenorrhyncha) des Freistaates Sachsen mit Neufunden für Sachsen. – Mitteilungen Sächsischer Entomologen Nr. 87, 1-20.
- WALTER, S., EMMRICH, R., & NICKEL, H. (2003): Rote Liste der Zikaden. – Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege. Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt und Geologie, 28S.
- WHITCOMB, R. F., HICKS, A. L., BLOCKER, H. D., & LYNN, D. E. (1994): Biogeography of leafhopper specialists of the shotgrass prairie. – American Entomologist 40, 19-35.
- WICHE, O. (2011, unpubl.): Ökologische Untersuchungen zur naturschutzfachlichen Bewertung und Erfolgskontrolle im Ökosystem Streuobst anhand der Zikaden- und Wanzengemeinschaften sowie ausgewählter Struktur- und Vegetationsparameter. – Diplomarbeit TU Bergakademie Freiberg, (unpubl.).
- WICHE, O., & ACHTZIGER, R., (2012): Zikaden als Indikatoren zur naturschutzfachlichen Bewertung und Erfolgskontrolle in Streuobstwiesen. – DGaE-Nachrichten 26(2), 106-108.
- WIEGAND, S., REMANE, R., & AMARELL, U. (1994): Untersuchungen an Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha) in unterschiedlich immissionsbeeinflussten Kiefernforsten der Dübener Heide. – Z. Ökologie u. Naturschutz 3, 71-79.
- WILSON, M.R., STEWART A.J.A., & O'NEILL J. (2011): Industrial melanism in *Philaenus spumarius* (L.) (Hemiptera, Aphrophoridae) in south Wales: What has changed in 30 years? DGaE-Nachrichten 25(1), 27-28.
- WISSUWA, J. (2005, unpubl.): Analyse der Schwermetallgehalte von Pflanzengewebe und blattsaugenden Insekten (Blattläuse, Zikaden) unterschiedlich belasteter Haldenstandorte im Erzgebirge. – Diplomarbeit TU Bergakademie Freiberg (unpubl.).
- WISSUWA, J., ACHTZIGER, R., & HEILMEIER, H. (2006): Schwere Jungs – Schwermetalle und Zikaden: Cadmium in Xylem- und Phloemsaugern. – DGaE-Nachrichten 20(1), 17-18.
- WITSACK, W. (1975): Eine quantitative Keschermethode zur Erfassung der epigäischen Arthropoden Fauna. – Entom. Nachr. 19: 123-128.
- WITSACK, W. (1995a): Rote Liste der Zikaden des Landes Sachsen-Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 18, 29-34.
- WITSACK, W. (1995b): Untersuchungen zur Besiedelung von mehrjährigen Ackerbrachen durch Zikaden (Homoptera, Auchenorrhyncha). I. Ackerbrachen auf Lößschwarzerde entfernt von naturnahen Habitaten. – Berichte 1. Auchenorrhyncha-Tagung (Halle/S., 1994), 23-32.
- WITSACK, W. (1996): Rote Liste der Zikaden – Bearbeitungsstand und Probleme. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, H. 21: 89-94.
- WITSACK, W. (1997a): Zur Zikadenfauna (Hemiptera, Auchenorrhyncha) ausgewählter Sandtrockenrasen und Zwergstrauchheiden im Elb-Havel-Winkel. – Naturkl. Ber. Untere Havel H. 6/7, 95-101.
- WITSACK, W. (1997b): Zooönotische Strukturentwicklung auf Ackerbrachen. – In: FELDMANN, R., HENLE, K., AUßER, J., FLACHOWSKY, S., KLOTZ, S., & KRÖNERT, R. (Hrsg.): Regeneration und nachhaltige Entwicklung. – Springer Verlag (Heidelberg), 182-195.
- WITSACK, W. (1999a): Bestandssituation der Zikaden (Auchenorrhyncha). – In: Frank, D., & Neumann, V. (Hrsg.): Bestandssituation der Pflanzen und Tiere Sachsen-Anhalts. – Eugen Ulmer, Stuttgart, 422-431.
- WITSACK, W. (1999b): Zur Zikadenfauna der Brockenkuppe im Nationalpark Hochharz (Homoptera, Auchenorrhyncha). – Abh. Ber. für Naturkunde (Magdeburg) 22, 61-70.
- WITSACK, W. (2001): Zikaden (Auchenorrhyncha). In: Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt. Landschaftsraum Elbe. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderhefte 3(2), 370-375.
- WITSACK, W. (2002): Zikaden. – In: Die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie im Land Sachsen-Anhalt. Naturschutz in Sachsen-Anhalt, Hrsg. Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft, 368 S.
- WITSACK, W. (2003): Zikaden (Auchenorrhyncha). – In: SCHNITZER, P., TROST, M., & WALLASCHEK, M.: Tierökologische Untersuchungen in gefährdeten Biotoptypen des Landes Sachsen-Anhalt. I. Zwergstrauchheiden, Trocken- und Halbtrockenrasen. – Entomol. Mitteil. Sachsen-Anhalt. Sonderheft 2003, 216 S.
- WITSACK, W. (2005): Beiträge zur Insektenfauna der Altmark. 4.4 Zikaden (Auchenorrhyncha). II. Beitrag zur Zikadenfauna der Altmark. – Entomol. Mitt. Sachsen-Anhalt 13, H.1, 22-27.
- WITSACK, W. (2006): Zur Zikadenfauna (Auchenorrhyncha) von vier Moorstandorten in der Mikeler Heide und deren näherer Umgebung. Mitteilungen Sächsischer Entomologen 74, 3-10.
- WITSACK, W. (2008): Zikaden (Auchenorrhyncha). – In: Arten- und Biotopschutzprogramm Sachsen-Anhalt – Biologische Vielfalt und FFH-Management im Landschaftsraum Saale-Unstrut-Triasland. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Sonderheft 1/2008, Teil 1 u. 2, 262-267, 558-560.
- WITSACK, W., & NICKEL, H. (2004): Rote Liste der Zikaden (Hemiptera, Auchenorrhyncha) des Landes Sachsen-Anhalt. – Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 39, 228-236.
- WITSACK, W., AL HUSSEIN, I. A., & SUBMUTH, T. (1995): Analyse der Faunenstrukturveränderung bei der Regeneration hochbelasteter Agrarökosysteme (Epigäische Fauna). – In: KÖRSCHENS, M., & MAHN, E.:

