

Stefan Kühne, Jörn Strassemeier, Dietmar Roßberg

Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in Deutschland

Use of Copper Containing Plant Protection Products in Germany

Zusammenfassung

Die Abschätzung der als Pflanzenschutzmittel eingesetzten Kupfermenge im Jahr 2008 in Deutschland hat gezeigt, dass sich durch die flächenmäßige Ausweitung des Ökologischen Landbaus die hier eingesetzten Kupfermengen um 10 t auf 34,1 t jährlich im Vergleich zu 2005 erhöht haben. Die Gesamteinträge durch Pflanzenschutzmittel aus der konventionellen Landwirtschaft sind aber etwa 10-mal höher und liegen bei jährlich 289,5 t. Vergleicht man die Anwendung der Mittel in den verschiedenen Kulturen, so werden im Hopfenanbau (4–7 kg/ha und Jahr) die höchsten Kupfereinträge registriert. Beispielhaft konnten für das Obstbaugebiet Bodensee die jährlichen Kupfereinträge berechnet werden. Im Mittelwert liegt der Eintrag für alle Gemeinden bei 1,57 kg/ha und Jahr. Es kann eingeschätzt werden, dass im Vergleich zum Eintrag über Wirtschaftsdünger (ca. 2300 t/ha und Jahr) oder Klärschlamm (ca. 450 t/ha und Jahr) der Eintrag über Pflanzenschutzmittel gering ist. Eine weitere Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in den nächsten 10 Jahren, mit den hier vorgestellten Mengenangaben, würde nur zu einer weiteren sehr geringen Erhöhung des Gesamtkupfergehaltes im Boden beitragen. Darüber hinaus ist durch die absehbare Entwicklung neuer kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel mit Niedrigkonzentrationen mit einer Reduzierung der Kupfereinträge in den kommenden Jahren zu rechnen.

Stichwörter: Ökologischer Landbau, Pflanzenschutzmittel, Kupfer

Abstract

The estimation of the applied quantity of copper pesticides in Germany in 2008 has shown that the site related extension of organic farming increased copper use by 10 tonnes to 34.1 tonnes per year as compared to 2005. However, total entries originating from pesticide applications of non-organic farming are about 10 fold, i. e. about 289.5 tonnes per year. Comparing between pesticide applications on various crops, highest copper applications have been registered for hop (4–7 kg/ha and year). As an example yearly copper applications could be calculated for the lake of Constance fruit growing region. Copper application averages 1.57 kg/ha and year for all municipalities. It may be considered that the entry through pesticides is low as compared to fertilizers (appr. 2300 tonne/ha and year) or sewage sludge (appr. 450 tonnes/ha and year). Continued application of copper pesticides at the before mentioned rates for the next 10 years would only result in a very small increase in total copper content in soil. Furthermore, the development of new low-concentrated copper pesticides could lead to a decrease of copper entries in the coming years.

Key words: Organic farming, plant protection product, copper

Einleitung

Kupferhaltige Pflanzenschutzmittel werden in Deutschland seit Ende des 19. Jahrhunderts vor allem in den

Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Kleinmachnow

Kontaktanschrift

PD Dr. habil. Stefan Kühne, Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, Germany, E-Mail: stefan.kuehne@jki.bund.de

Zur Veröffentlichung angenommen

Februar 2009

Dauerkulturen Hopfen, Wein und Obst sowie der Ackerbaukultur Kartoffeln regelmäßig als Fungizid gegen Pilzkrankheiten eingesetzt. Trotz der Einführung wirksamer Alternativen auf Basis synthetischer Fungizide im konventionellen Landbau seit Mitte der 1970er Jahre, besitzen kupferhaltige Pflanzenschutzmittel im konventionellen Landbau dennoch eine wichtige Schlüsselfunktion im Hinblick auf einen notwendigen Wirkstoffwechsel und ein erfolgreiches Resistenzmanagement (FORSTER, 2008).

Die Ausweitung des Ökologischen Landbaus in Deutschland, aber auch in anderen europäischen Ländern, hängt ganz wesentlich von der weiteren Verfügbarkeit von Kupfermitteln ab. Diese Entwicklung kann sich aber nur vollziehen, wenn eine ausreichende Ertrags- und Qualitätssicherung gewährleistet ist. Öko-Hopfenbaubetriebe müssten ohne kupferhaltige Pflanzenschutzmittel ihren Betrieb einstellen, da z. Zt. für den Ökoanbau zugelassene Bekämpfungsalternativen für die Bekämpfung der Hopfenperonospora nicht zur Verfügung stehen. Auch im konventionellen Obstbau sind Kupferpräparate ein wichtiges Instrument zur Bekämpfung von Schorf und Obstbaumbrems. Ohne Kupfer wären empfindliche Ertrags- und Qualitätsverluste zu verzeichnen. Ein Verzicht auf kupferhaltige Präparate würde zu einem sofortigen Rückgang des Ökologischen Landbaus in Deutschland führen.

