

Regenwurmzöosen als Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit am Beispiel weinbaulich genutzter Flächen

Earthworm cenoses used as indicators of soil fertility applied to sites of viticulture

Frank Riepert*, Barbara Baier, Dieter Felgentreu & Thomas Strumpf

Julius Kühn-Institut, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, D-14195 Berlin

*Korrespondierender Autor, frank.riepert@jki.bund.de, +49(0)30 83042350

DOI: 10.5073/jka.2012.436.005

Zusammenfassung

Im Vortrag wurden erste Ergebnisse der Auswertung einer Beprobung von Regenwurmzöosen an 8 Standorten von Winzerbetrieben in der Pfalz, Rheinhessen, Baden und an der Mosel vorgestellt. Die Standorte waren maßgeblich unter Gesichtspunkten wie der Abbildung der Spanne an Kupfergesamtgehalten und Bodeneigenschaften in der oberen Bodenschicht (0-20 cm) sowie nach praktisch orientierten Eignungskriterien ausgewählt worden. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass sich bei niedriger und mittlerer Belastung Gesamtabundanzen als eher unempfindlicher Parameter erwiesen haben. Die Verteilung auf Lebensformtypen und ganz besonders die Artenvielfalt erwiesen sich als die deutlich empfindlicheren Parameter.

Stichwörter: Kupferbelastung, Weinbau, Regenwürmer, Populationseffekte

Abstract

The presentation comprised first results of the evaluation of a sampling of earthworm populations at 8 sites of vine growing farms in Palatinate, Rheinhessen, Baden and at the Mosel river. The sites had been selected to cover criteria like the range of total copper contents and soil properties in the upper soil layer (0-20 cm), and practical aspects of sampling. Total abundance revealed to be a rather insensitive parameter at lower or medium copper loads. The relative distribution of abundance to life-forms and especially species diversity were much more sensitive parameters.

Keywords: Copper load, viticulture, earthworms, effects on population level

Vortragskurzfassung

Auf der Grundlage der 2009 begonnenen Erhebung zum Kupfergehalt in der belebten Bodenschicht bis 20 cm Tiefe in den Hauptsonderkulturen Wein-, Obst- und Hopfenbau (RIEPERT *et al.*, 2010 und STRUMPF *et al.*, 2011) konnten unter Berücksichtigung der breiten Spanne der bestimmten Kupfergesamtgehalten auf den Bewirtschaftungsflächen und anderer wichtiger Bodenkenngrößen der Stichprobe insgesamt 8 Betriebe für eine Freilandbeprobung der Regenwurmlebensgemeinschaft im Ökologischen Weinbau ausgewählt werden. Bestimmend für die Auswahl waren neben den Cu-Gesamtgehalten, Bodeneigenschaften, denen eine wichtige Rolle bei der Verfügbarkeit des Kupfers zugemessen wird (Tab. 1).

Da Beprobungen nur während der Aktivitätsphasen von Regenwürmern, in unseren Breiten im Frühjahr und im Herbst, sinnvoll sind, wurde die Beprobung von jeweils 4 Betrieben auf den Herbst 2010 und das Frühjahr 2011 gelegt. Je zwei Betriebe fielen dabei auf die Anbaugelände Pfalz (PF), Rheinhessen (RH) sowie Mittelmosel (MO) und Baden (BA). Je Betrieb wurden im Regelfall 3 Versuchsglieder, eine in Bewirtschaftung befindliche Fläche (Prüffläche), eine möglichst niemals genutzte Fläche (Kontrolle) und eine ehemals genutzte Fläche (Referenz) einbezogen. Letztere Fläche dient der Einschätzung des Einflusses von Bewirtschaftungsmaßnahmen wie z. B. der Bodenbearbeitung oder der Düngung. Je Versuchsglied wurden 4 x 0,25 m², verteilt über den Schlag, per Handauslese und Formalinextraktion gemäß den Vorgaben nach DIN ISO 11266-1 beprobt. Die taxonomische Bestimmung bis auf Artebene (Tab. 2) wurde durch das Labor Dr. Krück in Berlin durchgeführt.

