Ergebnisse der Regenwurmfeldstudie

Matthias Weidenauer
Battelle AgriFood Schweiz, European Union Copper Task Force
weidenauer@battelle.org

Ergebnisse der Regenwurmfeldstudie

im Rahmen der EU Wiederzulassung von Kupferfungiziden

Matthias Weidenauer

European Union Copper Task Force

Fachgespräch « Kupfer als Pflanzenschutzmittel »
7.Dezember 2012

European Union Copper Task Force

- 13 Mitgliedsfirmen

  Agri Estrella S. de R.L. de C.V.
  Cerexagri s.a.
  Cinkarna - Metallurgical & Chemical Industry Celje, INC.
  DuPont de Nemours (France) S.A.S.
  n.v. Erachem Comilog s.a.
  Industrias Quimicas Del Valles, S.A.
  Isagro S.p.A.
  Manica SpA
  Montanwerke Brixlegg AG
  Nordox AS
  Nufarm GmbH & Co KG
  Sales y Derivados de Cobre S.A.
  Spieß-Urania Chemicals GmbH

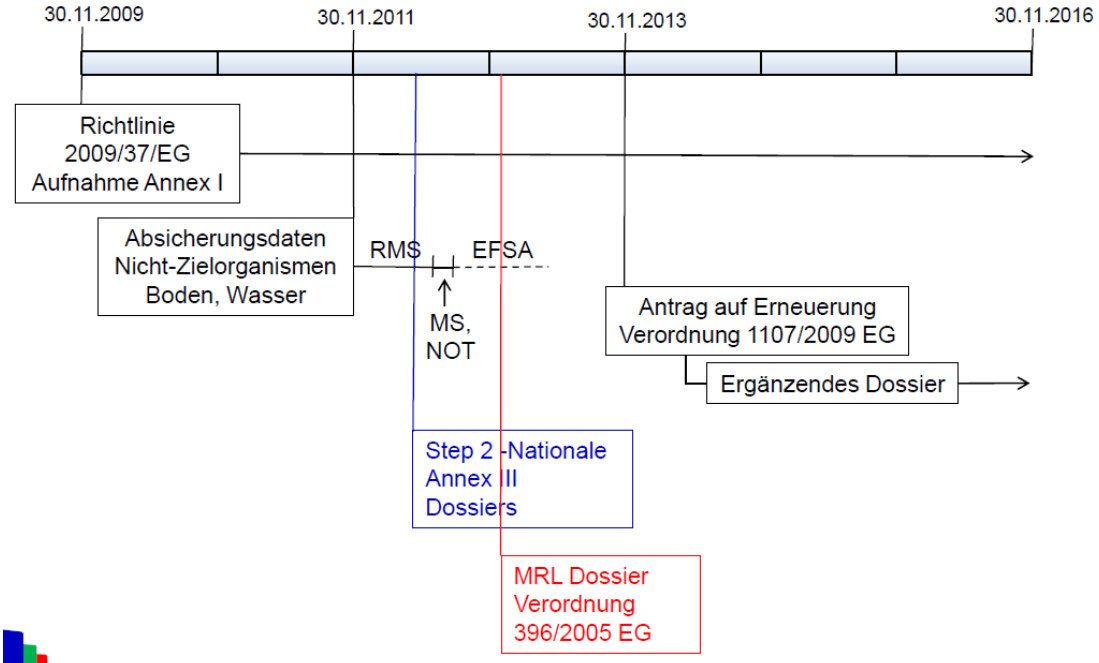
- Ziel: Aufnahme der Aktivsubstanz Kupferverbindungen in Annex I der Richtlinie 91/414/EWG
  - Kupferhydroxid — Kupferkalkbrühe (Bordeaux mixture)
  - Kupferoxychlorid — Dreibasisches Kupfersulfat
  - Kupferoxid

- Und: Absicherung und Erneuerung der Aufnahme nach Verordnung (EG) 1107/2009

BUSINESS SENSITIVE 2

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Status der Zulassung in der EU