In den letzten Jahren wurde intensiv zu Kupfer-Alternativen und zur Optimierung der Wirkung von Kupferpräparaten gearbeitet. Dabei wurde deutlich, dass es für die Anwendung von Kupfer in vielen Anwendungsgebieten keine hinreichend wirksamen Alternativen gibt, gleichwohl sind bei der Reduzierung der Aufwandmenge von Kupfer, nicht zuletzt auch durch die Optimierung von Kupferpräparaten, erste Erfolge erzielt worden.

Beim Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel wurden bis weit in das vorige Jahrhundert Mengen von 20 bis 30 kg, teilweise sogar 80 kg und mehr, je Hektar und

Jahr im konventionellen Anbau eingesetzt. Die heute im Pflanzenschutz applizierte Menge an Kupfer ist im Vergleich zur früheren Praxis deutlich geringer. Im Ökologischen Landbau legt die EG-Öko-Verordnung die zulässige Höchstmenge an Reinkupfer auf maximal 6 kg/ha und Jahr seit 2006 fest. Diese gesetzlich festgelegte Höchstmenge wird durch die privatrechtlichen Richtlinien für den Bio-Anbau in Deutschland weiter auf 3 bzw. bei Hopfen auf 4 kg/ha und Jahr reduziert. Die Einsatzgebiete von Kupfer als Pflanzenschutzmittel im Ökologischen Landbau sind vor allem der Sonderkulturbereich.

Anwendung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel in verschiedenen Kulturen

Weinbau

Im integrierten Weinbau setzen einige Weinbaubetriebe kupferhaltige Pflanzenschutzmittel im Rahmen einer Abschlussbehandlung lediglich aus Gründen des Resistenzmanagements oder mit Blick auf den Ausbau der Weine ein.

Anders sieht es dagegen im ökologischen Weinbau aus. Kupfer wird mit verschiedenen Mischungspartnern regelmäßig im Abstand von etwa zehn Tagen appliziert. Insgesamt werden mindestens 2,5 kg/ha und Jahr bei 5 bis 10 Behandlungen gegen Falschen Mehltau (Erreger der Krankheit: *Plasmopara viticola*; Trivialname: Rebenperonospora) angewendet (BERKELMANN-LÖHNERTZ, 2008; KAUSER et al., 2008).

Obstbau

Gegen viele Krankheiten an verschiedenen Obstarten ist Kupfer das einzig wirksame Fungizid im ökologischen Obstanbau (Tab. 1).

Flächenmäßig ist die Bedeutung der Anwendung von Kupferpräparaten im ökologischen Apfelanbau gegen

Tab. 1. Unverzichtbare Indikationen für Kupferpräparate im ökologischen Obstbau (KIENZLE et al., 2008)

Indikation	Kultur	max. Aufwandmenge in kg Cu/ha und mKH	Anwendung	Gesamtaufwandmenge [kg Cu/ha + Jahr]
Schorf	Kernobst	0,25	vor der Blüte, Nachblüte	< 3
Krebs	Kernobst	0,5	Nachernte	< 3
Kragenfäule	Kernobst	0,5	Streichbehandlung Stammbasis	< 3
Feuerbrand	Kernobst	0,25	Vorblüte, ggf. Nachblüte	< 3
Valsa	Steinobst	0,5	nach der Ernte	< 3
Schrotschuss	Steinobst	0,5	bis Blühbeginn	< 3
Monilia	Steinobst	0,5	bis Ende des Ballonstadiums	< 3
Kräuselkrankheit	Pfirsich	0,5	beim Knospenschwellen, Abstand: 7 bis 10 Tage	< 3
Narrentaschenkrankheit	Pflaume	1,0	vor der Blüte	< 3
Rutensterben	Himbeere	1,1	vor Blüte/nach der Ernte	< 3
Rankenkrankheit	Brombeere	1,1	vor Blüte/nach der Ernte	< 3
Weissflecken	Erdbeere	1,5	vor Blüte und nach Ernte	< 3
Säulchenrost	Johannisbeeren	0,3	von Austrieb bis Blüte bzw. nach der Ernte	< 3

