

Kupfer- und andere Schwermetalle in Hopfen- und Weinbergböden und ihre Auswirkungen auf die Bodenzönose

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

Steindl, A., Strumpf, T., Riepert, F.

Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,

Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz,

Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin

Kontakt: anna.steindl@jki.bund.de

Zusammenfassung

Hintergrund des Projektes sind Forderungen der EU, verlässliche Daten über das Ausmaß der Kupferbelastung in Sonderkulturböden zu generieren, um über eine weitere Zulassung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Landbau zu entscheiden.

Bei der Beprobung von 85 Reb- und 13 Hopfenlagen an konventionell und ökologisch bewirtschafteten Standorten wurden 2522 Einzelbodenproben von Prüf-, Referenz- (Brachen, wo früher Kupfer angewendet wurde) und Kontrollflächen, ohne anthropogen zugeführtes Kupfer zur Analyse der Kupfer-Gesamtgehalte im Königwasserextrakt und der pflanzenverfügbaren Kupfergehalte im NH_4NO_3 -Extrakt entnommen. Zusätzlich wurden Bodenparameter wie pH-Wert, C/N-Verhältnis, Bodenart etc. untersucht. Die Korrelation zwischen pflanzenverfügbaren und Gesamtkupfergehalten ist nicht sehr hoch, eventuell wegen der Vielzahl an Einfluss nehmenden Faktoren wie z.B. unterschiedliche Bodenparameter oder Kulturmaßnahmen. Ein aktuell laufendes Regenwurmmonitoring soll Aufschluss über mögliche Schädigungen des Bodenlebens geben.

Stichwörter: pflanzenverfügbares Kupfer, Sonderkulturen, Wein, Hopfen, Schwermetallanalyse, Risikoabschätzung, Monitoring

Abstract

Background of the project are claims of the EU regulation to generate reliable data considering the extent of copper contaminations in soils of specialized crops in order to decide about copper restrictions in organic farming.

2522 single soil samples were collected on 85 vineyard and 13 hop areas with different management histories. Samples were taken from sites presently under cultivation, formerly cultivated sites and sites without anthropogenic copper contamination as control, indicating natural background values. In addition to Aqua Regia extraction for determining total copper contents, plant available copper contents were analyzed in NH_4NO_3 extraction. Soil parameters as pH-value, C/N ratio, soil type etc. were also analyzed. The correlation between plant available and total copper contents is not very high probably due to the broad range of relevant values e.g. soil parameters or cultivation measurements. An ongoing biological survey about the present status of earthworm populations will give information about possible impairments of soil coenosis.

Keywords: plant available copper, specialized crops, vine, hop, heavy metal analysis, risk assessment, monitoring

Einleitung und Zielsetzung

Seit ca. 120 Jahren werden kupferhaltige Pflanzenschutzmittel in Sonderkulturen gegen pilzliche Erreger wie die Reben- (*Plasmopara viticola*) und Hopfenperonospora (*Pseudoperonospora humili*) eingesetzt. In Sonderkulturen wie Wein und Hopfen ist die Verfügbarkeit kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel, besonders im ökologischen Anbau, essentiell für die Bekämpfung von

Oomyceten. 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 – 4 kg Kupfer.

Eine Literaturstudie des JKI zeigt, dass die langfristige Anwendung von Kupfer zu erhöhten Bodengehalten geführt hat, die im Verdacht stehen, schädigend auf einige Arten von Bodenorganismen zu wirken. Kupfer reichert sich im Boden an und kann nicht abgebaut werden. Nur ein geringer Teil des Gesamtkupfers im Boden ist jedoch bioverfügbar. Eine abschließende Risikoabschätzung für den Lebensraum Boden, sowohl bezogen auf die betroffene Fläche in Deutschland, als auch hinsichtlich des Ausmaßes der Kupferanreicherung und der Schädigung des Bodenlebens ist auf der derzeitigen Datenbasis nicht möglich.

