SC-Formulierungen mit 0,4 l Basisaufwand appliziert, die WP-Formulierungen hingegen mit 0,5 kg Basisaufwand. In Hopfen wurden alle Hydroxid-Verbindungen 0,2%ig angewendet, während FUNGURAN mit 0,32 % appliziert wurde.

Gemittelt über alle Versuche ergaben sich in Kartoffeln ähnliche Wirkungsgrade (Abbott) von SPU-02700-F und CUPROZIN SC. Dasselbe Bild ergab sich für Apfel; mit FUNGURAN konnten etwas höhere Wirkungsgrade erzielt werden. In Wein wurden mit SPU-02700-F ebenfalls Wirkungsgrade erzielt, die genauso hoch waren wie die des CUPROZIN FLÜSSIG. Auch in Hopfen wurde mit beiden Hydroxid-Formulierungen Ergebnisse erzielt, die in der gleichen Größenordnung des regulatorischen Standards lagen.

Für die WP-Formulierungen CUPROZIN WP und SPU-02720-F wurden in allen Kulturen Wirkungsgrade erzielt, die sich nicht voneinander unterschieden und auch genauso hoch lagen wie die des FUNGURAN.

Betrachtet man die Analyse über alle Kulturen für die SC- bzw. WP-Formulierungen, so sind kulturspezifische Effekte abzusichern mit etwas geringeren Wirkungsgraden in Kartoffel. Dies ist sicherlich auf die aggressiveren Infektionsstrategien des Erregers zurückzuführen und zeigt weiterhin auch, dass eine weitere Kupferreduktion pro Applikation in diesem Bereich mit den bisherigen Produkten fraglich ist. Vielmehr sollten mittel- und langfristig hier wie auch in anderen Bereichen Befalls- und Infektionsmodelle validiert werden, um mit einer genauen Prognose zeitgenau applizieren zu können. Parallel hierzu sind neue Ansätze in der technischen Entwicklung erforderlich, die mit neuen Formulierungen die Kupfereinträge weiter reduzieren.

19-4 - Strumpf, T.; Riepert, F.; Steindl, A.; Reichmuth, C.
Julius Kühn-Institut

Vorbereitung einer Feldstudie zur Erfassung der Kupfergehalte von Böden im ökologischen Landbau und zu den Auswirkungen auf Regenwürmer

Preparation of a field study in organic farming for assessing copper contents in vineyard soils and eco-toxicological effects on earthworms

Die seit längerem beschriebenen Auswirkungen anhaltender Anwendung kupferhaltiger Fungizide auf die Nachhaltigkeit der Bodengüte sind im Rahmen der europäischen Wirkstoffzulassung Gegenstand eines EU-weiten Programms zur Erfassung der Kupfergehalte im Boden geworden. Ein valider Wert zur Festlegung eines Schwellenwertes oberhalb dessen mit unvertretbaren Auswirkungen auf das Bodenleben zu rechnen wäre, liegt nach dem derzeitigen Erkenntnisstand nicht vor, da bei einer Risikobetrachtung weitere Einflussgrößen zu berücksichtigen sind. Die Vorbeprobung von konventionell und ökologisch bewirtschafteten Rebflächen unter den Aspekten einer repräsentativen Erfassung der Belastungsverteilung ist Teil eines Erhebungsprogramms, das mit der Expositions-ermittlung die Erfassung empfindlicher Indikatorarten der jeweiligen Regenwurmzönosen verbindet. Die Auswahl der Beprobungsflächen erfolgt auf der Grundlage der Nutzungsdauer (Flächenhistorie), Standortfaktoren (Boden, Klima), Bewirtschaftungsweise (Begrünung, Mulchen) und Pflanzenschutzintensität. Das Vorhaben ist Voraussetzung für eine Langzeiterhebung zur Erarbeitung aktueller Daten zu den Auswirkungen der Kupfergehalte in Böden im ökologischen Weinbau auf das Bodenleben im Sinne des "Strategiepapiers zum Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung des ökologischen Landbaus".