Tab. 1 Kurzcharakterisierung der Beprobungsflächen
Tab. 1 Short description of the sampling sites

Betriebs-code	Prüfglied	Cu-Gesamtgehalt [mg/kg]	pH	org. Substanz [%]	Bodenart - Flächenbeschreibung
RH04	Prüffläche	133	7,5	10,8	UI3 - Bewirtschaftung seit mindestens 100 Jahren, seit 1990 ökol.
	Kontrollfl.	20	7,6	9,4	UI2 - Wiese mit Spontanvegetation (Rand-/Ruderalfläche), neben Ackerflächen
RH06	Prüffläche	38	7,7	5,2	Ltu - ökologische Bewirtschaftung; alternierende Begrünung
	Kontrollfl.	25	7,6	6,7	Ltu - Ackerfläche, gegenüber Prüfflächen
PF02	Prüffläche	74	7,6	8,4	Ltu - Bewirtschaftung seit mindestens 100 Jahren, seit 1989 ökol., alternierende Begrünung, Hanglage 20 %
	Kontrollfl.	42	7,6	8,6	Ltu - Dauergrünland in Hofnähe
PF03	Prüffläche	179	6,8	5,2	Lt2 - Bewirtschaftung seit mindestens 100 Jahren, seit 1980 ökol. Untersaatmischung abwechselnd mit Dauerbegrünung
	Kontrollfl.	36	7,3	7,7	Lu4 - Dauergrünland
BA01	Prüffläche 1	27	7,5	4,2	Ltu - Anbau 30 Jahre, ökol. Anbau seit 1990, Dauerbegrünung
	Prüffläche 2	225	7,5	4,3	Tu - Anbau 50 Jahre, ökol. Anbau seit 1990, Dauerbegrünung
	Kontrollfl.	88	7,2-7,8	4,2	TI - Streuobstwiese seit 40 J.
BA02	Prüffläche	186	7,2-7,5	4,1	Tu - konv. Anbau seit 100 J.
	Kontrollfl.	25	6,1-7,7	2,6	Ltu - Wiese, früher 2 J. Apfelanbau
MO03	Prüffläche 1	29	5,9-6,8	2,0	Lu4 - ökol. Anbau 14 Jahre, Dauerbegrünung
	Prüffläche 2	212	6,4-6,8	3,2	Lu - Nutzung seit 100 J., ökol. Anbau seit 28 J., Dauerbegrünung
	Kontrollfl.	19	5,4-5,9	2,4	Lu - Wiese seit 30 J.
MO06	Prüffläche	227	6,8	3,3	Us - Anbau > 100 Jahre, seit 7 J. ökol.,
	Kontrollfl.	22	5,0	2,1	SI4 - Streuobstwiese seit 1975

Tab. 2 Identifizierte Regenwurmarten (fett: dominante Arten)
Tab. 2 Identified earthworm species (bold: dominant species)

Lebensformen		
Streubewohner (epigäisch lebend)	Mineralbodenbewohner (endogäisch lebend)	Tiefengräber (anözisch lebend)
<i>Dendrobaena rubida</i>	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	<i>Allolobophora longa</i>
<i>Dendrobaena octaedra</i>	<i>A chlorotica</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>
<i>Eisenia fetida</i>	<i>A. icterica</i>	
<i>Lumbricus rubellus</i>	<i>A. nocturna</i>	
<i>L. castaneum</i>	<i>A. rosea</i>	
<i>Dendrobaena rubida</i>	<i>Octolasion cyaneum</i>	
	<i>O. tyraeum</i>	

Die Vorortbeprobungen wurden von chemischen und biologischen Labortests mit Bodenproben des Aushubs begleitet, um eine exakte Cu-Gehaltsbestimmung der Beprobungsstelle und eine zusätzliche Interpretationshilfe der multifaktoriell beeinflussten Freilandsituation zu erhalten. Die Ergebnisse der biologischen Labortests werden gesondert dargestellt (s. FELGENTREU *et al.* in diesem Band)

Als Ergebnis der Freilanduntersuchung im Oktober 2010 hat sich herausgestellt, dass die Gesamtabundanzen (Anzahl Würmer über alle Arten) bei niedriger und mittlerer Kupferbelastung wenig aussagekräftig sind und streuungsbedingt Mittelwertvergleiche zu keinen signifikanten Unterschieden führen (Abb. 1a). Signifikante Unterschiede zur Kontrolle ($p \leq 0,05$) fanden sich nur bei der Referenzfläche von RH04.