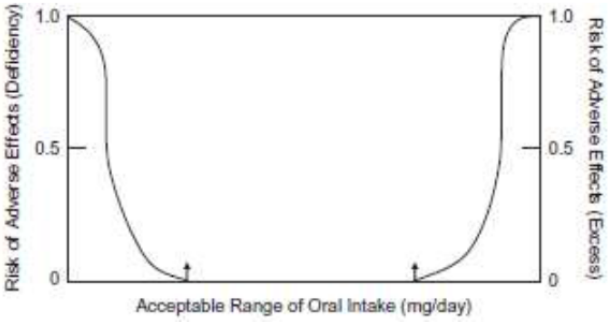


EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

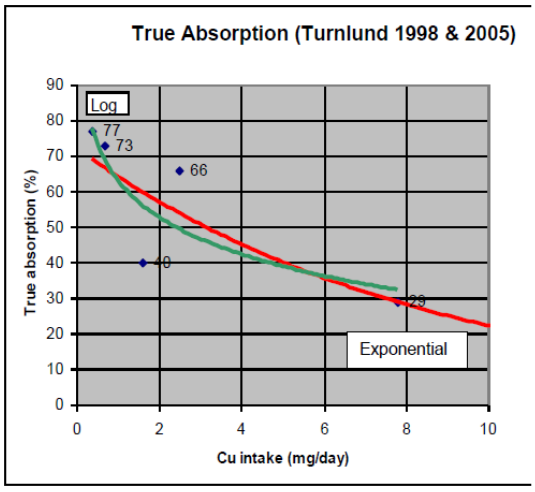
Risikoabschätzung für Cu

- Toxisches Schwermetall
- Essentielles Spurenelement
- Ubiquitär

➢Homöostatische Kontrolle



Source: J Tox Env Health A, 73:114-127 2010



Source: VRAR

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Langzeitfeldstudie - Regenwurm

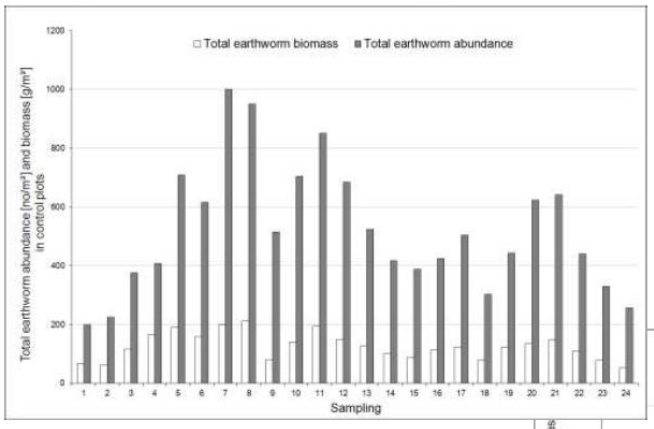
- Klein et. al. 2011
- Studie im Jahr 2003 begonnen
  - Richtlinie ISO 11268-3
  - 2 Standorte Süddeutschland (Gras)
    - Schluff (Us, Niefern), Lehm (Lt, Heiligenzimmern)
  - Jährliche Dosisraten 4 kg/ha, 8 kg/ha and 40 kg/ha
    - 3 Applikationen / Probenahme (Apr. Okt. und Dez.)
    - 2 Probenahmen und keine Applikation von 40 kg/ha seit 2009
  - Endpunkte: Anzahl, Biomasse, Taxa, Bio-Akkumulation
- Kupfergehalt im Boden
  - Horizonte 0-5 cm, 5-30 cm
  - Gesamtkupfer und $CaCl_2$ Extrakt

BUSINESS SENSITIVE 5

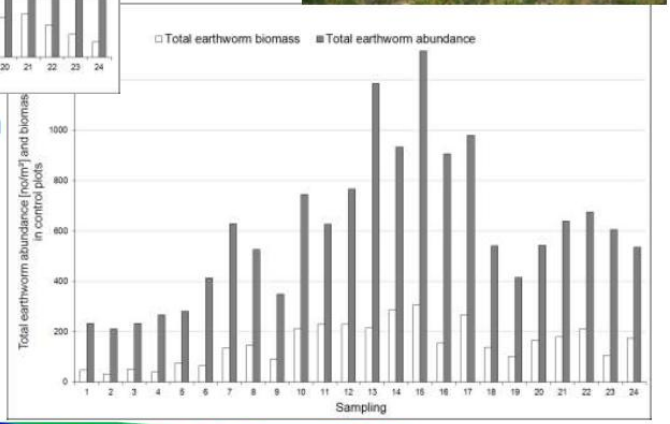
EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Regenwurm Populationen - Kontrolle