Eine Erhebung der Belastungsverteilung von 85 deutschen Reblagen (jeweils Prüffläche, passende aus der Nutzung genommene Referenzfläche, naturbelassene Kontrollfläche) zur Erfassung der Hintergrundbelastung von Kupfer je Standort wurde bereits durchgeführt. Der Einfluss von Kupferspritzungen auf die Kupferbodengehalte am Rebstock und in der Fahrgasse wurde durch ausgewählte Einzelbeprobungen von Prüfflächen berücksichtigt. Bei Hanglagen erfolgte zusätzlich eine Oberflächenbeprobung erodierten Bodens (mögliche ‚Hot Spots').

Fachgespräche mit Winzern vor Ort zur Historie der Beprobungsflächen, Standortbesichtigungen und photographische Dokumentation sollen die ausgewählten Flächen genau charakterisieren. Die Bodenproben wurden für die Horizonte 0 – 5 und 0 – 20 cm entnommen. Zeitgleich wurden die Beprobungspunkte mit GPS eingemessen. Im Labor werden Kupfergesamtgehalte in Königswasser, bioverfügbare Kupfergehalte im NH_4NO_3- und $CaCl_2$-Extrakt bestimmt und bodenkundliche Basisparameter analysiert. Der Einfluss der Bewirtschaftungsdauer von Sonderkulturflächen auf den Anteil bioverfügbarer Kupfergehalte bedarf noch weiterer Untersuchungen. Eine GIS-basierte räumliche Auswertung und Darstellung der Versuchsergebnisse inkl. Visualisierung beprobter Reblagen soll eine Übersicht zur Kupfer-belastung in Deutschland bieten.

Erste Ergebnisse zeigen, dass neben Kupfer auf einigen Prüf- und Referenzflächen As, Cr, Pb, Zn, und V in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen wurden. Diese Schwermetallgehalte resultieren aus der Bewirtschaftungs-historie der Reblagen. Die Unterschiede in den Kupfergehalten in den Bodenhorizonten 0 – 5 und 0 – 20 cm sind

gering und statistisch nicht signifikant. Als Erklärung lässt sich dafür heranziehen, dass auf den meisten Prüfflächen jährlich Bodenbearbeitung erfolgt, daher auch keine Humusschicht entsteht und der Horizont bis 20 cm Tiefe einer ständigen Homogenisierung unterliegt. Bei der Vielzahl der Faktoren auf die Kupferverteilungsmuster erscheinen die Einflüsse von Bodenbearbeitung und Begrünungsart im Vergleich zu den Faktoren Bewirtschaftungsdauer und Flurbereinigungen/-neuordnungen von geringerer Bedeutung zu sein. Aufgrund der noch zu geringen Anzahl bisher vorliegender Probenpaare kann eine abschließende Bewertung noch nicht vorgenommen werden.

Ziel der Studie ist es, Beprobungsflächen für eine Freilanderhebung der Regenwurmzönose an ausgewählten Standorten zu selektieren, welche das Spektrum unterschiedlicher Kupfer-Belastungssituationen in der Kultur Wein abbilden und der Erarbeitung aktueller Daten zu den Auswirkungen der Kupfergehalte in Böden im ökologischen Weinbau auf das Bodenleben dienen sollen. Dazu werden nach der Auswertung der gewonnenen Daten Vorschläge zur Auswahl geeigneter Monitoringflächen auf der Grundlage einer Bewertungsmatrix unterbreitet. Darauf basierend werden 10 bis 15 Prüfflächen unterschiedlicher Kupfergehalte für ein Regenwurmmonitoring vorgeschlagen, die in unmittelbarer Nähe auch passende Referenz- und Kontrollflächen besitzen. Auf diese Weise wird in Deutschland der Richtlinie der Kommission 2009/37/EG vom 23. April 2009 gefolgt.