Die Aufnahme von Kupfer als Wirkstoff in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG steht im Spannungsfeld der Nutzen-Risikoabwägung und wurde daher befristet mit der Auflage vorgenommen, für eine Datenbasis zu sorgen, die eine abschließende Bewertung der Belastungssituation in den relevanten Kulturen ermöglicht und damit die Voraussetzung für eine Risikobetrachtung mit angemessenen Maßnahmen zur weiteren Verwendung schafft. Ziel des Projektes ist es daher, aktuelle Daten zu den Auswirkungen der Schwermetallgehalte in ökologischen Sonderkulturböden auf das Bodenleben zu erarbeiten.

Methoden

Die Probenahme erfolgte in allen deutschen Qualitätsweinbau- und Hopfenanbaugebieten. Es wurden 56 ökologisch und 29 konventionell bewirtschaftete Reblagen beprobt und 2086 Einzelbodenproben entnommen. Die Erhebung der Belastungsverteilung von 4 ökologisch und 9 konventionell bewirtschafteten Hopfenlagen lieferte 436 Einzelbodenproben. In Rücksprache mit den jeweiligen Betrieben wurden Prüfflächen, welche unter Bewirtschaftung stehen, Referenzflächen, welche früher mit Kupfer behandelt wurden und Kontrollflächen, wo niemals Kupfer angewendet wurde, untersucht. Auf jeder Fläche wurden diagonal 5 Proben der Bodentiefen 0-5 und 0-20 cm mit einem Pürckhauer entnommen (DIN 2004). Die Beprobungspunkte wurden für die Möglichkeit einer späteren Wiederfindung via GPS eingemessen. Die Laboranalysen zu den Gesamtgehalten orientieren sich an den Vorgaben des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) (Anonym, 1998), das zur Vermeidung von Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen Vorsorge- und Prüfwerte für As, Cr, Pb, Cu, V und Zn vorsieht. Mittels eines IRIS Intrepid® ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) wurden die Schwermetallgesamtgehalte im Königswasserextrakt (DIN 1983) und die pflanzenverfügbaren Gehalte auf der Basis der Konzentrationen im NH_4NO_3 -Extrakt (DIN 1997) bestimmt. Weitere Bodenparameter wie pH-Wert, C/N-Verhältnis, Bodenart (VDLUFA 1991) etc. wurden ebenfalls ermittelt.

Ergebnisse

Faktoren, wie Gesamtgehalte, Nutzungsdauer, Bodeneigenschaften oder Flächentyp können Einfluss auf pflanzenverfügbare Kupfergehalte haben. Der Korrelationskoeffizient zwischen bioverfügbaren und Gesamtgehalten liegt im Wein bei 0,7 (Abbildung 1), im Hopfen bei 0,4. Besonders im oberen Bereich der Gesamtgehalte weichen die empirischen Analyseergebnisse von der Regressionsgeraden ab. Es bleibt zu prüfen, ob es sich bei diesen Werten um „Ausreißer“ handelt und welche Ursachen dafür in Frage kommen. Die pH-Wert Ermittlung dieser Bodenproben ergab, dass bei niedrigen Boden pH-Werten, die Verfügbarkeit erhöht ist (Abbildung 2). Abbildung 3 zeigt, dass die Pflanzenverfügbarkeit des Kupfers regional stark schwanken kann. Die prozentuale Verfügbarkeit ist in Sachsen am höchsten. Der Prüfwert von 1 mg bioverfügbarem Cu/kg Boden wird auf keiner der beprobten Flächen, weder im Wein noch im Hopfen, überschritten. Erwartungsgemäß lässt die Bewirtschaftungsdauer ihren Einfluss auf die Menge an verfügbarem Kupfer auf einer Fläche erkennen. So veranschaulicht Abbildung 4,

das eine lange Bewirtschaftungsdauer mit wiederholter Kupferanwendung zu einer Anreicherung an verfügbarem Kupfer führt. Neben Kupfer wurden weitere Schwermetalle wie As, Cr, Pb, V und Zink auf den Flächen gefunden, welche bei erhöhter Verfügbarkeit negative Effekte auf das Bodenleben haben können (Abbildung 5).

