

## Strategien zur Reduzierung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Hopfen – ohne diese Produkte kein Öko-Hopfen

Bernhard Engelhard

Hopfenforschungszentrum (IPZ 5) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Hüll 5 1/3, 85283 Wolnzach, [bernhard.engelhard@lfl.bayern.de](mailto:bernhard.engelhard@lfl.bayern.de)

Kupferhaltige Pflanzenschutzmittel werden im Hopfen zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus, allgemein als *Peronospora* bezeichnet (*Pseudoperonospora humuli*), eingesetzt. Nach dem erstmaligen Vorkommen dieser Krankheit 1923 in der Hallertau wurden bereits 1927 erste Erfolge mit der Kupferkalkbrühe erreicht.

Über Jahrzehnte wurden dann im wöchentlichen Abstand die Spritzungen ausgebracht.

### 1. Kupferanreicherung

Natürlich wurden über Jahrzehnte, mangels anderer Produkte und Kenntnisse zur Biologie der Krankheit, Unmengen an Kupfer ausgebracht und im Boden angereichert. Aber auch heute gibt es noch Beispiele aus anderen Bereichen (z. B. die wenig umweltfreundliche Streusalzausbringung), wo Umweltentlastungen wünschenswert wären.

Eine gute Kupferversorgung liegt je nach Bodenart bei 3–8 mg Cu pro kg Boden (edta-Extrakt-Methode). Bei dieser Versorgung wird bereits eine Düngung von 0–3,0 kg Cu/ha empfohlen. Auf Flächen mit bis zu 20 Jahren Hopfenbau und den hohen Kupferanwendungen wie in den 1970er Jahren, werden 10–15 mg Cu pro kg Boden gemessen; bei längerem Hopfenbau dann auch Werte über 100 mg, mit Extremwerten (bei Erosion) bis 500 mg Cu pro kg Boden. Werden (wie aktuell) 2 bis 4 Kilogramm Kupfer ausgebracht, wird es auch nach 20 Jahren keine messbare Erhöhung der Kupfermengen im Boden geben.

### 2. Kupfer-Reduzierungsmaßnahmen

Erst in den 1970er Jahren kamen andere Produkte wie Dithiocarbamate auf den Markt, und am Abschnitt Hopfen der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau wurde ein *Peronospora*-Prognosemodell erarbeitet. Mit der Einführung des Modells Anfang der 1980er Jahre konnte bei den damals ausschließlich angebauten, sehr anfälligen Sorten die Zahl der Spritzungen von durchschnittlich 15 auf sieben bis acht Anwendungen reduziert werden. Die jährlich ausgebrachten Kupfermengen sind in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1: Entwicklung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im Hopfen in Deutschland**



Jahr	Anzahl Spritzungen mit Kupfer	Produkt kg/ha	Kupfer kg/ha	Produkte für Hopfen in Deutschland ca. in Tonnen
1965	15 - 17	130	60	1.200 (9.000 ha)
1975	9 – 11 plus 5 x „andere“	85	38,5	1.700 (20.000 ha)
1995	2 - 4	35	15,7	630 (18.000 ha)
2007	1,2 (aus Schlagkarteien)	7,5	3,4	160 (17.800 ha)



LfL

Pflanzenbau

Engelhard-IPZ 5b-1

Eine weitere deutliche Reduzierung der Spritzmengen war mit der Einführung der peronospora-toleranten Hüller Zuchtsorten möglich. Das Prognosemodell wurde Mitte der 1990er Jahre an die weniger anfälligen Sorten angepasst, so dass insgesamt gegen die Sekundärinfektion der Peronospora bei diesen Sorten im Durchschnitt nur noch drei bis vier Spritzungen notwendig sind. Der Anteil der peronospora-toleranten Zuchtsorten beträgt zurzeit in Deutschland 75 % der Anbaufläche.

### 3. Gibt es nach 80 Jahren Kupferanwendung in den Hopfenbaugebieten noch etwas zu schützen?

Nach derzeitigen Berechnungen und Grenzwerten zum Umwelt- und Anwenderschutz muss diese Frage erlaubt sein.

An vier Beispielen aus der Hallertau soll darauf eine Antwort gegeben werden.

