
Umweltverhalten von Pflanzenschutzmitteln / Nichtzielorganismen

158 - Integration von PRZM in SYNOPSIS als ein Web-basiertes Tool zur Abschätzung des Umweltrisikos von Pestiziden

Integration of PRZM in SYNOPSIS as a web-based tool to assess environmental risk of pesticides

Anto Raja Dominic¹, Burkhard Golla¹, Julia Tecklenburg¹, Peter Horney¹, Daniel Daemlow¹, Jörn Boehmer², Andrea Claus-Krupp², Jörn Strassemeyer¹

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow, anto.raja@julius-kuehn.de

²Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Pflanzenschutzdienst

In the framework of the project H₂Ot-Spot Management NRW, a web-based tool for environmental risk assessment of pesticides on field-level has been developed to identify hotspots and to support advisors and farmers to select appropriate risk mitigation measures. This tool was developed by integrating the risk indicator SYNOPSIS and the Pesticide Root Zone Model (PRZM).

SYNOPSIS has been used in the framework of European projects since 1996 to evaluate risk to non-target organisms in aquatic and terrestrial ecosystems due to agricultural pesticide use, based on the exposure pathways - drift, drainage and runoff (Gutsche and Rossberg, 1997, Gutsche and Strassemeyer, 2007). As a new tool for runoff, PRZM was integrated into SYNOPSIS. PRZM, created by the USEPA (Environmental Protection Agency, USA) is a widely used model for the prediction of edge-of-field pesticide concentrations. A modified version is also used in the EU-FOCUS for pesticide registration.

PRZM requires a host of input parameters pertaining to field characteristics, pesticides, crop, soil and weather. Landuse comes from digital field-based datasets such as InVeKos or ATKIS. Field slopes were calculated from a digital elevation model (DGM10, BKG, Deutschland). The data on the pesticide properties comes from the European PPDB (Lewis et al. 2016). Related information such as date and method of application will be entered by the user at run-time. The crop parameters are based on the EU-FOCUS Surface and Ground Water scenarios. As daily weather data 1x1 km² grid data from the German Weather Service (Deutsche Wetter Dienst) is used. Detailed soil parameters, some of them at the horizon level, are required for runoff calculations. These were derived from the BK50 dataset for NRW. The categorisation of the soils into Hydrologic Soil Groups was done according to the method described in GERDA (Bach et al. 2015), by linking BK50 soils to Footprint Soil Types (Hollis 2007). The new SYNOPSIS integrated with PRZM was applied in a reference catchment in NRW and the results are discussed based on the application of various risk mitigation measures.

Literatur

- BACH, M., GUERNICHE, D., THOMAS, K., TRAPP, M., KUBIAK, R., HOMMEN, U., KLEIN, M., REICHENBERGER, S., PREUß, T. 2015: Bewertung des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächen- gewässer: Weiterentwicklung der Konzepte zur Modellierung der Einträge über die Expositionspfade Runoff, Erosion und Drainage unter Berücksichtigung der Harmonisierungsanforderungen im zukünftigen europäischen Zulassungsverfahren
- GUTSCHE, V., ROSSBERG, D., 1998: SYNOPSIS_3. In Day, Ester (Hrsg.): Integrated Pest Management Measurement Systems workshop Chicago, June 12 and 13, 99-113.
- GUTSCHE, V., STRASSEMAYER, J., 2007: SYNOPSIS - ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln, Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 59(9) S. 197-210

Hollis, J. M., 2007, Modelling Runoff Inputs to surface waters: present state and future focus, XIII Symposium Pesticide Chemistry - Environmental Fate and Human Health, Sep 3-6, Piacenza, Italy
 LEWIS, K.A. TZILIVAKIS, J., WARNER, D. AND GREEN, A. 2016: An international database for pesticide risk assessments and management. Human and ecological Risk Assessment: An International Journal

159 - Filterstreifen als natürliche Barriere für den lateralen Transport von Pflanzenschutzmitteln – exemplarische Simulationen mit dem Modell VFSMOD

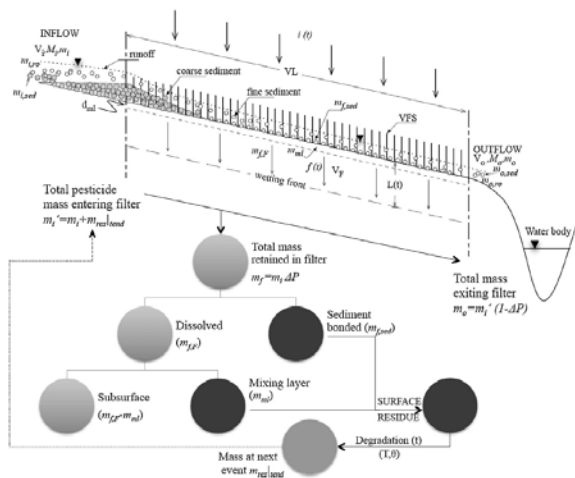
Vegetative filter strips as natural barrier for lateral pesticide transport – exemplary simulations with the model VFSMOD