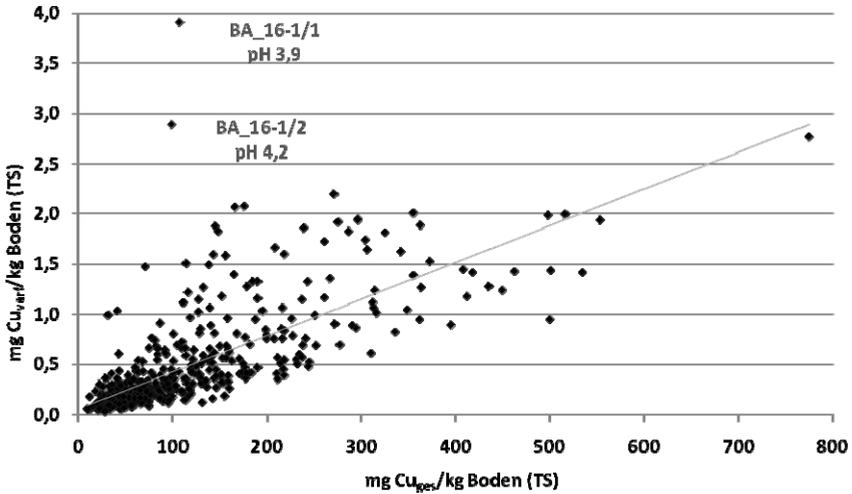


Abb. 1 Korrelation zwischen Gesamt- und pflanzenverfügbaren Gehalten auf Prüfflächen im Wein ($r=0,7$; $n=578$).

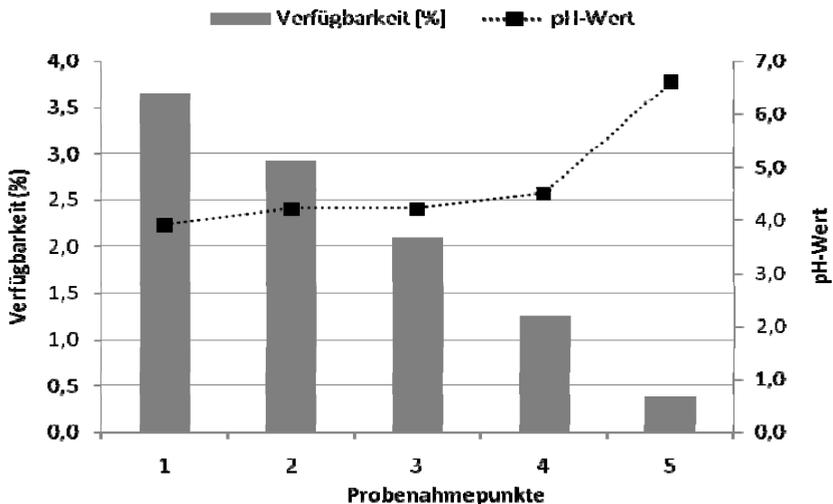


Abb. 2 Abhängigkeit der Pflanzenverfügbarkeit vom pH-Wert des Boden bei den einzelnen Beprobungspunkten der Prüffläche BA_16, Bereich Badische Bergstr.