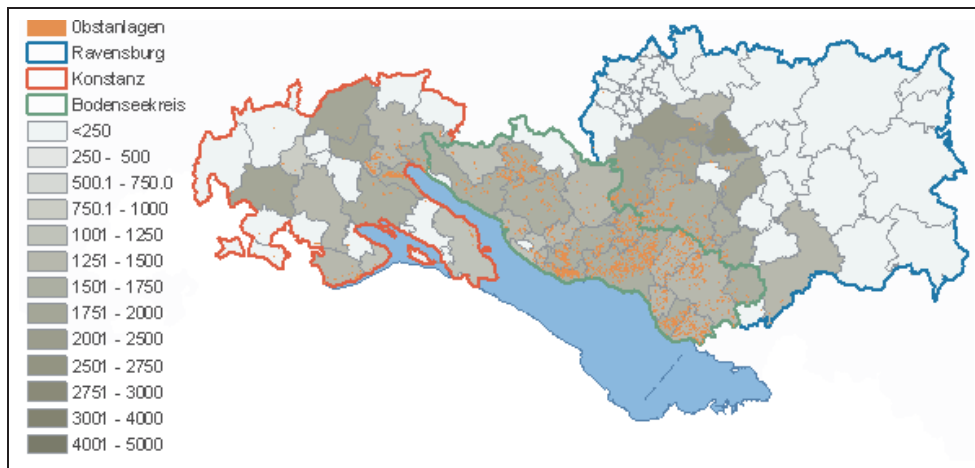


Abb. 1. Mittlere Kupfereinträge [g/ha] im Jahr 2004 je Gemeinde in der Obstanbauregion Bodensee.

Schorf (*Venturia* spp.) am größten. Hier können entsprechend der ökologischen Verbandsrichtlinien Kupfermengen bis zu 3 kg Cu/ha und Jahr angewendet werden.

In Abb. 1 sind die jährlichen Kupfereinträge im Obstanbaugbiet Bodensee exemplarisch dargestellt. Dabei wurden die Berechnungen für alle Obstanlagen (Baumobst) in der Region auf Basis des Amtlichen Topografisch-Karthografischen Informations Systems ATKIS Basis-DML (AdV, 2003) durchgeführt. Die Verteilung der Obstanlagen erfolgte zufällig auf die aus ATKIS ermittelten Obstanlagen entsprechend der Obstanbauerhebung 2002 (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2003). Die Verteilung von konventionellen Obstanlagen und Anlagen mit ökologischem Anbau erfolgte ebenfalls zufällig entsprechend Tab. 2.

Für den konventionellen Anbau wurden die im Rahmen von NEPTUN (ROSSBERG, 2006) erhobenen Applikationsmuster entsprechend der jeweiligen Obstart zufällig auf die Flächen verteilt. Für den biologischen Anbau wurden 2,5 kg Kupfer/ha und Jahr angenommen und ebenfalls zufällig auf die entsprechenden Flächen verteilt. Die auf Flächenbasis berechneten Kupfereinträge wurden auf Gemeindeebene aggregiert, indem die mittleren Kupfereinträge der Flächen berechnet wurden.

Die berechneten Mittelwerte der Kupfereinträge variieren je nach Gemeinde zwischen 0,5 kg Cu/ha und 2,8 kg Cu/ha. Der Mittelwert aller Gemeinden liegt bei 1,57 kg Cu/ha. In Tab. 3 wurden die Kupfereinträge auf Kreisebene zusammengefasst.

Tab. 2. Anbaufläche für Verkaufsanbau von Baumobst in den drei Landkreisen der Bodenseeregion entsprechend der Obstanbauerhebung 2008

Kreis	Anbaufläche Baumobst [ha]		Anteil in %
	Insgesamt	Ökologischer Landbau	Ökologischer Landbau
Konstanz	739	35,4	4,8
Bodenseekreis	5289	328,5	6,2
Ravensburg	1063	334,2	31,4

Hopfenbau

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 (ENGELHARD, 2008). Die Tab. 4 zeigt die Entwicklung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im Hopfen in Deutschland seit den 1960er Jahren. Erst in den 1970er Jahren war es durch die Entwicklung synthetischer Pflanzenschutzmittel aus der Gruppe der Dithiocarbamate möglich, die hohen Kupferaufwandsmengen von 60 kg Cu/ha und Jahr auf 38 kg Cu/ha und Jahr fast zu halbieren. Mit der Einführung eines *Peronospora*-Prognosemodells 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. 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.