Julia Tecklenburg¹, Anto Raja Dominic¹, Burkhard Golla¹, Jörn Böhmer², Andrea Claus-Krupp², Jörn Strassemeyer²

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow, julia.tecklenburg@julius-kuehn.de

²Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Pflanzenschutzdienst, Bonn

Filterstreifen werden gewöhnlich als natürliche Barriere in Nachbarschaft zu Gewässern oder anderen schützenswerten Landschaftselementen angelegt, um den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in diese zu reduzieren (BMELV, 2008). Im Rahmen des Projektes *H₂Ot-Spot Manager NRW* stellen Filterstreifen eine mögliche Minderungsmaßnahme zur Regulierung des Gewässereintrags dar. Das Potential zur Reduktion wird mit dem Modell VFSMOD analysiert, welches als prozessbasiertes, numerisches Modell innerhalb einer Modellkette integriert ist. Das Modell simuliert die Filterwirkung auf gelöste und am Sediment gebundene PSM (Muñoz-Carpena et al., 1999, Muñoz-Carpena et al., 2004, Reichenberger et al., 2007), welche den Filterstreifen aus angrenzenden, bewirtschafteten Flächen durchfließen.



Implementierte Methode zur Beschreibung der Pflanzenschutzmittel-Massenbilanzkomponenten im Modell VFSMOD (Quelle: Muñoz-Carpena et al., 2015).

Ziel dieser Studie ist die Untersuchung des Effekts ausgewählter Parameter, wie der Breite, der Bodenart und der Vegetation auf den Transport und die Verlagerung von PSM. Neben den chemischen und physikalischen Eigenschaften der eingesetzten PSM und der

Variabilität von Niederschlagsereignissen beeinflussen diese standortspezifischen Parameter die Verweildauer und den Abbau der PSM, die im Modell über ein Massenbilanzansatz berücksichtigt werden (Abb. 1). Die nichtlinearen Wechselwirkungen der PSM mit den gegebenen Standortbedingungen werden in dieser Studie analysiert, vor allem die Entwicklung des zeitlichen Austrags der PSM in ein angrenzendes Gewässer. Bekannte Effekte wie die der Pflanzendichte oder der Anteil des organischen Kohlenstoffgehaltes im Boden werden in Simulationen mit unterschiedlichen Standortbedingungen verglichen und exemplarisch ausgewertet. Damit sollen die Einsatzmöglichkeiten des Modells im *H₂Ot-Spot Manager NRW*, einem webbasiertem Tool zur Risikoabschätzung, dargestellt werden.

Literatur

- BMELV – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2008: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, Seite 9 -11.
- Muñoz-Carpena, R., Parsons, J.E., Gilliam, J.W., 1999. Modeling hydrology and sediment transport in vegetative filter strips. *J. Hydrol.* 214, 111–129. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694\(98\)00272-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00272-8).
- Muñoz-Carpena, R., Parsons, J.E., 2004. A design procedure for vegetative filter strips using VFSMOD-W. *Trans. ASAE* 47, 1933–1941.
- Muñoz-Carpena, R., Ritter, A., Fox, G. A., Perez-Ovilla, O., 2015. Does mechanistic modeling of filter strip pesticide mass balance and degradation processes affect environmental exposure assessments?. *Chemosphere*, 139, 410-421.
- Reichenberger, S., Bach, M., Skitschak, A., Frede, H.-G., 2007. Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground- and surface water and their effectiveness: a review. *Sci. Total Environ.* 384, 1–35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.04.046>.

159a - Kombinationswirkung der Pflanzenschutzmittel Caramba (a.i. Metconazol) und Calypso (a.i. Thiaclopid) auf das Aktivitätsverhalten des Mexikanischen Bachflohkrebses (*Hyaella azteca*) bei unterschiedlichen Sedimentcharakteristika

Testing for mixed effects of the pesticides Caramba (a.i. metconazol) and Calypso (a.i. thiaclopid) on activity behaviour of Hyalella azteca using different sediment characteristics

Anja Friedemann^{1,2)}, Wilfried Pestemer²⁾, Stefan Lorenz¹⁾

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, anja.friedemann@julius-kuehn.de

²Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer - Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin

Flora und Fauna von Kleingewässern werden durch ihre räumliche Nähe zu Anbauflächen stark von der umliegenden Landnutzung beeinflusst, so dass sie auch in besonderem Maße den Einträgen von Pflanzenschutzmitteln ausgesetzt sein können. Das Einsetzen von Tankmischungen in der landwirtschaftlichen Praxis sowie die Anwendung verschiedener Mittel nacheinander können zu potentiellen Interaktionen verschiedener Wirkstoffe nach deren Eintrag in die Gewässer führen.