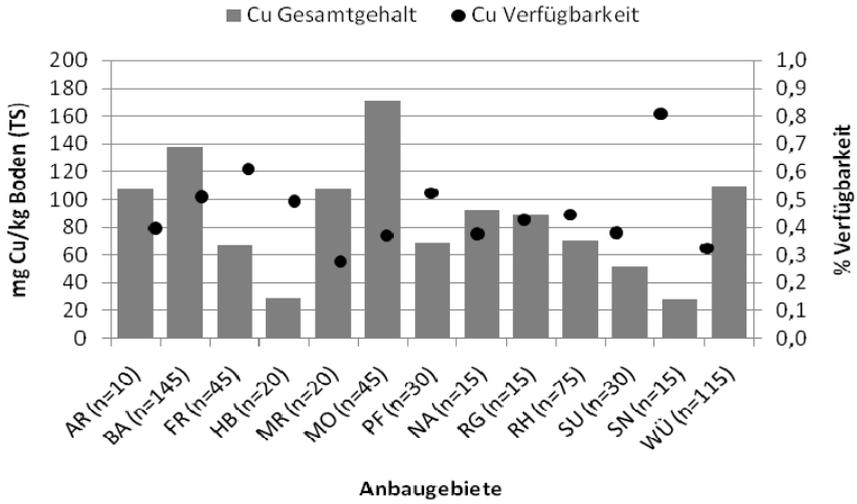


Abb. 3 Prozentuale Verfügbarkeit und Gesamtkupfergehalte in den unterschiedlichen Weinanbaugebieten.

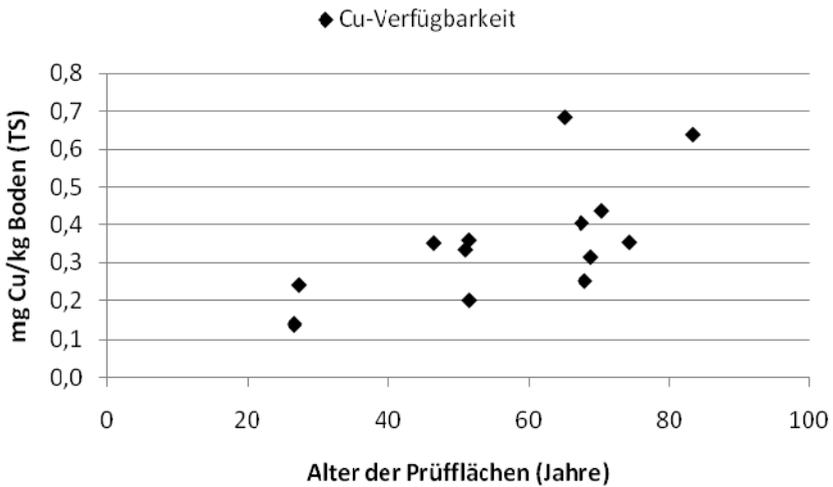


Abb. 4 Cu-Verfügbarkeit in Abhängigkeit des Alters der Prüfflächen ($r=0,6$).

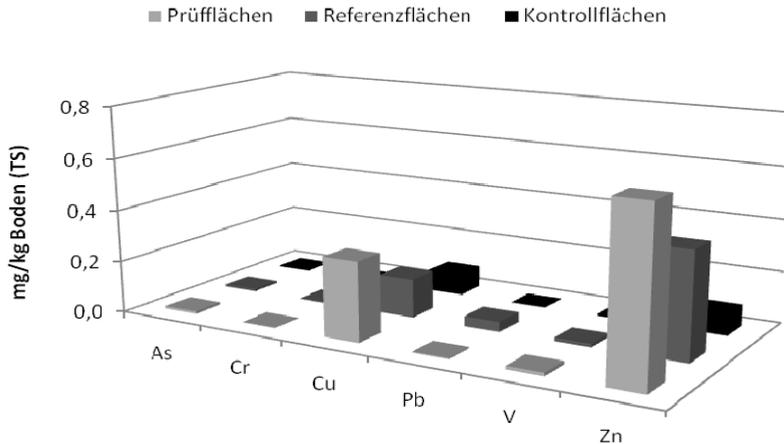


Abb. 5 Pflanzenverfügbare Schwermetallgehalte (Mittelwerte) auf Prüf-, Referenz- und Kontrollflächen.