Die Angaben zeigen, dass in der Kultur Hopfen auch in der Vergangenheit die vergleichsweise höchsten Kupfermengen appliziert wurden. Auf Flächen mit bis zu 20

Tab. 3. Mittlere Kupfereinträge auf Kreisebene für 2004

Landkreis	Anzahl der Flächen	Mittlere Kupfereintrag [kg/ha]
Konstanz	479	1,49
Bodenseekreis	3196	1,52
Ravensburg	559	1,65

Tab. 4. Entwicklung des Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im Hopfen in Deutschland (ENGELHARD, 2008)

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 5x „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)

Tab. 5. Abschätzung der als Pflanzenschutzmittel eingesetzten Kupfermenge in Deutschland für verschiedene Anwendungsbereiche

		Ökologischer Landbau			
		Wein	Hopfen	Kartoffel	Kernobst
spez. Aufwandmenge	[kg/ ha]	2,5	4,0	2,0	3,0
Anbaufläche in 2008	ha	3.500,0* ¹	80,0* ²	8.200,0* ¹	2.900,0* ¹
Eintragsmenge	t	8,7	0,3	16,4	8,7
Summe Ökologischer Landbau	t		34,1		
		konventioneller Landbau			
spez. Aufwandmenge	[kg/ ha]	1,3* ³	7,0* ⁴		1,2* ⁵
Anbaufläche in 2008	ha	93.900,0* ¹	18.600,0* ²		30.963,0* ¹
Eintragsmenge	t	122,1	130,2		37,2
Summe konventioneller Landbau	t		289,5		
Gesamtmenge	t		323,6		

*¹ ZMP (2008)*² Hopfenforschungszentrum Hüll (mündl. Information 2008)*³ NEPTUN-Erhebungen 2003 Weinbau*⁴ NEPTUN-Erhebungen 2005 Hopfenbau*⁵ NEPTUN-Erhebungen 2004 Obstbau

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 (ENGELHARD, 2008).

Acker- und Freilandgemüsebau

Im Acker- und Freilandgemüsebau wird Kupfer bei Kartoffeln und in geringerem Umfang auch bei Sellerie, Spargel, Zwiebel, Tomate, Gurkengewächsen und Möhre sowie im Zierpflanzenbau eingesetzt.

Flächenmäßig ist dabei die Anwendung von Kupferpräparaten im ökologischen Kartoffelbau gegen die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) von großer Bedeutung. Hier werden etwa 2 kg Cu/ha und Jahr angewendet. In einigen Regionen und trockenen Jahren wird oftmals auf die Anwendung verzichtet. Im

Gegensatz zu den Dauerkulturen erfolgt der Kupfereinsatz aufgrund der Anbaupause nur alle 4 Jahre auf der gleichen Fläche.

Abschätzung der als Pflanzenschutzmittel eingesetzten Kupfermenge in Deutschland für verschiedene Anwendungsbereiche

Mit den in der Tab. 5 angegebenen jeweiligen Anbauflächen ergibt sich eine im Ökologischen Landbau eingesetzte Kupfermenge von etwa 34 t pro Jahr. Im Vergleich zu der Kalkulation aus dem vom Umweltbundesamt (UBA) herausgegebenen UBA-Bericht von 2005 (S. 100) haben sich damit die jährlichen Kupfereinträge in diesem Bewirtschaftungssystem aufgrund der Ausweitung des Ökolandbaus um 15 t erhöht. Die Kalkulationen aus dem

UBA-Bericht (2005) bezüglich der Kupfermengen im konventionellen Landbau konnten anhand der NEPTUN-Daten präzisiert werden. So wurden die angewandten Kupfermengen im konventionellen Weinbau mit 0,5 kg Cu/ha stark unterschätzt. Sie liegen mit 1,3 kg Cu/ha etwa doppelt so hoch. Im Gegensatz dazu wurden die Aufwandmengen im Hopfenbau mit 16 kg Cu/ha stark überschätzt. Sie liegen bei nur 7 kg Cu/ha. Damit liegen die Gesamteinträge aus der konventionellen Landwirtschaft bei etwa 290 t Kupfer jährlich. Insgesamt werden durch Pflanzenschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft etwa 324 t Kupfer jährlich ausgebracht.