Interaktionen zwischen Insektiziden und Fungiziden können zum Einem zu antagonistischen Effekten hinsichtlich der Nahrungsaufnahme / Schredderaktivität bei Makroinvertebraten in Gewässern führen (RASMUSSEN et al. 2012). Zum Anderen führt die Exposition von Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden in praxisrelevanten Mengen und Mischungen über Wasser und Nahrung zu einer synergistischen Reduktion der Nahrungsaufnahme bei Bachflohkrebsen (*Gammarus fossarum*) (BUNDSCHUH et al. 2013). Die derzeitige Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln berücksichtigt solche indirekten Effekte jedoch nicht.

Im Rahmen eines Kleingewässer-Monitorings werden derzeit Laborversuche durchgeführt, um die direkten und indirekten Wirkungen von Pflanzenschutzmitteln und Pflanzenschutzmittel-Mischungen auf aquatische Organismen zu untersuchen. Dabei wurden die Auswirkungen der häufig verwendeten Pflanzenschutzmittel Caramba (Fungizid, a.i. Metconazol) und Calypso (Insektizid, a.i. Thiaclopid) sowie deren Kombination auf das Aktivitätsverhalten am Beispiel des Bachflohkrebs *Hyalella azteca* getestet.

In Sedimentversuchen im Glassystem über 10 Tage wurde der Effekt der Wirkstoffkombination und der Einfluss verschiedener Sedimenteigenschaften auf die Mobilität von *Hyalella azteca* untersucht. Für die Versuche wurden die OECD-Richtlinien 202 (OECD 2004) und die US EPA-Richtlinie 600/R-99/064 (USEPA 2000) angepasst. Zum Vergleich der Wirkstoffe und der Wirkstoffkombination wurde zunächst die EC_{50} (48h, Immobilität, *Hyalella azteca*, Glassystem ohne Sediment) für jeden Wirkstoff ermittelt, die in den weiteren Versuchen als Toxic Unit (TU) verwendet wurde. Abhängig von den Sedimenteigenschaften, konnte gezeigt werden, dass die Kombination der Wirkstoffe synergistische oder additive Effekte auf die Mobilität der Tiere hat.

Weiterhin wurden mit einem Multispecies Freshwater Biomonitor (GERHARDT & SCHMIDT 2002) Aktivitätsmessungen an *Hyalella azteca* durchgeführt. Unter dem Einfluss verschiedener Sedimenteigenschaften wurde der Effekt von 0,25 TU (0,125 TU Metconazol + 0,125 TU Thiaclopid) auf das Bewegungsspektrum der Tiere untersucht. Dabei wurde gezeigt, dass in Gewässern auch Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln unterhalb letaler Dosen einen signifikanten Einfluss auf das Verhalten von Gewässerorganismen haben. Diese können potentiell zu indirekten ökosystemaren Effekten in Gewässern der Agrarlandschaft führen. Die Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses der Sedimentbeschaffenheit lassen jedoch gewässertyp-spezifische Variationen erwarten.

Literatur

- Bundschuh M., J. P. Zubrod, P. Klemm, D. Elsaesser, C. Stang, R. Schulz, 2013: Effects of peak exposure scenarios on *Gammarus fossarum* using field relevant pesticide mixtures. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 95, 137–143
- Gerhardt A., S. Schmidt (2002): The Multispecies Freshwater Biomonitor as tool for sediment biotests and biomonitoring. *Journal of Soils and Sediments*, 2(2): 67-70.
- OECD, 2004: Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2: Test No. 202: *Daphnia* sp. Acute Immobilisation Test
- Rasmussen J. J., R. J. Monberg, A. Baatrup-Pedersen, N. Cedergreen, P. Wiberg-Larsen, B. Strobel, B. Kronvang, 2012: Effects of a triazole fungicide and a pyrethroid insecticide on the decomposition of leaves in the presence or absence of macroinvertebrate shredders. *Aquatic Toxicology*. 118–119, 54–61
- U.S. Environmental Protection Agency Washington, 2000: EPA 600/R-99/064, Methods for Measuring the Toxicity and Bioaccumulation of Sediment-associated Contaminants with Freshwater Invertebrates, Second Edition, Section 11, Test Method 100.1, *Hyalella azteca* 10-d Survival and Growth Test for Sediments. Office of Research and Development Mid-Continent Ecology Division U.S. Environmental Protection Agency Duluth, Office of Science and Technology Office of Water