Niefern



Heiligenzimmern



BUSINESS SENSITIVE 6

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

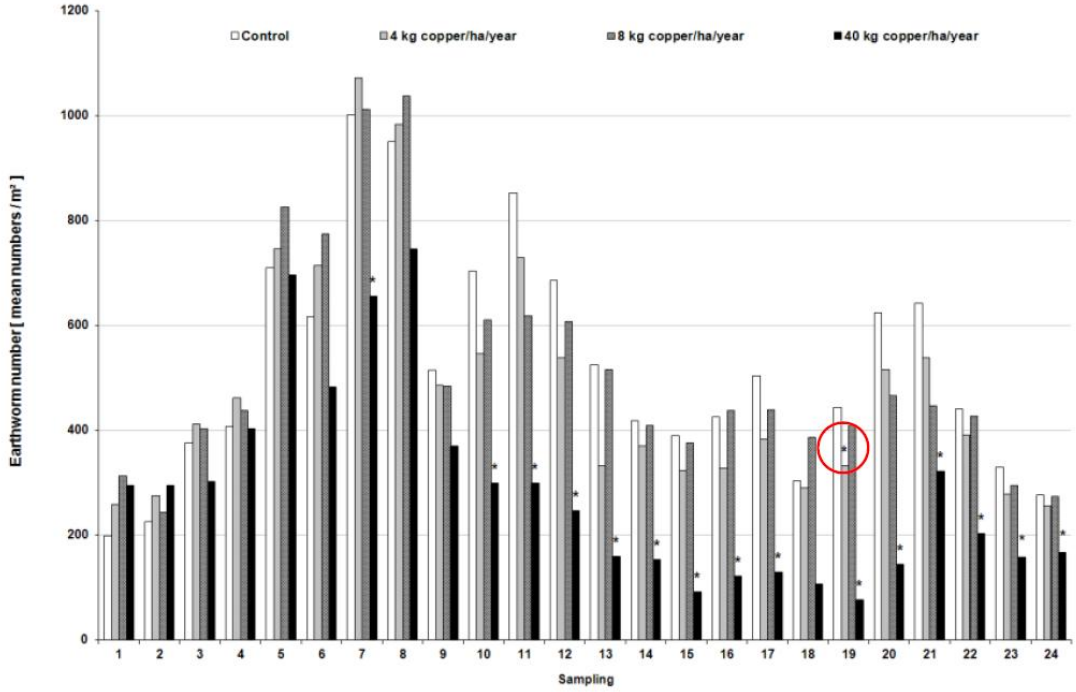
Gefundene Regenwurm Spezies

Genus	Species	Adult/Juvenile	Ecological Group
Allolobophora	*antipae*	adult	endogeic
Aporrectodea	*caliginosa*	adult	endogeic
Allolobophora	*chlorotica*	adult	endogeic
Allolobophora	*chlorotica*	juvenile	endogeic
Aporrectodea	*limicola*	adult	endogeic
Aporrectodea	*longa*	adult	anecic
Aporrectodea	*rosea*	adult	endogeic
Allolobophora	*thaleri*	adult	endogeic
Lumbricus	spp.	front ends	-
Lumbricus	*castaneus*	adult	epigeic
Lumbricus	*rubellus*	adult	epigeic
Lumbricus	*terrestris*	adult	anecic
Murchieona	*minuscula*	adult	endogeic
Octolasion	*cyaneum*	adult	endogeic
Octolasion	*lacteum*	adult	endogeic
Tanylobous	spp.	juvenile	-
Epilobous	spp.	juvenile	-
Tanylobous	spp.	front ends	-
Epilobous	spp.	front ends	-

BUSINESS SENSITIVE 7

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Anzahl Regenwürmer - Niefern



BUSINESS SENSITIVE 8

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Field site	Year	Sampling	4 kg Copper/ ha/year	8 kg Copper/ ha/year	40 kg Copper/ ha/year
Heiligenzimmern	2003	1	-	-	-
		2	-	-	-
	2004	3	-	-	-
		4	-	-	-
		5	-	-	-
	2005	6	-	-	-
		7	-	-	-
		8	-	-	45.9*
	2006	9	-	-	-
		10	-	-	43.3*
		11	-	-	50.4*
	2007	12	-	22.8*	48.2*
		13	-	-	83.7*
		14	-	26.0*	85.1*
	2008	15	-	-	65.1*
		16	-	-	62.0*
		17	-	-	65.6*
	2009	18	-	-	62.9*
		19	-	-	81.4*
	2010	20	-	-	78.0*
		21	-	-	-
	2011	22	-	-	65.1*
		23	-	-	56.9*
	2012	24	-	-	63.0*