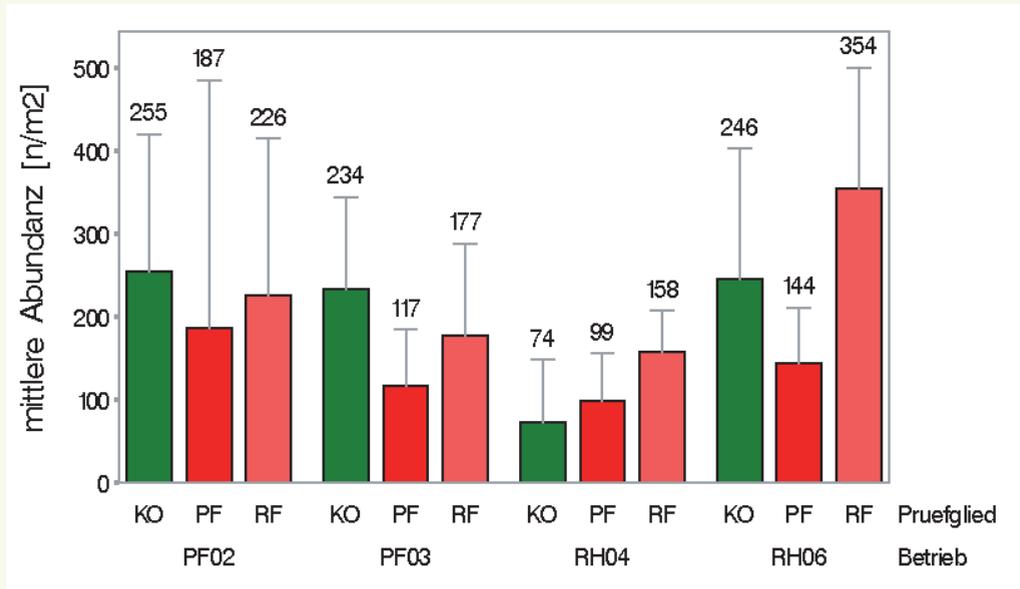


Abb. 1a Mittlere Gesamtabundanzen [n/m^2] der in den 3 Versuchsgliedern Kontrolle (KO), Prüffläche (PF) und Referenzfläche (RF) extrahierten Regenwürmer der im Oktober 2010 beprobten 4 Betriebe der Pfalz und Rheinhessens. Zur Ergänzung der Grafik finden sich in Tab. 3a die Cu-Gesamtgehalte [mg/kg Boden TM], gemessen in Proben des Aushubs der Wurmextraktion. Die Gehalte in den aktuell bewirtschafteten Prüfflächen (fett) decken einen Bereich geringer bis mittelstarker Belastung aus.

Fig. 1a Mean total abundance [n/m^2] of the extracted earthworms in the 3 treatment groups, untreated control (KO), test plot (PF) and reference plot (RF) of 4 farms located in Palatinate and Rheinhessen being selected for the October sampling in 2010. Complementary to the figure, Table 3a lists the total copper contents determined in samples of the excavated soil from earthworm extraction. The content values determined at sites currently under cultivation (bold) represent a range of mild to moderate contamination.

Tab. 3a Cu-Gesamtgehalte [mg/kg], gemessen in Proben des Aushubs für die Wurmextraktion bei der Beprobung im Oktober 2010 in Betrieben der Pfalz und Rheinhessens

Tab. 3a Total copper contents [mg/kg] determined in samples of the excavated soil for the earthworm extraction during the sampling in October 2010 in farms of Palatinate and Rheinhessen

PF02			PF03			RH04			RH06		
KO	PF	RF	KO	PF	RF	KO	PF	RF	KO	PF	RF
47	74	49	28	179	34	18	133	124	26	38	107

Tab. 3b Cu-Gesamtgehalte [mg/kg], gemessen in Proben des Aushubs für die Wurmextraktion bei der Beprobung im April 2011 in Betrieben Badens und an der Mosel

Tab. 3b *Total copper contents [mg/kg] determined in samples of the excavated soil for the earthworm extraction during the sampling in April 2011 in farms of Baden and at the river Mosel*

BA01				BA02			MO03				MO06		
KO	PF	PF2	RF	KO	PF	RF	KO	PF	PF2	RF	KO	PF	RF
88	27	225	188	25	186	305	19	29	212	276	22	227	93

Bei der Beprobung im Frühjahr 2011 in den Weinanbaugebieten Badens und der Mosel waren Betriebe mit einer Spanne von Gesamtgehalten ausgewählt worden, die auf den Prüfflächen zwischen 27 und 227 mg Gesamtkupfer/kg Boden reichte (Tab 3b). Insbesondere bei den Betrieben an der Mosel fielen die Abundanzunterschiede in der Tendenz und auch statistisch klarer aus. Statistisch signifikant ($p \leq 0,05$) verschieden zur Kontrolle waren die Prüfglieder PF2 und RF von MO03 und RF von MO06 (Abb. 1b). Angesichts der hohen Gehalte in den Prüfflächen aller untersuchten Betriebe war jedoch ein klareres Ergebnis erwartet worden.