161 - Totfund - Analyse eines Feldhamsters – Ein Fallbeispiel

Analysis of a dead found hamster – case example

Detlef Schenke¹, Antje Weber², Gabriela Bischoff³, Christoph Böttcher¹, Jens Jacob⁴



¹JKI, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, detlef.schenke@julius-kuehn.de

²Büro Wildtierforschung & Artenschutz

³JKI, Institut für Bienenschutz

⁴JKI, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, AG Wirbeltierforschung

DOI 10.5073/jki.poster.2016.001

Im September 2015 wurden fünf Feldhamster in einem Landschaftsschutzgebiet im Vorharz tot aufgefunden. Bei der Sektion eines Hamsters wurden Blutungen in Leber, Magenwand und Darm sowie starke Einblutungen im Brustraum festgestellt. Dem sich daraus ergebenden Verdacht auf eine Vergiftung durch blutgerinnungshemmende Rodentizide wurde nachgegangen. i) Backentascheninhalt, Leber und Mageninhalt wurden mit einem Methanol-Wasser-Gemisch (2:1) extrahiert. Ein Aliquot des Rohextrakts wurde nach Zugabe einer gesättigten Natriumchloridlösung durch eine festphasengestützte Flüssig-Flüssig-Verteilung (ChemElut) gereinigt. Die Analyse auf die Rodentizide Brodifacoum, Bromadiolon, Chlorophacinon, Coumatetralyl, Difenacoum, Difethialon, Flocoumafen und Warfarin erfolgte tandemmassenspektrometrisch mit negativer Elektrosprayionisation (ESI) nach einer flüssigchromatographischen Auftrennung des gereinigten Extraktes auf einer Kinetex F5 - Säule (Phenomenex) (LC-MS: UltiMate 3000 RS (Dionex) - QTRAP 5500 (AB SCIEX)) (Geduhn et al., 2014). Da in allen drei Proben **keine Rodentizide** nachgewiesen werden konnten, wurden die aufgereinigten Extrakte gezielt auf weitere 282 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe bzw. Metabolite analysiert ii). Dazu wurden 3 Analysenläufe auf der Gerätekombination LC 20A Prominence (Shimadzu) – 4000 QTRAP-MSMS (Applied Biosystems/MDS Sciex) (Synergi Hydro - und Kinetex C 18 - Säule (Phenomenex) mit + ESI bzw. - & + ESI) sowie 2 Analysenläufe auf der Gaschromatograph – Massenspektrometer - Kopplung DSQ II (Thermo Electron Corporation, Zebtron ZB-MultiResidue-1-Säule (Phenomenex), Elektronenstoß bzw. Negative Chemische Ionisierung) durchgeführt. Im Backentascheninhalt wurden die Fungizide **Boscalid** mit 42 ng/g und **Cyproconazol** mit 32 ng/g nachgewiesen. Trotz der Analyse der Proben mit insgesamt 6 Messungen auf 4 Säulen, bleibt die Aussage auf die gezielt integrierten Analyten begrenzt. iii) Mit einer nichtzielgerichteten Analyse der Proben auf einem Infinity 1290 UHPLC - 6550 iFunnel Q-TOF LC/MS – System (Agilent) wurde versucht, diese Einschränkung aufzuheben. Die chromatographische Auftrennung von Roh- und Reinextrakt erfolgte auf einer Zorbax RRHD Eclipse Plus C18 - Säule (Agilent). Nach Datenaquisition im negativen und positiven ESI-Modus mit 0 eV und 2 Spektren/s bei einer Massengenauigkeit von 5 ppm, der Auswertung über den Algorithmus „Find by Molecular Feature“ (MassHunter Qualitative Analysis B.07.00) und einem Datenbankabgleich (MassHunter Forensics and Toxicology Personal Compound database Library Rev. B.04.02)(Agilent) wurde eine Vielzahl von möglichen Substanzen vorgeschlagen. Die mit „pesticide...“ deklarierten und in der EU-PESTICIDE DATABASE gelisteten Substanzen mit einer oralen LD₅₀ für Ratten <200 mg/kg KGW wurden genauer betrachtet. Keine dieser 24 Substanzen konnte durch einen Spektrenvergleich nach weiteren MSMS-Experimenten bestätigt werden. Die nichtzielgerichtete Analyse **bestätigte das Ergebnis von i) keine Rodentizide** und wie ii) das Vorhandensein von **Boscalid**, zeigte **aber kein Cyproconazol** an. Organeinblutungen als Symptom von Cyproconazol/Boscalid-Vergiftungen sind nicht bekannt geworden.