Anzahl Heiligenzimmern

Reduktion der Anzahl Regenwürmer %

* signifikante Reduktion

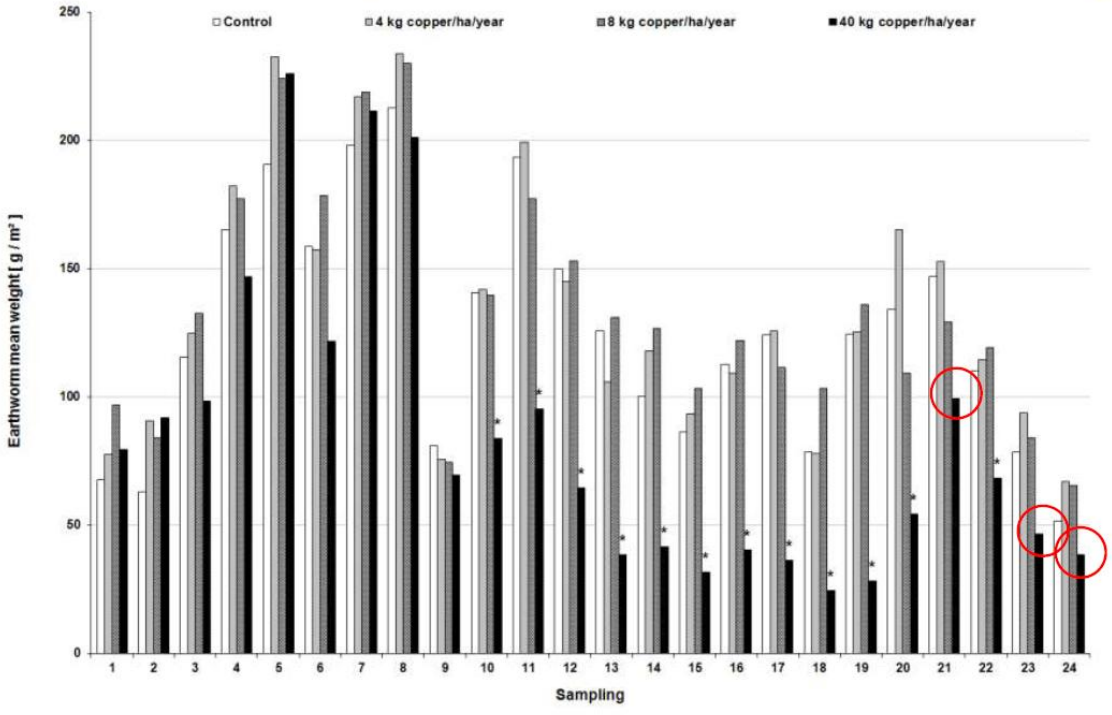
\- keine signifikante Reduktion

Nach Probenahme 19 keine weitere Applikation bei 40 kg Cu/ha/Jahr

BUSINESS SENSITIVE 9

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Biomasse Regenwürmwer - Niefern

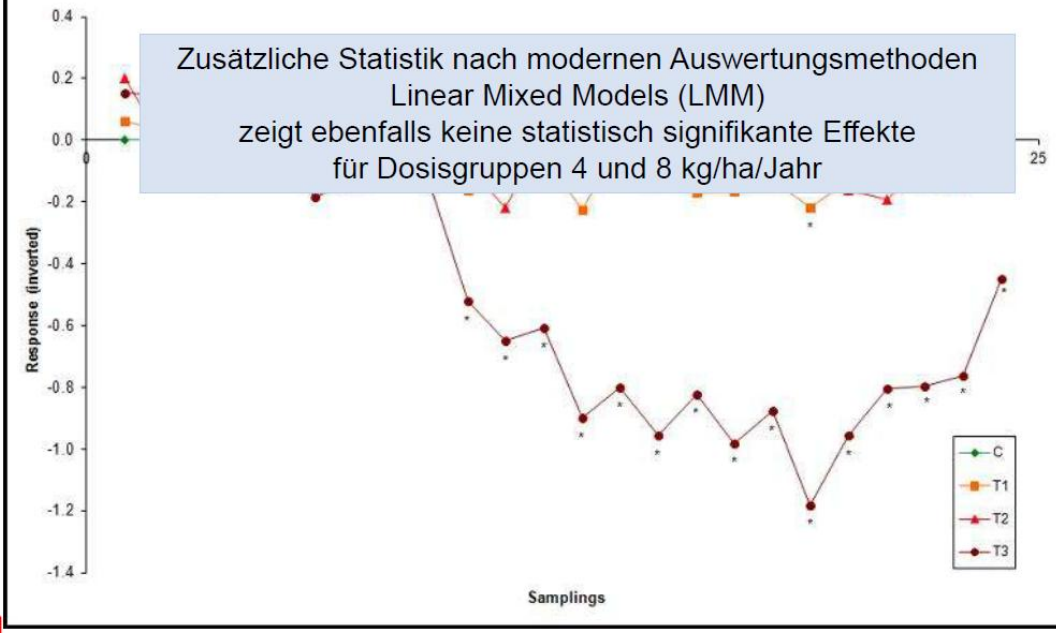


BUSINESS SENSITIVE 10

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Multivariaten Analyse (PRC) – Niefern