19-5 - Steindl, A.; Riepert, F.; Reichmuth, C.; Strumpf, T.
Julius Kühn-Institut

Kupfer- und andere Schwermetallverbindungen in Weinbergsböden und ihre Auswirkungen auf die Bodenzönose

Copper and other heavy metals in vineyard soils and their effects on soil coenosis

Seit ca. 120 Jahren werden kupferhaltige Pflanzenschutzmittel in Sonderkulturen gegen pilzliche Erreger wie die Rebenperonospora (*Plasmopara viticola*) eingesetzt. Wurden bis in die 60er Jahre noch bis zu 80 kg Kupfer pro Hektar und Jahr ausgebracht, sind es heute in ökologisch bewirtschafteten Sonderkulturen nur noch 3 kg Kupfer. Die Zulassungsbehörde befindet sich hinsichtlich der befristeten Zulassung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Spannungsfeld der Nutzen-Risikoabwägung. Im ökologischen Weinbau ist die Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel essentiell für die Bekämpfung von Oomyceten, da noch keine hinreichend wirksamen Ersatzstoffe gegen diese Schadpilze gefunden wurden. Eine Literaturstudie des Julius Kühn-Institut hat gezeigt, dass die langfristige Anwendung von Kupfer zu erhöhten Bodengehalten geführt hat, die schädigend auf viele Arten von Bodenorganismen wirken können. Kupfer akkumuliert im Boden und kann nicht abgebaut werden. Nur ein geringer Teil des Gesamtkupfers im Boden ist bioverfügbar. Eine abschließende Bewertung des Problems, sowohl bezogen auf die betroffene Fläche in Deutschland, als auch hinsichtlich des Ausmaßes der Kupferanreicherung wird gegenwärtig mit dem Forschungsvorhaben „Vorbereitung einer Feldstudie zur Erfassung der Kupfergehalte von Böden im ökologischen Landbau und zu den Auswirkungen auf Regenwürmer“ untersucht. Eine Datenübersicht zu Fragen der Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft bildet zugleich die Grundlage für die Erarbeitung einer differenzierten Übersicht über die Höhe der Kupfergesamtgehalte anhand von Felderhebungen in Dauerkulturen wie Wein und Hopfen (chemisches Monitoring). Zur Darstellung längerfristiger Wirkungen und Ableitung kritischer Bodengehalte soll an Standorten unterschiedlich langer Nutzung unter den Aspekten einer repräsentativen Erfassung der Belastungsverteilung eine Erhebung konzipiert werden, die mit der Expositionsermittlung die spätere Erfassung empfindlicher Indikatorarten der jeweiligen Regenwurmzönosen verbindet (biologisches Monitoring). Kupfer und andere Schwermetalle wie Pb, As, Cr, Zn, V sind über Jahre aus verschiedenen Quellen wie Holz- und Pflanzenschutzmitteln oder Metallstickeln in landwirtschaftliche Sonderkulturflächen eingetragen worden. Es ist bisher nicht bekannt, in welchem Ausmaß oben genannte Schwermetalle zu Beeinträchtigungen von Regenwurmzönosen in Rebböden führen und wie diese untereinander auf Regenwurmgemeinschaften wirken. Bei ökotoxikologischen Bewertungen wird dieser Aspekt bisher nicht berücksichtigt.

Ziel des Projektes ist es, aktuelle Daten zu den Auswirkungen der Schwermetallgehalte in Böden im ökologischen Weinbau auf das Bodenleben zu erarbeiten. Mittels NH_4NO_3- und $CaCl_2$-Extraktion von Bodenproben soll untersucht werden, welche und in welchem Ausmaß Schwermetalle im Boden bioverfügbar vorliegen und wie diese auf Regenwurmgemeinschaften wirken. Zusätzlich wird das Regenwurmartenspektrum sowie die Schwermetallgehalte in den extrahierten Lumbriciden ermittelt, um Aufschluss über Verhalten und Verbleib von Schwermetallen zu erhalten. Aufgrund unterschiedlicher Bewirtschaftungshistorien differieren die Schwermetallbodengehalte von Fläche zu Fläche, so dass ökotoxikologische unter anderen Untersuchungen in Modellsystemen durchgeführt werden müssen. Die durchzuführenden Untersuchungen sollen Fragen zum Einfluss standortbezogener Faktoren, Bewirtschaftungsweise, Bodenbearbeitung, Pflanzenschutzmanagement auf bioverfügbare Kupfergehalte, Anpassungseffekten von Indikator-arten und Einflüsse von anthropogen eingetragenen Schwermetallen auf die Bodenzönose der Zielfläche klären.