Die Daten vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) zu den in Verkehr gebrachten Kupfermengen belegen für den 5-Jahreszeitraum von 1997 bis 2001, dass durchschnittlich 295 t Kupfer jährlich über kupferhaltige Pflanzenschutzmittel eingesetzt wurden (UBA, 2005). Von 2002 bis 2007 wurden 314 t (NOLTING, 2008, schriftliche Information auf Anfrage) in den Verkehr gebracht. Damit sind die jährlichen durch Pflanzenschutzmittel ausgebrachten Kupfermengen leicht gestiegen. Diese Angabe beruht auf den Meldungen der Hersteller und Vertreiber gemäß § 19 Pflanzenschutzgesetz und stimmt sehr gut mit den obigen Abschätzungen überein. Diese Kupfermenge wird überwiegend auf landwirtschaftliche Böden aufgebracht. Legt man die jährlichen Gesamtfrachten zugrunde, erscheint die zu Pflanzenschutz Zwecken applizierte Gesamtmenge im ökologischen Landbau mit ca. 34,1 t/ha und Jahr bzw. 289,5 t/ha und Jahr im konventionellen Anbau im Vergleich z. B. zur Fracht durch Wirtschaftsdünger (ca. 2300 t/ha und Jahr) oder Klärschlamm (ca. 450 t/ha und Jahr) gering (UBA, 2005).

Literatur

AbV, 2003: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, Objektartenkatalog Basis-DLM, Stand 01.07.2003. Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen.

BERKELMANN-LÖHNERTZ, B., D. HEIBERTSHAUSEN, O. BAUS-REICHEL, U. HOFMANN, R. KAUER, 2004: Ohne Kupfer geht es nicht – Status quo

- im ökologischen Weinbau nach vier Jahren BÖL-Verbundprojekt. In: KÜHNE, S., B. FRIEDRICH: Fachgespräch – „Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien“, Berlin 29. Januar 2008. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 142, 17-20.
- ENGELHARD, B., 2008: Strategien zur Reduzierung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln im Hopfen – Ohne diese Produkte kein Öko-Hopfen. In: KÜHNE, S., B. FRIEDRICH: Fachgespräch – „Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien“, Berlin 29. Januar 2008. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 142, 33-39.
- FORSTER, R., 2008: Zulassungssituation für kupferhaltige Pflanzenschutzmittel für die Saison 2008. In: KÜHNE, S., B. FRIEDRICH: Fachgespräch – „Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien“, Berlin 29. Januar 2008. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 142, 6-9.
- KAUER, R., B. FADER, M. WOLFF, 2008: Aktuelle Situation der Bekämpfung von *Plasmopara viticola* in der Praxis des ökologischen Weinbaus in Deutschland. In: KÜHNE, S., B. FRIEDRICH: Fachgespräch – „Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien“, Berlin 29. Januar 2008. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 142, 21-26.
- KIENZLE, J., D. AUGUSTIN, P. HAUG, 2008: Einsatz und Notwendigkeit von Kupferpräparaten im ökologischen Obstbau. In: KÜHNE, S., B. FRIEDRICH: Fachgespräch – „Bedeutung von Kupfer für den Pflanzenschutz, insbesondere für den Ökologischen Landbau – Reduktions- und Ersatzstrategien“, Berlin 29. Januar 2008. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 142, 40-41.
- NOLTING, H.-G., 2008: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Abteilung 2, Pflanzenschutzmittel, Bundesallee 50, Gebäude 247, 38116 Braunschweig. (schriftliche Information auf Anfrage).
- ROSSBERG, D., 2006: NEPTUN 2004 Obstbau – Erhebung von Daten zur Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel. Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 129, 52 S.
- STATISTISCHES JAHRBUCH ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, 2007: Hrsg. vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 588 S.
- STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2003: Statistische Berichte Baden-Württemberg: Verkaufsanbau von Baumobst 2002 – Ergebnisse der Obstanbauerhebung. Artikel-Nr.3371 02001, 55 S.
- UMWELTBUNDESAMT UBA, (Hrsg.), 2005: Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden – Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen. UBA-Forschungsbericht 2005, 279 S.
- ZMP (ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT), 2008: Ökomarkt Forum, Marktbericht, 38.
- ZMP, 2003: Ökomarkt Jahrbuch 2003, Verkaufspreise im Ökologischen Landbau. Materialien zur Marktberichterstattung, Band 44, ZMP, Bonn, 240 S.