Zusätzliche Statistik nach modernen Auswertungsmethoden
Linear Mixed Models (LMM)
zeigt ebenfalls keine statistisch signifikante Effekte
für Dosisgruppen 4 und 8 kg/ha/Jahr



BUSINESS SENSITIVE 11

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Resultate Anzahl Jungtiere

Earthworm species/group	Year	Sampling	4 kg Copper/ ha/year	8 kg Copper/ ha/year	40 kg Copper/ ha/year
Tanylobous juvenile earthworms	2004	3	-	-	66.4*
	2005	6	-	-	63.5*
		7	-	-	43.7*
	2006	9	-	-	66.7*
		10	39.1*	32.3*	82.3*
		11	-	-	74.3*
	2007	12	43.0*	-	82.1*
		13	50.7*	-	92.3*
		14	-	-	86.6*
	2008	15	-	-	82.4*
		16	-	-	82.9*
		17	-	-	89.9*
	2009	18	-	-	85.0*
		19	-	-	93.5*
	2010	20	-	-	83.8*
Epilobous juvenile earthworms	2006	10	-	-	54.5*
		11	-	-	64.5*
	2007	13	-	-	70.8*
		14	-	-	72.9*
	2008	17	-	-	75.1*
	2009	19	-	-	85.3*
	2010	20	-	-	83.3*
		21	-	-	88.9*
	2011	22	-	-	82.7*
		23	-	-	91.1*
	2012	24	-	-	76.9*
Total juvenile earthworms	2005	7	-	-	41.8*
	2006	10	-	-	65.7*
		11	-	-	68.5*
	2007	12	-	-	71.8*
		13	-	-	80.5*
		14	-	-	78.4*
	2008	15	-	-	83.3*
		16	-	-	72.7*
		17	-	-	83.6*
	2009	18	-	-	73.4*
		19	-	-	89.6*
	2010	20	-	-	83.5*
		21	-	-	58.3*
	2011	22	-	-	60.1*
		23	-	-	59.7*

Niefern

Heiligenzimmern

Earthworm species/group	Year	Sampling	4 kg Copper/ ha/year	8 kg Copper/ ha/year	40 kg Copper/ ha/year
Tanylobus juveniles	2005	7	-	-	66.0*
		8	-	-	66.3*
	2006	9	-	-	57.1*
		10	-	-	80.3*
		11	-	-	79.3*
	2007	12	-	-	80.4*
		13	-	-	92.4*
		14	-	-	90.4*
	2008	15	-	32.8*	81.6*
Epilobous juveniles	2007	13	-	-	81.0*
		14	-	36.5*	85.1*
	2008	15	-	-	57.6*
		16	-	-	72.8*
		17	-	-	71.3*
	2009	18	-	-	71.3*
		19	-	-	82.9*
	2010	20	-	-	85.1*
		21	-	-	88.6*
	2011	22	-	-	91.4*
		23	-	-	92.0*
	2012	24	-	-	91.0*
Total juvenile earthworms	2006	10	-	-	47.2*
		11	-	-	46.4*
	2007	12	32.3*	30.6*	49.0*
		13	-	-	86.0*
		14	-	28.9*	87.6*
	2008	15	-	-	65.1*
		16	-	-	63.8*
		17	-	-	65.4*
	2009	18	-	-	63.7*
		19	-	-	82.1*
	2010	20	-	-	80.3*
	2011	22	-	-	68.2*
		23	-	-	56.0*
	2012	24	-	-	59.1*

BUSINESS SENSITIVE 12

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Resultate Anzahl nach Lebensraum und -weise

Niefern

Earthworm species/group	Year	Sampling	4 kg Copper/ ha/year	8 kg Copper/ ha/year	40 kg Copper/ ha/year
Epigeic earthworms	2004	3	80.0*	84.0*	96.0*
		4	-	-	64.8*
	2006	9	-	57.8*	85.3*
	2007	13	-	-	60.9*
		14	-	-	76.2*
	2008	15	-	-	78.6*
	2009	19	-	-	80.6*
	2010	20	-	-	62.7*
Endogeic earthworms	2006	11	-	-	60.1*
	2008	16	-	-	81.3*
	2009	19	48.5*	-	64.4*
	2010	20	-	-	63.0*
		21	-	-	76.0*
	2011	22	-	-	66.9*
		23	-	-	63.6*
	2012	24	-	-	73.7*
Lumbricus terrestris (=anecic earthworms)		No significant reductions			