Diskussion

Kupfer und andere Schwermetalle wurden aus unterschiedlichen Quellen, z.B. durch Holzschutzmittel, Insektizide, legierte und verchromte Metallstickel etc. auf landwirtschaftlichen Sonderkulturflächen eingetragen. Die pflanzenverfügbaren Schwermetallgehalte der Flächen liegen unterhalb des Prüfwertes und haben in derart geringen Konzentrationen keine negativen Einflüsse auf das Pflanzenwachstum. Die Verfügbarkeit von Schwermetallen, wie z.B. Kupfer, ist abhängig von der Bewirtschaftungsdauer der Flächen. Hinsichtlich der Kupferverfügbarkeit in unterschiedlichen Regionen wird deutlich, dass z. B. Qualitäts-weinbaugebiete mit relativ kurzer Bewirtschaftungshistorie, wie die Hessische Bergstraße oder Sachsen, wo während DDR Zeiten kein Kupfer auf Weinflächen ausgebracht wurde (Lyr, 2009) eine deutlich höhere, prozentuale Verfügbarkeit zeigen. Einige wenige Flächen weisen erhöhte, verfügbare Kupfergehalte bei geringem Gesamtgehalt auf. Ein Grund könnte der niedriger Boden pH-Wert der jeweiligen Flächen bzw. Probenahmepunkte sein, welcher sich positiv auf die Verfügbarkeit auswirken kann. Hier muss überlegt werden, ob eine Kalkung des Bodens zur Verringerung der Schwermetallmobilität und Begünstigung des Bodenlebens und Pflanzenwachstums im Allgemeinen beitragen könnte (Pesch 2006). Aus den gewonnenen analytischen Befunden ergeben sich Fragen nach den Ursachen der Unterschiedlichkeit der Bioverfügbarkeit in Bezug auf das jeweilige Schutzziel und die Eignung der verwendeten Extraktionsverfahren.

Schlussfolgerungen

Die Verfügbarkeit von gealtertem Kupfer in Böden von Wein- und Hopfenanbauflächen sind nicht von einem Faktor abhängig, sondern können von den unterschiedlichsten Kriterien wie Bewirtschaftungsweise, pH-Wert oder Prüfflächenalter beeinflusst werden. Auch eine Kombination verschiedener Faktoren könnte Einfluss auf Schwermetallverfügbarkeiten haben. Lückenlose Informationen über die jeweilige Fläche, welche selten zur Verfügung stehen, da Flächen gepachtet oder erworben wurden, sind notwendig, um eine sichere Bewertung abgeben zu können. Die Vorbeprobungen waren Voraussetzung, um Flächen für eine Erhebung zur Abundanz und Artenvielfalt von Regenwurmpopulationen (DIN 2007) auszuwählen, welche ein wichtiger Baustein zur Realisierung der Richtlinie der Kommission 2009/37/EG vom 23. April 2009 (Auflage von Programmen zur Überwachung gefährdeter Gebiete durch Zulassungsinhaber) in Deutschland anzusehen ist.

Auf der Grundlage aktueller Daten zu den Gehalten und den beobachteten Auswirkungen kann dann eine verfeinerte Nutzen-Risikoanalyse durchgeführt und eine abschließende Entscheidung zum Verbleib oder zur Streichung kupferhaltiger Verbindungen im Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG getroffen werden.

Literatur

- Anonym (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz -BBodSchG) vom 17. März 1998, BGBl. I S. 502
- DIN 38414 (1983): Aufschluss mit Königswasser zur nachfolgenden Bestimmung des säurelöslichen Anteils von Metallen. Teil 7, Beuth Verlag, Berlin.
- DIN ISO 19730 (1997): Bodenbeschaffenheit - Extraktion von Spurenelementen mit Ammoniumnitratlösung.
- DIN ISO 10381-4. (2004): Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 4: Anleitung für das Vorgehen bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten
- DIN ISO 23611-1 (2007): Bodenbeschaffenheit – Probenahme von Wirbellosen im Boden – Teil 1: Handauslese und Formalinextraktion von Regenwürmern.
- Lyr, H. (2009): Persönliche Mitteilung.
- Pesch, J. (2006): Kalkung und Schwermetalle Rheinkalk KDI GmbH & Co. KG. <http://www.rheinkalk-kdi.de/File/Kalk-und-Schwermetalle.pdf>. Letzter Zugriff 21.01.2011.
- VDLUFA (1991): Methodenbuch, Band I. Die Untersuchung von Böden, A 5.1.1. VDLUFA-Verlag Darmstadt.