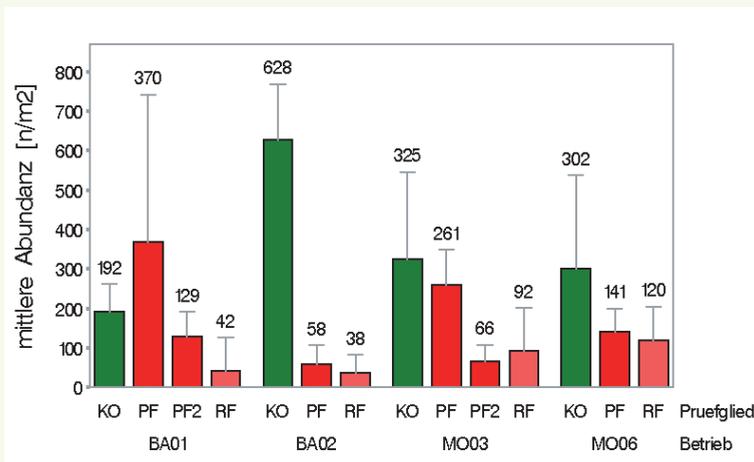


Abb. 1b Mittlere Gesamt-Abundanzen [n/m²] der in den 3 Versuchsgliedern (zweimal musste wegen der sehr geringen Kupferbelastung in der ausgewählten Prüffläche eine weitere Prüffläche (PF2) hinzugezogen werden) Kontrolle (KO), Prüfflächen (PF/PF2) und Referenzfläche (RF) extrahierten Regenwürmer der im April 2011 beprobten 4 Betriebe Badens und an der Mosel. Zur Ergänzung der Grafik finden sich in Tab. 3b die Cu-Gesamtgehalte [mg/kg Boden TM], gemessen in Proben des Aushubs der Wurmextraktion. Die Gehalte in den aktuell bewirtschafteten Prüfflächen (fett) decken einen Bereich geringer bis starker Belastung aus.

Fig. 1b *Mean total abundance [n/m²] of the extracted earthworms in the 3 treatment groups (due to a very low copper load in the selected test plot, in two cases test plots with higher load (PF2) had to be included additionally), untreated control (KO), test plot (PF) and reference plot (RF) of 4 farms located in Baden and at the Mosel river being selected for the April sampling in 2011. Complementary to the figure, Table 3b lists the total copper contents determined in samples of the excavated soil from earthworm extraction. The content values determined at sites currently under cultivation (bold) represent a range of mild to severe contamination.*

Bei näherer Betrachtung der Verteilung auf Lebensformen [Streubewohner (epigäisch), Mineralbodenbewohner (endogäisch) und Tiefengräber (anezisch)] (Abb. 2a und b) und erst recht bei Betrachtung der Artenzahlen der Beprobungen im Oktober 2010, werden dagegen Auswirkungen erkennbar (Abb. 3a und b).

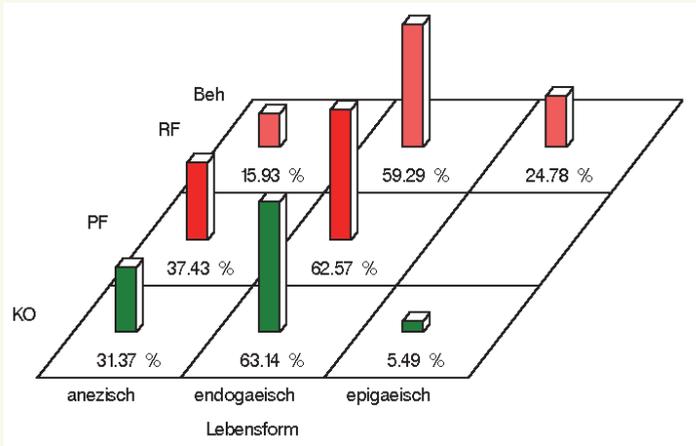


Abb. 2a Relativer Anteil [%] der Lebensformen an den Abundanzen je Prüfglied im Betrieb PF02 (Kupfergesamtgehalte s. Tab. 3a)