Heiligenzimmern

Earthworm species/group	Year	Sampling	4 kg Copper/ ha/year	8 kg Copper/ ha/year	40 kg Copper/ ha/year
Lumbricus terrestris (=anecic earthworms)	2005	7	-	58.0*	76.0*
		8	-	-	78.7*
	2006	9	-	-	76.3*
		11	-	-	63.3*
	2007	12	-	-	75.2*
		13	-	-	61.6*
		14	32.2*	-	74.9*
	2008	15	-	-	48.1*
		17	-	-	58.9*
	2011	22	-	-	47.9*
Epigeic earthworms	2006	9	-	-	83.3*
	2007	12	-	-	70.6*
Endogeic earthworms	2005	7	-	-	36.8*
		8	33.3*	43.5*	66.9*
	2006	10	-	27.6*	59.7*
		11	-	-	65.0*
	2007	12	22.4*	-	57.2*
		13	-	-	85.0*
		14	-	-	85.5*
	2008	15	-	-	76.2*
		16	-	-	68.3*
		17	-	34.9*	76.6*
	2009	18	-	-	67.8*
		19	-	-	84.9*
	2010	20	-	-	81.8*
	2011	21	-	-	84.8*
		22	-	-	84.6*
		23	-	-	77.3*
	2012	24	-	-	83.0*

BUSINESS SENSITIVE 13

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Resultate Einzelspezies

Heiligenzimmern

Earthworm species/group	Year	Sampling	4 kg Copper/ ha/year	8 kg Copper/ ha/year	40 kg Copper/ ha/year
Aporrectodea caliginosa	2005	7	-	-	79.7*
		8	43.9*	56.6*	88.9*
	2006	9	-	-	77.6*
		10	-	-	95.8*
		11	-	-	87.2*
	2007	12	-	44.0*	91.3*
		13	-	-	96.1*
		14	-	-	97.2*
	2008	15	-	-	89.0*
		16	-	-	93.2*
		17	-	-	96.2*
	2009	19	-	-	98.0*
	2010	20	-	-	97.7*
		21	-	-	93.7*
	2011	22	-	-	99.1*
		23	-	-	93.2*
	2012	24	-	65.9*	100.0*
Allolobophora chlorotica	2006	10	-	-	100.0*
		11	-	-	89.3*
	2007	12	-	-	85.1*
		14	-	-	95.1*
	2008	15	-	61.5*	94.9*
		16	-	-	100.0*
		17	-	-	100.0*
	2010	20	-	-	100.0*
		21	-	-	91.9*
	2011	22	-	-	93.3*
Aporrectodea rosea	2005	8	-	-	39.7*
	2007	13	-	-	71.9*
		14	-	-	75.8*
	2008	15	-	-	69.5*
		16	-	-	53.8*
		17	-	41.0*	65.1*
	2009	18	-	-	65.9*
		19	-	-	74.4*
	2010	20	-	-	73.0*
		21	-	-	70.1*
	2011	22	-	-	68.1*
		23	-	-	70.6*
	2012	24	-	-	72.0*