Basierend auf ihren Konzentrationen im Backentascheninhalt erscheint die Aufnahme einer für eine Vergiftung ausreichenden Menge Futter als unwahrscheinlich. Es ist nicht plausibel, dass die Hamster an einer Vergiftung durch die nachgewiesenen Wirkstoffe verendet sind.

Literatur

GEDUHN, A., A. ESTHER, D. SCHENKE, H. MATTES, J. JACOB, 2014: Spatial and temporal exposure patterns in non-target small mammals during brodifacoum rat control. *Sci. Total Environ.* 496, 328–338.

EU-Pesticide database: <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/>. Zugriff Mai 2016.

162 - Prozedur für Avoidance-Tests mit Vögeln und Nagern zur Evaluierung des Expositionsrisikos durch Saatgutbeizen für Nichtzielorganismen

Procedure of avoidance-tests with birds and rodents to evaluate the exposure risk of non-target organisms to seed treatments

Angela Leukers, Joanna Dürger, Hendrik Ennen, Jan Sadowski, Jens Jacob, Alexandra Esther

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Wirbeltierforschung, Toppeideweg 88, 48161 Münster, angela.leukers@julius-kuehn.de

Fressen Vögel und Nager z.B. mit Fungiziden gebeiztes Saatgut, ist ein unerwünschtes Expositionsrisiko von Nichtzielarten durch Pflanzenschutzmittel möglich. Gemäß der EFSA-Richtlinie „risk assessment for birds and mammals“ (EFSA 2009) muss dieses Risiko durch Expositionsszenarien bewertet werden. Das schließt die Bewertung des Vermeidungseffektes (avoidance effect) durch die repellente Wirkung des angewendeten Pflanzenschutzmittels ein. Durch die Vermeidung der Aufnahme von behandeltem Saatgut kann das Expositionsrisiko gesenkt sein. Ein entsprechendes Verhalten wurde für verschiedene Vogel- und Nagerarten bei der Aufbringung von Fungiziden auf Saatgut bereits erfasst (Lopez et al. 2014, Nolte & Barnett 2000). Ein Prüfverfahren für die Durchführung von Avoidance-Tests als Bestandteil von Zulassungsverfahren für Pflanzenschutzmittel existiert jedoch EU weit bisher nicht.

Es wurde ein Acht-Phasen-Prüfverfahren bestehend aus Choice-, No-Choice-Tests und Erholungsphasen entwickelt, angelehnt an Publikationen der BBA (1993) und EFSA (2009). Als Testtiere für Deutschland werden Wachteln (*Coturnix japonica*), Grünfinken (*Carduelis chloris*) und Feldmäuse (*Microtus arvalis*) vorgeschlagen. Die dargestellten statistischen Auswerterroutinen ermöglichen zum Einen die Begrenzung der notwendigen Tierzahl sowie zum Anderen die Berücksichtigung von unerfahrenen sowie erfahrenen Tieren. Fraßmengen werden bezogen auf das Körpergewicht der Tiere ermittelt. In diesem Beitrag werden wesentliche Projektergebnisse und Hinweise zur sachgerechten Durchführung von Avoidance-Tests vorgestellt.

Die Finanzierung des Projektes erfolgt durch die Satec Handelsgesellschaft mbH.

Literatur

BBA, 1993: Guidelines for testing plant protection products in the authorization procedure. Part IV, 25-1, Testing of baits, granules and treated seeds for hazards to birds - acceptance tests (2nd edition).

European Food Safety Authority, 2009: Guidance document on risk assessment for birds and mammals on request from EFSA. *EFSA Journal* 2009, 7 (12), 143.

Lopez-Anita A., Ortiz-Santaliestra, M. E., Mateo, R. 2014: Experimental approaches to test pesticide-treated seed avoidance by birds under a simulated diversification of food sources. *Sci. Total Environ.* 496, 179–187.

Nolte D.L., Barnett J.P., 2000: A repellent to reduce mouse damage to longleaf pine seed. *Int. Biodeter. & Biodegr.* 45, 169-174.

164 - Ist die Ermittlung der letalen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln ausreichend für die Bewertung ihrer Effekte auf Nutzarthropoden?