#### 3.1 Regenwurmorkommen [1]

Die Tabellen 2 und 3 zeigen die starke Abhängigkeit der Regenwurmpopulation von der Bodenbearbeitung bzw. der Begrünung der Flächen zwischen den Hopfenreihen. Auch auf Grünland gibt es keine wesentlich höheren Werte als im Hopfen mit Gründüngung. Es sei noch einmal daran erinnert, dass diese Untersuchungen zu einer Zeit durchgeführt wurden, in der schon seit Jahren Kupferspritzmittel angewendet wurden und auch im Untersuchungs-jahr noch rund 20 kg Reinkupfer/ha gespritzt wurde. Zusätzlich wurden in diesem Zeitraum auch noch Phosphorsäureester, Carbamate, Pyrethroide (Blattlausbekämpfung) und Alzodef zum Hopfenputzen eingesetzt.

Die Tabelle 4 setzt den Regenwurmbesatz in Relation zum Kupfergehalt im Boden. In zwei Fällen scheint hoher Kupfergehalt die Ursache für eine niedrige Regenwurmpopulation zu

sein. Die Untersuchung mit dem höchsten Kupfergehalt brachte im Gegensatz dazu die höchste Biomasse. Andere Einflüsse sind mindestens so ausschlaggebend wie der (sicher sehr hohe) Kupfergehalt.

**Tabelle 2:** Vergleich der Regenwurmpopulationen, Individuendichte und Regenwurmbiomasse (Durchschnittswerte aus einer Probenserie 1985 mit je 8 Stichproben)

	ohne Gründung und Bodenabdeckung	mit Gründung und Bodenabdeckung
Regenwurmindividuenzahl: (Tiere/Quadratmeter)	3	144
Regenwurmbiomasse: (Gramm/Quadratmeter)	3	192

**Tabelle 3:** Vergleich der Regenwurmpopulationen, Individuendichte, Regenwurmbiomasse und Artenzahl (Durchschnittswerte aus zwei Probenserien 1986 mit je 20 Stichproben)

	ohne Gründung und Bodenabdeckung	mit Gründung und Bodenabdeckung
Regenwurmindividuenzahl: (Tiere/Quadratmeter)	10,3	97,7
Regenwurmbiomasse: (Gramm/Quadratmeter)	25,3	144,9
Regenwurm-Artenzahl/ Fläche:	1	2

**Tabelle 4:** Regenwurmbesatz und extrem hoher Kupfergehalt; 1986

Standort		Grün- dün- gung	Boden- art	Kupfergehalt mg/kg		Regenwurmbesatz (Medianwert)	
				0 - 30 cm	30 - 60 cm	Individuen Zahl/m <sup>2</sup>	Biomasse g/m <sup>2</sup>
Pfarrer- hopfen	alt	mit	sL	125	22	1,0	0,6
	neu	mit	sL	74	22	53,0	54,8
Bahn	alt	mit	L	176	50	4,0	11,4
	neu	mit	L	49	29	92,0	106,3
Woln- zach	Pfab	mit	sL	69	25	97,7	144,9
	Glück	ohne	sL	158	-	10,3	25,3
Axen- hofen	Reith	mit	sL	195	-	52,0	184,8
	Plank	ohne	L	142	-	27,0	34,0

### 3.2 Kleinsäuger

Durch Kupfer werden laut der Grenzwerte die Kleinsäuger (Mäuse, Wühlmäuse) übergebührlich beeinträchtigt. Im Gegensatz dazu steht die Forderung der Hopfenpflanzer, endlich eine Genehmigung für die Anwendung eines Rodentizides zu erwirken, da Mäuse und Wühlmäuse die Hopfenstöcke schädigen.

Werden diese Aussagen angezweifelt, führen wir die Zweifler gerne gemeinsam mit den Hopfenpflanzern durch die Hopfengärten, um den Besitz an Kleinsäugetern zu erheben.

### 3.3 Vögel

Vögel halten sich in Hopfengärten auf, wenn sie Nahrung suchen und finden; dies erfolgt regelmäßig zu oder nach Bodenbearbeitungen.

Die Diplomarbeit „Bestand, Verbreitung und Habitatwahl der Heidelerche in Hopfenbaugebieten des nördlichen Landkreises Pfaffenhofen/Ilm“ aus dem Jahre 2007 beschreibt das Vorkommen des auf der Roten Liste stehenden Vogels [2]. Es wurde deutlich, dass die freien Flächen in den Hopfengärten zur Futtersuche genutzt werden. Die Hopfenstangen dienen als Warte, wo die Männchen ihre Gesänge vortragen und die Landschaft nach Nahrung und Feinden abgesucht wird. Brachflächen neben den Hopfengärten sind regelmäßig die Neststandorte. Pflanzenschutz hat keinen Einfluss auf das Vorkommen.