Niefern

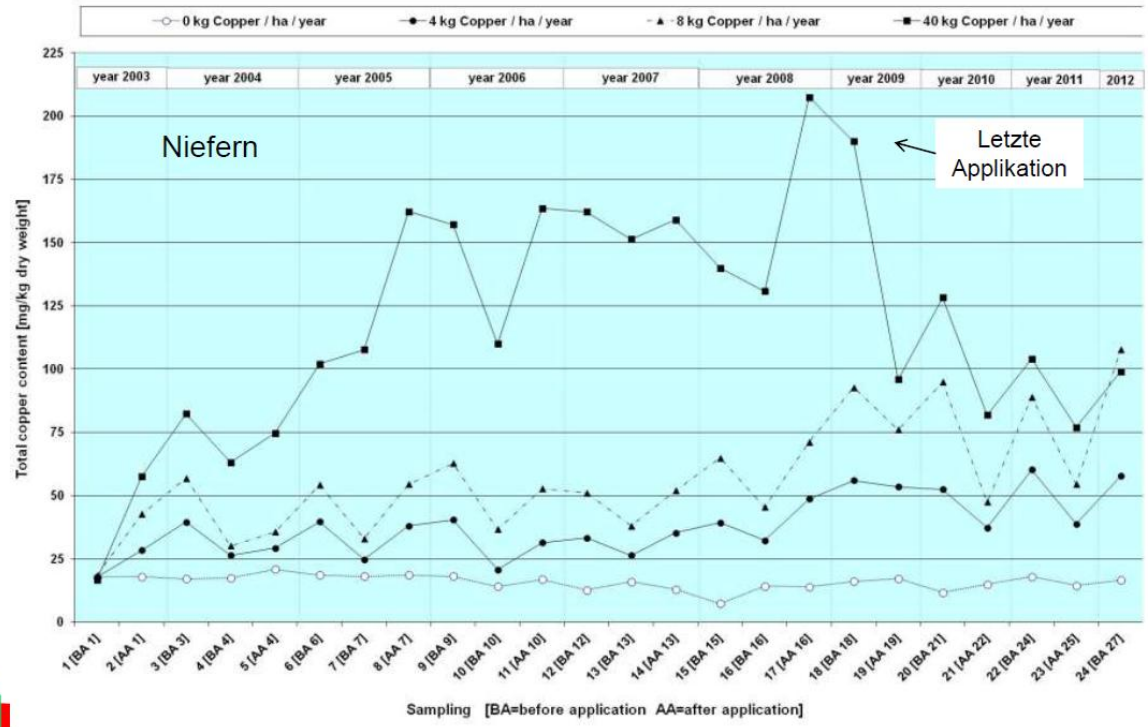
Earthworm species/group	Year	Sampling	4 kg Copper/ ha/year	8 kg Copper/ ha/year	40 kg Copper/ ha/year
Aporrectodea caliginosa	2006	11	-	-	72.4*
	2007	13	-	-	88.4*
	2008	16	-	-	95.1*
		17	-	-	94.9*
	2009	19	64.2*	-	97.3*
	2010	20	-	-	87.9*
		21	-	-	93.9*
	2011	22	-	-	93.4*
		23	-	-	95.8*
	2012	24	-	-	81.5*
Aporrectodea rosea	2008	16	-	-	92.1*
	2009	19	-	-	98.0*
	2010	20	-	-	93.6*
		21	-	-	95.1*
	2011	22	-	-	97.6*
		23	-	-	100.0*
Lumbricus rubellus	2004	3	80.0*	84.0*	96.0*
	2005	8	-	-	58.8*
	2006	9	55.6*	52.8*	80.6*
	2007	13	-	-	68.0*
		14	-	-	74.6*
	2009	19	-	-	78.0*
	2010	20	-	-	53.2*