Fig. 2a Relative percentage of life forms in % abundance in each of the treatment groups of the farm PF02 (total copper contents see Tab. 3a)

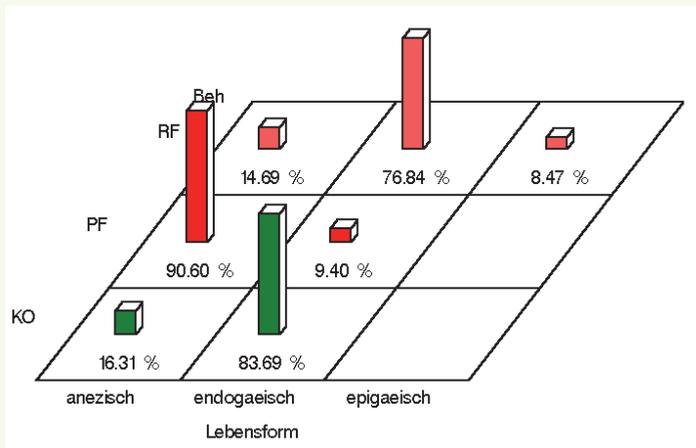


Abb. 2b Relativer Anteil [%] der Lebensformen an den Abundanzen je Prüfglied im Betrieb PF03 (Kupfergesamtgehalte s. Tab. 3a)

Fig. 2a Relative percentage of life forms in % abundance in each of the treatment groups of the farm PF03 (total copper contents see Tab. 3a)

Im Betrieb PF02 mit seiner mäßigen Kupferbelastung auf der Prüffläche ist die Verteilung der Abundanzen auf die Lebensformtypen in allen drei Prüfgliedern sehr ähnlich. Die stets schwach vertretenen epigäischen Arten wurden auf der Prüffläche nicht extrahiert, was angesichts der geringen Zahlen in der Kontrolle wohl nicht der Cu-Belastung zuzuschreiben ist. Anders stellt sich das Bild beim Betrieb PF03 dar, der mit 179 mg Cu/kg Boden schon eine deutlich erhöhte Belastung

aufweist. Hier ist der Anteil endogäischer Arten auf der Prüffläche gegenüber den beiden anderen Prüfgliedern mit geringerer Belastung stark reduziert und verhilft den anezischen Arten zu einem überproportional hohen relativen Anteil. Bei einer Verfeinerung der Analyse zeigt sich allerdings, dass auch die Prüffläche des Betriebs PF02 auf der Ebene der Arten von einer Reduktion betroffen ist, obwohl der zahlenmäßige Anteil endogäisch lebender Regenwürmer noch nicht betroffen ist. Für den Betrieb PF03 gilt dies in verstärktem Maße (Abb. 3a und 3b), wobei endogäisch lebende Würmer kaum noch gefunden wurden.

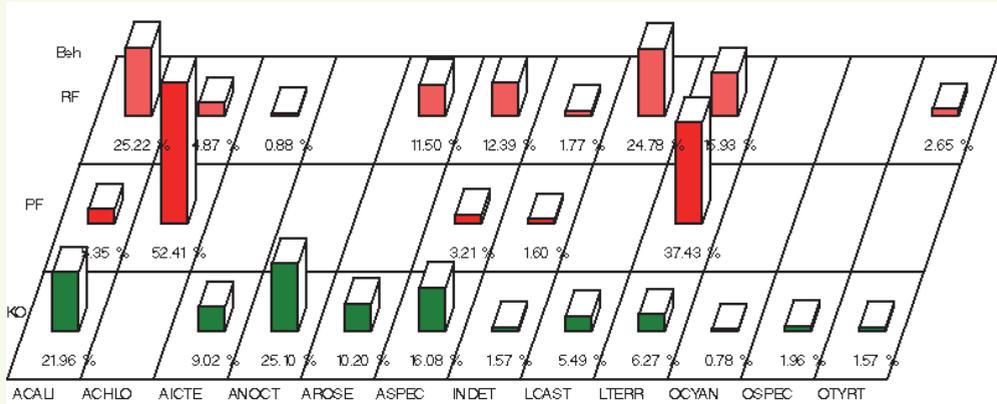


Abb. 3a Relativer Anteil [%] der extrahierten Arten an den Abundanzen je Prüfglied im Betrieb PF02 (Kupfergesamtgehalte s. Tab. 3a)

