

BfR hält die Aufnahme von Organophosphatverbindungen über Fruchtsaft für unwahrscheinlich

Stellungnahme Nr. 041/2007 des BfR vom 09. Oktober 2007

In einer Pilotstudie zum Kinder-Umwelt-Survey des Umweltbundesamtes (UBA) wurden geringe Konzentrationen verschiedener Abbauprodukte von Organophosphaten im Urin der Mehrzahl der untersuchten Kinder nachgewiesen. Als mögliche Ursache für diese Belastung wird der Verzehr von Fruchtsaft genannt, weil organische Phosphorverbindungen als Pflanzenschutzmittel auch in Obstkulturen eingesetzt werden. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat diese Aussage und die angewandte Methodik bewertet.

Die Pilotstudie zum Kinder-Umwelt-Survey wurde 2001 bis 2002 durchgeführt. Insgesamt wurden bei 363 Kindern zwischen 2 und 17 Jahren Urinproben genommen und auf Organophosphat-Abbaustoffe untersucht. Die erhobenen Daten sind nicht repräsentativ für Kinder in Deutschland.

Aus Sicht des BfR kann auf Grundlage der erhobenen Daten kein kausaler Zusammenhang darüber abgeleitet werden, ob die Aufnahme von Organophosphat-Wirkstoffen über Lebensmittel – und dabei speziell über Fruchtsäfte – die Ursache für die im Urin analysierten Abbauprodukte war. Weder ist bekannt, ob noch andere Eintragspfade eine Rolle spielten noch ob die Abbauprodukte statt im menschlichen Stoffwechsel bereits vorher in der Pflanze oder während des Verarbeitungsprozesses des Obstes zu Saft gebildet wurden. Dazu hätte eine Analyse der verzehrten Nahrungsmittel auf Organophosphat-Rückstände und die jeweiligen Abbauprodukte erfolgen müssen. Vor allem widerspricht die Aussage des UBA dem Sachverhalt, dass bislang bei den jährlich durchgeführten amtlichen Monitoring-Untersuchungen von Fruchtsaftproben nur in wenigen Einzelfällen Rückstände von Organophosphaten nachgewiesen wurden.

Das BfR kommt auf Basis seiner Bewertung zu dem Schluss, dass die Belastung des Urins der Kinder nicht ohne weiteres mit einer Belastung von Fruchtsäften mit Organophosphat-Rückständen begründet werden kann, und weitere Untersuchungen notwendig wären, um den Sachverhalt zu klären.

1 Gegenstand der Bewertung

Zur Vorbereitung des IV. Deutschen Umweltsurveys (GerES IV, German Environmental Survey) des Umweltbundesamtes (UBA), dessen Schwerpunkt erstmalig auf der Exposition von Kindern lag, hat das UBA in einer Pilotstudie in den Jahren 2001/2002 ein Humanbiomonitoring durchgeführt, bei dem verschiedene Stoffgehalte im Blut und Urin von Kindern in Deutschland erhoben wurden. In der Mehrzahl der Urinproben wurden u.a. Organophosphat-Metaboliten nachgewiesen. Als Ursache für diese Belastung wird der Verzehr von Fruchtsaft angesehen [1, 2]. Das BfR hat im Folgenden die Ergebnisse und Methodik der GerES IV-Pilotstudie [1] bewertet.

2 Ergebnis

Die vorliegende Studie [1] ist nicht dazu geeignet, eine Einschätzung über die Belastung von Fruchtsäften mit Organophosphat-Wirkstoffen zu treffen. Die Aussage steht vielmehr im Widerspruch zu den tatsächlich im Monitoring bei Fruchtsäften durch die zuständigen Überwachungsbehörden der Bundesländer gemessenen Rückstandskonzentrationen. Aus der Studie lässt sich nicht ableiten, ob die Aufnahme von Organophosphat-Rückständen über Le-

bensmittel ursächlich für die im Urin analysierten Metaboliten war. Es ist nicht bekannt, ob noch andere Eintragspfade eine Rolle spielten. Es lässt sich nicht sagen, ob die Metabolisierung im menschlichen Stoffwechsel oder bereits vorher in der Pflanze bzw. während eventueller Verarbeitungsprozesse stattgefunden hat, d.h. ob die verzehrten Lebensmittel bereits nur noch die untoxischen Organophosphat-Metaboliten und nicht mehr die Wirkstoffe selbst enthalten haben. Hierzu wäre eine Analyse der verzehrten Nahrungsmittel auf Organophosphate und ihre Metaboliten erforderlich gewesen.