Is the determination of lethal effects of plant protection products sufficient for the assessment of their effects on beneficial arthropods?

Angelika Süß

Julius Kühn-Institut Julius Kühn-Institut, Königin-Luise-Str. 19, D-14195 Berlin, angelika.suess@julius-kuehn.de

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens von Pflanzenschutzmitteln (PSM) werden unter anderem vom Julius Kühn-Institut (JKI) die Auswirkungen auf Nutzarthropoden bewertet. Der Schutz dieser als Antagonisten von Schadorganismen nützlichen Insekten, Raubmilben und Spinnen trägt im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes zu einer nachhaltigen Landbewirtschaftung bei. Das derzeit gültige „Guidance Document on Regulatory Testing and Risk Assessment Procedures for Plant Protection Products with Non-Target Arthropods“ (ESCORT 2, CANDOLFI et al., 2001) fordert für die erste Prüfstufe der Arthropodenprüfung, dass in Laborstudien mit den beiden Standardtestorganismen *Typhlodromus pyri* (Raubmilbe) und *Aphidius rhopalosiphi* (Brackwespe) ausschließlich die Ermittlung der Mortalität. Aus der dabei zu ermittelnden LR_{50} wird ein Gefährdungsquotient ($HQ = \text{Exposition}/LR_{50}$) berechnet, wobei im Fall einer Triggerwertunterschreitung das Prüfverfahren beendet ist (Trigger EU: 2, Trigger speziell für Deutschland: 1). Für die Zulassung in Deutschland reicht die alleinige Mortalitätsuntersuchung also aus, wenn die zu erwartende Exposition unterhalb der Dosis liegt, bei der 50 % der Tiere sterben. Die Untersuchung subletaler PSM-Effekte (z. B. Reduktion von Eiablage oder Parasitierungsrate) wird erst bei Triggerwertüberschreitung erforderlich. Die Berechtigung dieser Verfahrensweise wurde begründet mit einer Validierung auf der Basis von 47 vergleichenden Versuchen mit Insektiziden und Fungiziden, in denen bei *T. pyri* und *A. rhopalosiphi* bei hoher Mortalität im Laborversuch eine vertretbare Gesamtwirkung im (Semi-)Feldversuch vorlag.

Für die Klassifizierung der PSM bezüglich ihrer Wirkungen auf Nutzarthropodenarten im nationalen Zulassungsverfahren als nichtschädigend, schwachschädigend bzw. schädigend sind jedoch sowohl letale als auch subletale Effekte auf der Grundlage realer Versuchsdaten zu bewerten.

Um eine Vorstellung über die Relation der beiden Effekte zu erhalten, wurden anhand der am JKJ vorliegenden Zulassungsdaten zu Herbiziden aus den Jahren 2006 – 2014 die letalen und subletalen Auswirkungen auf die Standardtestorganismen in Laborversuchen auf Glasplatten bzw. natürlichen Substraten vergleichend betrachtet. Parallele Untersuchungen lagen bei *T. pyri* in 404 Versuchen mit 341 PSM und bei *A. rhopalosiphi* in 395 Versuchen mit 351 PSM vor. 58 bzw. 53 % der Versuche wurden auf Glasplatten durchgeführt. Bei Versuchen mit mehreren Dosen wurde je Versuch nur diejenige Dosis ausgewählt, die eine Mortalität möglichst im Bereich von 50 % verursachte, um Abweichungen des subletalen Effekts nach oben bzw. unten optimal erfassen zu können. Es wurde der Anteil von Versuchen ermittelt, bei denen die subletalen Effekte über den letalen Auswirkungen lagen.

Bei den Laborversuchen auf Glasplatten zeigte sich, dass bei Mortalitätswerten unter 50% die subletalen Effekte bei *T. pyri* bei 31 % der Versuche über 50%, bei 12 % der Versuche sogar über 75 % lagen. Bei Versuchen auf natürlichem Substrat erhöhte sich der Anteil noch deutlich. Bei *A. rhopalosiphi* lagen bei Mortalitätswerten unter 50% die subletalen Effekte bei 13% der Versuche über 50 % und nur bei 1 % der Versuche über 75 %. Bei Versuchen auf

natürlichem Substrat verringerte sich der Anteil. Auch bei Mortalitätswerten unter 25 % traten bei ca. 10 % aller Versuche noch subletale Effekte über 50 % auf.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass bei alleiniger Ermittlung der Mortalität im worst case-Versuch die Gesamtwirkung deutlich unterschätzt werden kann.