### 3.4 Nützlinge

In den Jahren 1994–2004 wurde von den Dipl. Biologen Dr. Ullrich Benker und Dr. Florian Weihrauch die Arthropodenfauna in den Hopfengärten der Hallertau erhoben. Es wurden über 70 verschiedene Taxa festgestellt, die als Nützlinge einzustufen sind. Die Zusammenstellung der Arten und die Häufigkeit der Vorkommen stehen unter „[www.LfL.bayern.de/ipz/hopfen/23409](http://www.LfL.bayern.de/ipz/hopfen/23409)“ (hier Nutzinsektenliste) als pdf zur Verfügung.

**Auch die Nützlinge haben überlebt.**

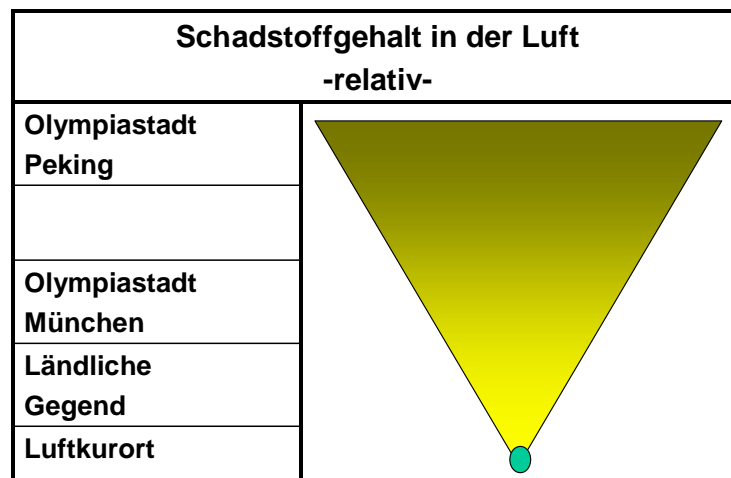
Ich möchte noch ein paar generelle Gedanken einbringen:

**Ist es nicht angebracht, auch umweltrelevante Untersuchungen im natürlichen Ökosystem zu bewerten und diese auch zu berücksichtigen** (nicht nur bei Kupfer, sondern generell)? Bringen nur die isolierten Einzelfallbetrachtungen unter „worst-case“ Bedingungen die allein seligmachende Wahrheit? Wenn dies zutrifft,

- wird es höchste Zeit, dass jede Bewegung zu Fuß, mit dem Fahrrad, Auto, Flugzeug usw. verboten wird, denn beim Zusammentreffen aller ungünstigen Bedingungen ist bei jeder Bewegung mit einem tödlichen Ausgang zu rechnen,

- darf kein Sportler zur Olympiade nach Peking, denn die Schadstoffbelastung überschreitet jeden Grenzwert (oder überleben die Sportler doch?). Suchen wir in der globalen Welt nur die Luftreinheit in einem Luftkurort?

Abbildung 1: Gefährdungspotential Luft



#### 4. Wie geht es weiter?

Zur Beurteilung der Notwendigkeit von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Hopfenbau muss differenziert werden zwischen konventioneller Produktionstechnik und Öko-Hopfenbau.

##### 4.1. Konventionelle Produktionstechnik

Mit der Einführung eines Prognosemodells wurde die Anzahl der Bekämpfungsmaßnahmen zur Sekundärinfektion bei anfälligen Sorten auf durchschnittlich sechs und bei toleranten Sorten auf drei reduziert. Synthetische Pflanzenschutzmittel (aktuell fünf Produkte) sind zugelassen und werden auch eingesetzt, so dass kupferhaltige Produkte nur noch einmal (bzw. in einigen Betrieben zweimal) gegen Ende der Saison eingesetzt werden. Die Aufwandmengen an Reinkupfer liegen unter 5 kg pro Hektar und Jahr.

Versuche haben ergeben, dass mit Neuformulierungen auf Basis Kupferhydroxid eine weitere Reduzierung der Aufwandmengen möglich ist (Tabelle 5). Allerdings darf die Konzentration von 0,2 % nicht unterschritten werden. Bei 2.700 l Wasser/ha (BBCH > 55) bedeutet dies eine Produktaufwandmenge von 5,4 l bzw. kg/ha und eine Reinkupfermenge (bei 30 % Wirkstoffgehalt) von 1,6 kg/ha und Anwendung. Die Zulassung mit zwei Anwendungen würde für konventionell wirtschaftende Betriebe ausreichend sein.