- Strategien zur Regeneration belasteter Agrarökosysteme des mitteleuropäischen Schwarzerdegebietes. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig, 423-462 und 69-73.
- WORSCHKE, K. (2008): Ein Nachweis der Büffelzikade (*Stictocephala bisonia* Kopp & Yonke, 1977) für Thüringen (Auchenorrhyncha, Membracidae). – Mitteilungen des Thüringer Entomologenverbandes e. V. 15(1), 33-35.
- ZABEL, J., & TSCHARNTKE, T. (1998): Does fragmentation of *Urtica* habitats affect phytophagous and predatory insects differentially? – *Oecologia* 116, 419-425.
- ZULKA, K. P., ABENSPERG-TRAUN, M., MILASOWSKY, N., BIERINGER, G., GEREKEN-KRENN, B. - A., HOLZINGER, W. E., HÖTZLER, G., RABITSCH, W., REISCHÜTZ, A., QUERNER, P., SAUBERER, N., SCHMITZBERGER, I., WILLNER, W., WRBKA, T., & ZECHMEISTER, H. (2014): Species richness in dry grassland fragments of Eastern Austria: a multi-taxon study on the role of local, landscape and habitat quality variables. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 182: 25-36.

Anschriften der Verfasser:

Dr. ROLAND ACHTZIGER, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Biowissenschaften,
AG Biologie/Ökologie, Leipziger Straße 29, D-09599 Freiberg
E-Mail: roland.achtziger@ioez.tu-freiberg.de

Dr. WERNER E. HOLZINGER, ÖKOTEAM – Institut für Tierökologie und Naturraumplanung OG,
Bergmannsgasse 22, A-8010 Graz
E-Mail: holzinger@oekoteam.at

Dr. HERBERT NICKEL, Ehrengard-Schramm-Weg 2, D-37085 Göttingen
E-Mail: herbertnickel@gmx.de

Dr. ROLF NIEDRINGHAUS, Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg, Institut für Biologie und
Umweltwissenschaften, D-26111 Oldenburg
E-Mail: rolf.niedringhaus@uni-oldenburg.de