165 - Einfluss von Kupfer auf Regenwürmer und funktionelle Leistungen von Mikroorganismen

Influence of copper on earthworms and functions of soil microorganisms

Jasmin Sauer¹, Dieter Felgentreu², Nadine Herwig², Bernd Hommel²

¹Humboldt-Universität zu Berlin

²Julius Kühn-Institut, Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz in Berlin, sauerjas@student.hu-berlin.de

Im konventionellen und integrierten Landbau dienen kupferhaltige Präparate als wichtige Bausteine für Resistenzstrategien in Dauerkulturen. Im ökologischen Landbau sind kupferhaltige Mittel oft die einzig zugelassenen Präparate. Trotz der langen Anwendungsdauer kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel sind bisher noch keine wesentlichen Resistenzen gegen den Wirkstoff Kupfer aufgetreten. Nichtsdestotrotz sind die langfristigen Auswirkungen auf die Mikro- und Makrofauna im Boden nicht zu vernachlässigen. In Böden, welche langjährig und regelmäßig mit kupferhaltigen Präparaten behandelt wurden, haben sich in Untersuchungen unter anderem negative Auswirkungen auf die Abundanz, Biomasse und Biodiversität der Regenwürmer gezeigt. In Spuren ist Kupfer ein essentielles Nährelement für Bodenorganismen und Pflanzen. Jedoch hat sich der Kupfergesamtgehalt auf betreffenden Flächen durch langjährige Ausbringung kupferhaltiger Präparate vor allem im Oberboden langsam erhöht. Kupfer wird im Boden schnell gebunden, an organische Substanz oder an Mangan- und Eisenoxide. Der austauschbare Anteil an biologisch wirksamen Cu^{2+} Ionen ist unter neutralen Bodenbedingungen sehr gering. Kupfer wird im Boden nicht abgebaut und reichert sich mit der Zeit an (hauptsächlich im A-Horizont, welcher den Lebensraum endogäisch lebender Regenwürmer darstellt). Bereits ab 50 mg Cu kg^{-1} Substrat ist mit Auswirkungen auf die substratinduzierte Atmung von Bodenmikroorganismen zu rechnen und ab $100 \text{ mg Cu kg}^{-1}$ Substrat zeigen Regenwürmer Fluchtverhalten und eine verringerte Reproduktionsleistung. Neben Kupfer hat auch der Regenwurm einen direkten Einfluss auf die Mikroorganismen, da beide in der Bodenzönose auf vielfältige Art und Weise interagieren. Für diese Arbeit wurden in einem zweifaktoriellen Laborversuch ausgewählte funktionelle Leistungen der Mikroorganismen untersucht, um die Interaktion von Kupfer und Regenwurm auf die Aktivität von Bodenmikroorganismen zu untersuchen. In Mitscherlichgefäße wurde dazu Substrat gefüllt, welches in drei Konzentrationen gealtertes Kupfer enthielt (0, 29 oder 87 mg Cu kg^{-1} Substrat), sowie drei verschiedene Mengen *Eisenia andrei* (0, 8 oder 24 Regenwürmer). Nach acht Wochen wurden die Atmung und Dehydrogenaseaktivität der Mikroorganismen untersucht, sowie die Gewichtsveränderung der Regenwürmer. In dieser Arbeit konnte der negative Einfluss von Kupfer sowohl auf die Regenwürmer als auch die Mikroorganismen bestätigt werden. Der Regenwurm hatte jedoch kaum einen Einfluss auf die Mikroorganismenleistungen. Auf die Basalatmung hatten die Regenwürmer unter Kupfereinfluss einen positiven Effekt, auf den metabolischen Quotienten jedoch einen negativen. Unter dem Einfluss von Kupfer haben sowohl acht als auch 24 Würmer die Dehydrogenaseaktivität der Mikroorganismen gesteigert.

Literatur

- BLUME, H.-P., G.W. BRÜMMER, R. HORN, E. KANDELER, I. KÖGEL-KNABNER, R. KRETZSCHMAR, K. STAHR, B.-M. WILKE, S. THIELE-BRUHN und G. WELP, 2010. Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. ISBN 978-3-8274-1444-1.
- KÜHNE, S., J. STRASSEMAYER und D. ROSSBERG, 2009. Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 61(4), 126-130.
- RIEPERT, F., 2009. Auswirkungen von Kupferbelastungen auf ausgewählte Indikatoren der Bodenzönose. JOURNAL FÜR KULTURPFLANZEN, 61 (4)(4), 131-139. STEINDL, A., T. STRUMPF und F. RIEPERT, 2011. Bioverfügbare Kupfergehalte in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Böden deutscher Wein- und Hopfenanbaugebiete. Teil 3: Bestimmung des pflanzenverfügbaren Anteils Kupfer- und anderer Schwermetallgehalte durch NH₄NO₃-Extraktion. Journal für Kulturpflanzen-Journal of Cultivated Plants, 63 (5), 156.
- WILBOIS, K.-P., R. KAUER, B. FADER, J. KIENZLE, P. HAUG, A. FRITZSCHE-MARTIN, N. DRESCHER, E. REINERS und P. RÖHRIG, 2009. Kupfer als Pflanzenschutzmittel unter besonderer Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus. JOURNAL FÜR KULTURPFLANZEN, 61 (4), 140-152