**Tabelle 5: Wirkungsversuch mit Niedrig-Kupfervarianten 2007**

Produkt	Anzahl Spritzungen	Produkt l/kg/ha	Kupfer l/kg/ha	Wirkung
Funguran	2	16,6	7,5	gut
Cuprozin WP	2	10,2	4,6	gut
Cuprozin fl	2	10,2	3,1	gut

**2007 sind 75 % der Hopfenfläche mit peronospora- toleranten Zuchtsorten bepflanzt.**



**LFL**  
Pflanzenbau

Engelhard-IPZ 5b-3

Kupferhaltige Wirkstoffe stellen in konventionell wirtschaftenden Betrieben einen wichtigen Faktor zum Wirkstoffwechsel dar. Auch nach 80 Jahren gibt es keine Resistenzen.

#### 4.2. Öko-Betriebe

In Öko-Hopfenbaubetrieben ist die max. Aufwandmenge auf 4.0 kg Reinkupfer pro Hektar begrenzt. Die Bekämpfung der Primärinfektion ist nur mechanisch (befallene Triebe ausbrechen) oder mit Kontaktmitteln möglich. Das Prognosemodell kann deshalb in der Regel bis zum Wachstumsstadium „Erreichen der Gerüsthöhe“ nicht genutzt werden. Es sind in der Regel zur Vermeidung von frühen Sekundärinfektionen zusätzliche Behandlungen notwendig. Da keine synthetischen Fungizide benutzt werden dürfen, ist eine Zulassung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln mit nur zwei Anwendungen pro Saison nicht ausreichend. Um über die ganze Saison mit den vorgegebenen max. 4,0 kg Cu/ha auszukommen, wird in Öko-Hopfenbaubetrieben eine Kombination von Kupfer und Schwefelprodukten zusammen mit Gesteinsmehl (evtl. zusätzlich noch „effektive Mikroorganismen“) ausgebracht. Versuche von 2004 – 2006 haben gezeigt, dass mit dieser Strategie auch bei anfälligen Sorten und hohen Infektionsdruck die Peronospora optimal bekämpft werden kann [3].

Alle in diesem Versuchsprogramm [3] getesteten alternativen Produkte konnten die Anforderungen in keiner Weise erfüllen und waren in der Regel mit der Variante „unbehandelt“ vergleichbar.

#### 5. Schlussfolgerungen

Alle Erkenntnisse die es ermöglichten, den Einsatz von kupferhaltigen Produkten im Hopfenbau zu reduzieren, wurden bisher konsequent umgesetzt. Wenn mit neuen Formulierungen eine weitere Reduzierung des Einsatzes von Kupfer möglich ist, wird auch dies unverzüglich von den Praktikern genutzt. Ohne kupferhaltige Pflanzenschutzmittel geht in konventionell

wirtschaftenden Betrieben eine wichtige Möglichkeit zum Resistenzmanagement verloren. In Öko-Hopfenbaubetrieben sind die Auswirkungen wesentlich gravierender, denn ohne kupferhaltige Pflanzenschutzmittel müssen diese Betriebe ihre Produktion einstellen – **ohne Kupfer kein Ökohopfen!** Die Wiederzulassung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln mit der Begrenzung „max. 4,0 kg Reinkupfer pro Hektar und Jahr“ (ohne Begrenzung auf eine bestimmte Anzahl von Anwendungen) ist unverzichtbar.

Zur generellen Charakterisierung der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln sei noch ein Zitat erlaubt (der Autor ist mir nicht mehr im Gedächtnis):

„Wer Hunger hat, hat ein Problem; wer satt ist, hat viele Probleme“.

Ich habe den Eindruck, dass wir in Mitteleuropa, eingebettet in die EU-Richtlinien, sehr satt sind und bei der Erarbeitung neuer Auflagen nicht mehr wissen, was wirklich wichtig ist.

## 6. Literatur

Bauchhenß, J. und Rossbauer, G. (1988): Bodenfruchtbarkeit in Hopfengärten - festgestellt anhand des Regenwumbesatzes -; Hopfen-Rundschau 1988/S. 44-45

Breitsameter, L. (2007): Bestand, Verbreitung und Habitwahl der Heidelerche (*Lullula arborea*) in Hopfenanbaugebieten des nördlichen Landkreises Pfaffenhofen/Ilm sowie Entwicklung von Maßnahmen zur Erhaltung beziehungsweise zur Vergrößerung der Population  
Diplomarbeit an der Technischen Universität München, Fakultät für Biowissenschaften, Fachgebiet für spezielle Zoologie, 2007; 111 Seiten

Engelhard, B.; Bogenrieder, A.; Eckert, M.; Weihrauch, F. (2007): Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien im ökologischen Hopfenbau als Alternative zur Anwendung kupfer- und schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel;  
Schriftenreihe der LfL, 9/2007, ISSN 1611-4159; 49 Seiten.