Fig. 3a Relative percentage of the identified species in % abundance in each of the treatment groups of the farm PF02 (total copper contents see Tab. 3a)

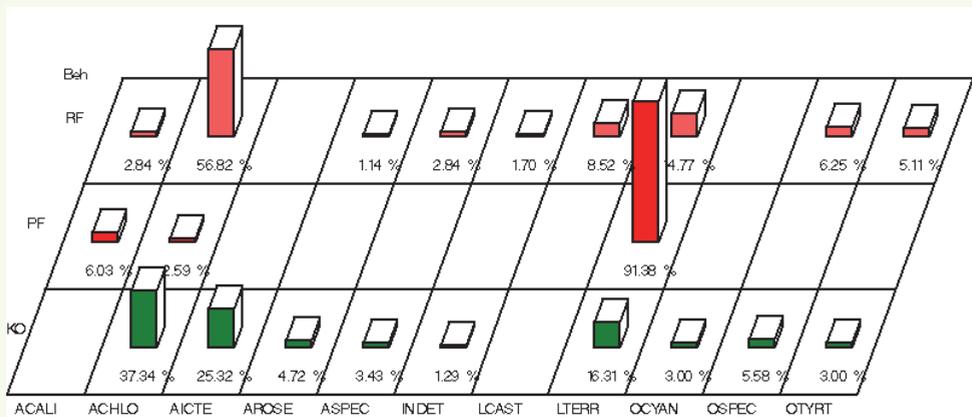


Abb. 3b Relativer Anteil [%] der extrahierten Arten an den Abundanzen je Prüfglied im Betrieb PF03 (Kupfergesamtgehalte s. Tab. 3a)

Fig. 3b Relative percentage of the identified species in % abundance in each of the treatment groups of the farm PF03 (total copper contents see Tab. 3a)

In allen untersuchten Flächen beider Beprobungsjahre äußerten sich die Wirkungen maßgeblich in einer Reduktion der Artenzahl der Mineralbodenbewohner. Im Falle geringerer Belastung (< 100 mg Cu/kg Boden) war diese Lebensform zwar noch zahlenmäßig präsent, aber nur durch eine Art repräsentiert. Bei hohen Gehalten (> 200 mg Cu/kg Boden) entfiel diese Lebensform zur Gänze und

Streubewohner und Tiefengräber bestimmten die Lebensgemeinschaft bei nun auch deutlich reduzierter Gesamtabundanz. In der Mehrzahl der untersuchten Flächen aller 8 Betriebe reichte eine anteilige Auftrennung der relativen Abundanzen nach Lebensform aus, um Effekte sichtbar zu machen.

Schlussfolgerungen

— Hinsichtlich der Wirkungsbeschreibung:

- Zur Beschreibung der Auswirkungen der Bodenbelastung auf die Regenwurmpopulation des Standortes haben sich die Gesamtabundanzen als Endpunkt bei geringer bis mittlerer Belastung als unempfindlich erwiesen.
- Die Abundanzverteilung nach Lebensformtypen hat sich mit einer Ausnahme als empfindlicher Endpunkt erwiesen.
- Auf Artebene konnte auch in Fällen geringerer Kupferbelastung eine Reduktion der Artenzahl beobachtet werden, auch wenn der relative Abundanzanteil, bezogen auf die Lebensform, vergleichbar mit der Kontrolle war. Die Artenzahl erwies sich somit als der empfindlichste Endpunkt.

— Hinsichtlich des Handlungsbedarfs:

- Welche Bodeneigenschaften beeinflussen in welchem Maße die Wirkungsausprägung?
- Wie sind die Auswirkungen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Nutzung zu bewerten?
- Wann sind die Grenzen der Elastizität des Ökosystems Boden erreicht?

Literatur

RIEPERT, F., A. STEINDL, R. EIBACH, M. MAIXNER, C. REICHMUTH, J. STRASSEMAYER und T. STRUMPF, 2010: Monitoring of total contents of copper in organically and conventionally managed soils. Part 1: Study plan and preliminary sampling of copper and other anthropogenic induced heavy metal contents in vineyard soils. *Journal für Kulturpflanzen*, **62** (2), 42-50.

STRUMPF, T., A. STEINDL, J. STRASSEMAYER und F. RIEPERT, 2011: Erhebung von Kupfergesamtgehalten in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Böden. Teil 1: Gesamtgehalte in Weinbergsböden deutscher Qualitätsanbaugebiete. *Journal für Kulturpflanzen*, **63** (5), 131-143.