166 - Bestimmung von Fettsäurezusammensetzung in Blättern höherer Pflanzen als Biomarker für eine Schwermetallbelastung im Boden

Determination of fatty acid composition in leafs of higher plants as a biomarker for heavy metal contamination in soil

Sarah Groschupp, Dieter Felgentreu

Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz,
sarah.groschupp@gmail.com

Schwermetalle finden sich in Wirtschaftsdünger (bspw. Gülle) oder werden als Pflanzenschutzmittel im biologischen Landbau (Kupfer) verwendet. Da Schwermetalle nicht abgebaut werden, reichern sie sich im Boden an und können zu negativen Effekten bei Pflanzen führen. Zur Wirkung von Schwermetallen wurden bereits Untersuchungen von Le Guédard et al. (2008) durchgeführt. Sie beschrieben Veränderungen von Fettsäuremustern in den Blättern und wollten diese als Biomarker für eine SM-Belastung etablieren.

In dieser Arbeit wurde das Thema aufgegriffen und die Fettsäuremuster in Basilikumpflanzen (*Ocimum basilicum* L.) bestimmt, die auf Schwermetallbelasteten Böden kultiviert wurden. Es standen vier Böden mit unterschiedlich hohen Schwermetallgehalten und eine Kontrollgruppe zur Verfügung. Die Fettsäuremuster wurden durch Gaschromatographie (FID) bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Abnahme von Fettsäuren mit Mehrfachbindungen sowie gesättigte Fettsäuren und eine Zunahme von verzweigten Fettsäuren bei steigenden Schwermetallgehalten auftreten. Dies deutet darauf hin, dass Schwermetalle eine Wirkung auf die Fettsäureentstehung haben, wie auch schon Le Guédard et al. (2008) feststellten. Das Ziel Fettsäuremuster als Biomarker zu verfolgen, scheint demnach sinnvoll. Außerdem wurden Tests zu Schwermetallgehalten in der Pflanze, sowie eine ätherische Ölanalyse durchgeführt. Wie zu erwarten, stiegen die Schwermetallgehalte in den Blättern mit steigendem Schwermetallgehalt im Boden. Bei den ätherischen Ölen konnten bei Mischproben der Blätter keine Unterschiede festgestellt werden.

Vergleich der Fettsäuregruppen der Kontrolle und der am stärksten belasteten Schwermetallgruppe (n=5), MUFA - einfach ungesättigte Fettsäuren (FS), PUFA - mehrfach ungesättigte FS, Straight - gesättigte FS, Branched - verzweigte FS, Hydroxy - gesättigte FS mit OH-Gruppe

Prozentuale Anteile der FS-gruppen	Fettsäuregruppen					
	10-methyl	Straight	Branched	MUFA	PUFA	Hydroxy
Kontrolle	11,7 %	41,6 %	4,1 %	13,6 %	12,3 %	0,0 %
Schwermetallboden	4,8 %	35,3 %	18,3 %	20,9 %	6,2 %	1,2 %

Für weitere Untersuchungen sollten folgende Parameter erneut getestet und optimiert werden bzw. folgende Änderungen im Testaufbau vorgenommen werden:

- Stichprobenumfang vergrößern
- Spektrum der Testpflanzen und -familien erweitern
- weiterführende Tests bezüglich der Fettsäuremuster
- weitere Parameter wie bspw. sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe testen

Die Tests sind schnell und einfach durchzuführen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass sich Fettsäuremuster als Biomarker eignen und in Zukunft das Spektrum der vorhandenen ökotoxikologische Tests erweitern könnten.

Literatur

LE GUÉDARD, M.; ET AL., 2008: Development of a biomarker for metal bioavailability: The Lettuce fatty acid composition. *Environ. Toxicol. Chem.* 27 (5), 1147-1151.

STRUMPF, T., ET AL., 2012: Erhebung von Kupfergesamtgehalten in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Böden. Teil 4: - Gesamtgehalte in Böden deutscher Baumobstgebiete. *J. Cult. Pl.* 64 (12): 439-451.