Keine Spezies nachhaltig beeinträchtigt bei 4 und 8 kg/ha/Jahr

BUSINESS SENSITIVE 14

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

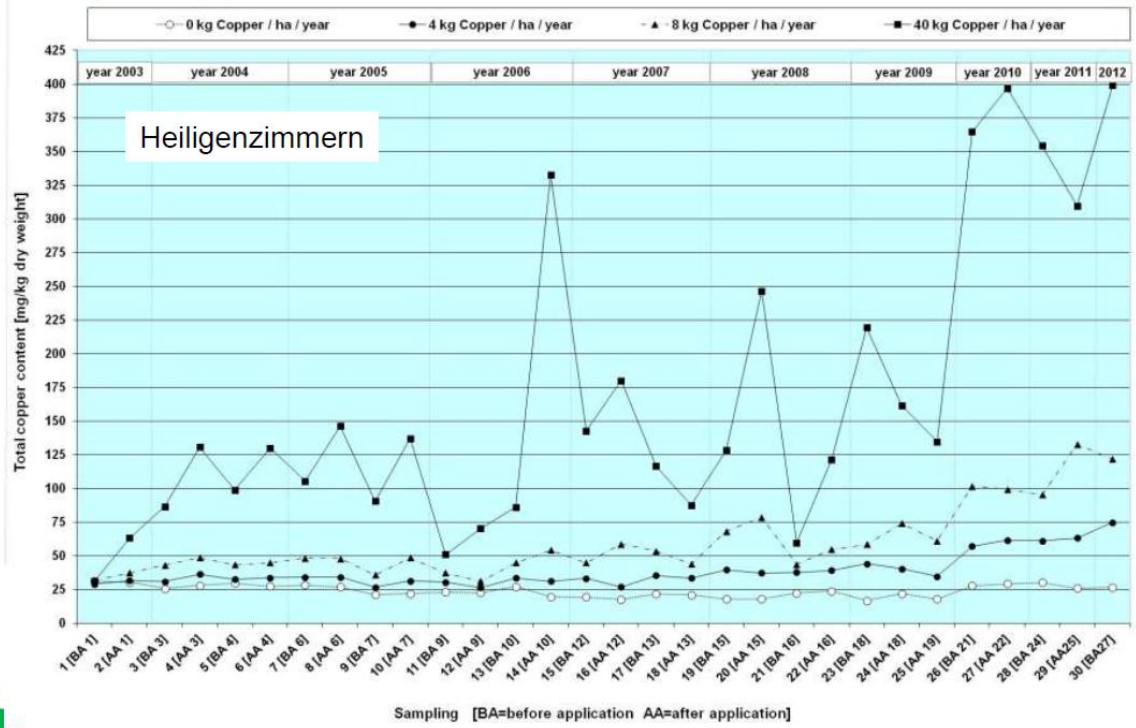
Kupfergehalt im Regenwurm



BUSINESS SENSITIVE 15

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Kupfergehalt im Boden



BUSINESS SENSITIVE 16

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Weitere Informationen

- $Cu_{Regenwurm}/Cu_{Boden}$ = 0.5 – 0.8
- Cu Gehalt im Boden von 5-30 cm
  - Konstant 25-30 mg/kg für Kontrolle, 4 und 8 kg/ha/Jahr
  - Leicht erhöht für 40 kg/ha/Jahr
- $CaCl_2$ Extrakt für alle Gruppen niedrig 0 – 2 mg/kg
- Expertenmeinung konsultiert
  - Dr. C.A.M. Kees van Gestel
  - Dr. Kevin C. Brown
  - Prof. Dr. Paul van den Brink

➢Schlussfolgerungen des Studienleiters bestätigt

➢Cu Gehalt einzelner Regenwumspezies erfassen

BUSINESS SENSITIVE 17

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Regenwurm Feldstudie mit Cu

- Ergebnisse nach 9 Jahren
  - Keine statistisch signifikanten Effekte bei 4 kg/ha/Jahr und 8 kg/ha/Jahr
    - 3 verschiede statistische Modelle und Expertenmeinung
    - Keine Untergruppe oder Spezies beeinträchtigt
    - Effekte deutlich bei 40 kg/ha/Jahr
  - Bodenkonzentration ca. 120 mg/kg für 8 kg/ha/Jahr und 0-5 cm
    - Massenbilanz verbessert (93 mg/kg appliziert)
    - Bodenkonzentration ca. 40 mg/kg für 0-30 cm

BUSINESS SENSITIVE 18

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Bioverfügbarkeit und Alterung

- Regressionsmodell entwickelt von ECI (VRAR)
  - Korrelationen von Toxizität für verschiedene Bodenorganismen mit pH, KAK, organischem Material, Ton
    - http://echa.europa.eu/web/guest/copper-voluntary-risk-assessment-reports
  - Erweitert von Kupfer TF für landwirtschaftliche Szenarien
  - L/A Faktor für Weinbau: siehe TF Beitrag Kupfer Fachgespräch 2011
    - http://kupfer.jki.bund.de/
  - Tests mit E. albidus komplettiert
    - Veröffentlicht in: Science of the Total Environment 443 (2013) 470-477

➢ Alterungsfaktor **(L/A) = 4** zur Ermittlung von spezifischen PNECs nach Bodenart vorgeschlagen

BUSINESS SENSITIVE 19

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Überprüfung des L/A Faktors an Regenwurmfeldstudie

Niefern	Start (28/10/2003)	Year 7 (29/06/2009)	Average
pH $CaCl_2$	5.0	4.8	4.81
Organic C (%)	1.87	2.55	2.46
CEC ($cmol_c$/kg)	14.5	16	14.9
Clay (%)	5.1	5.1	5.1
PNEC (mg Cu/kg) L/A 2	68.0	75.7	**72.8**
PNEC (mg Cu/kg) L/A 4			**122.7**

Heiligenzimmern	Start (05/11/2003)	Year 7 (16/06/2009)	Average
pH $CaCl_2$	6.9	6.6	6.47
Organic C (%)	3.43	3.4	3.21
CEC ($cmol_c$/kg)	41.9	39.5	33.8
Clay (%)	32.4	32.4	32.4
PNEC (mg Cu/kg) L/A 2	163.8	163.9	**152.9**
PNEC (mg Cu/kg) L/A 4			**247.2**

BUSINESS SENSITIVE 20

EUROPEAN UNION COPPER TASK FORCE

Kupfer als Pflanzenschutzmittel

- EU Copper Task Force unterstützt weiterhin die Zulassung von Kupfer als Aktivsubstanz
  - Absicherungsdaten erlauben die Ableitung einer sicheren Nutzung von Kupfer bis zu 8 kg/ha/Jahr
- Wirksamkeitsversuche bei EU Mitgliedsstaaten eingereicht
  - Reduktion von Kupfergaben auf die zum Erzielen des gewünschten Effekts minimal notwendige Dosis
- Keine einheitliche Dosis für alle Kulturen und Europa
  - Standortspezifische Risikobewertung
  - Regressionsmodell für Boden
- Keine Notwendigkeit für sofortigen Ausstieg
  - Begutachtung für jeweils nächste Zulassungsperiode

BUSINESS SENSITIVE 21