Aus Sicht des BfR hat das UBA eine Risikobewertung unternommen, die zu oben genannter Schlussfolgerung geführt hat, ohne dass eine Plausibilitätsprüfung des angenommenen Kausalzusammenhanges erfolgte.

3 Begründung

3.1 Bewertung der Ergebnisse und Methodik der GerES IV-Pilotstudie

3.1.1 Einleitung

Daten aus Untersuchungen zum Human-Biomonitoring können wichtige Aufschlüsse über die Belastung der Bevölkerung mit Schadstoffen liefern. Sie unterliegen jedoch generell Limitierungen hinsichtlich der eindeutigen Identifikation der auslösenden Quelle für die Belastung mit Schadstoffen, da oft unzureichende Informationen und hohe interindividuelle Variationen bzgl. toxikokinetischer und toxikodynamischer Prozesse vorliegen. Zugleich ist es methodisch oft schwierig, die zeitlichen Bezüge zwischen externem Kontakt mit dem Schadstoff und dem gemessenen Vorkommen im Körper korrekt abzubilden. Dies wird zusätzlich erschwert, wenn wie im vorliegenden Fall die nachgewiesenen Substanzen Abbauprodukte mehrerer eigentlich wirksamer Substanzen darstellen und damit die Zuordnung zu einer bestimmten Muttersubstanz nicht eindeutig getroffen werden kann. Außerdem ist nicht nachgewiesen, dass eine Exposition gegenüber der Muttersubstanz überhaupt stattgefunden hat.

3.1.2 Methodik

Die GerES IV-Pilotstudie wurde im Zeitraum zwischen März 2001 und März 2002 durchgeführt. In diesen Zeitraum fielen sowohl die Probenahmen (hier: Urin) als auch die Befragungen. Insgesamt wurden bei 396 Kindern zwischen 2 und 17 Jahren, die aus 2 Berliner Bezirken und 2 ländlichen Regionen in Norddeutschland stammten, Pyrethroid-Metaboliten im Urin analysiert, bei 363 Kindern Organophosphat-Metaboliten, die jeweils als Indikator für die Exposition der Kinder gegenüber Pyrethroiden und Organophosphaten dienten. Auf den Studienteil, der sich mit den Pyrethroid-Metaboliten beschäftigt, wird nicht weiter eingegangen.

Die Erhebung der Daten ist nicht repräsentativ für Kinder in Deutschland. Mittels einer multiplen linearen Regression wurden Korrelationen zwischen den Metaboliten-Konzentrationen im Urin und expositionsrelevanten Variablen ermittelt, um Aufschluss über mögliche Expositionspfade zu erhalten. Welche Variablen insgesamt alle auf mögliche Korrelationen geprüft wurden, ist nicht bekannt. Als Maß für die Güte der Anpassung der Regressionsfunktion an die empirischen Daten wurde das Bestimmtheitsmaß angegeben.

3.1.3 Ergebnisse (Teil: Dialkylphosphate in Urin)

Die 95-Perzentile der Konzentrationen an Organophosphat-Metaboliten im Urin betragen gemäß der GerES IV-Pilotstudie 0,118 mg/l DMP (Dimethylphosphat), 0,02 mg/l DEP

(Diethylphosphat), 0,124 mg/l DMTP (Dimethylthiophosphat), 0,011 mg/l DETP (Diethylthiophosphat), 0,011 mg/l DMDTP (Dimethyldithiophosphat) und weniger als 0,001 mg/l DEDTP (Diethyldithiophosphat) [1].

Im Ergebnis der multivariaten Analyse wurde für folgende Variablen eine Korrelation mit der Metabolitenkonzentration im Urin gefunden: Alter, ländliches oder städtisches Wohnumfeld (DMTP, DETP), Jahreszeit (DEP) und Verzehrverhalten in Hinblick auf den Verzehr von Fruchtsäften (DMP, DMTP, DEP) bzw. frischen Früchten (DETP). Für DETP zeigte dabei die Häufigkeit des täglichen Verzehr von frischem Obst als kategorisierte Variable einen signifikanten statistischen Zusammenhang und für alle weiteren betrachteten Metaboliten die kategorisierte Portionsmenge des Fruchtsaft-Verzehrs pro Tag.

Ein kausaler Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Organophosphat-Rückständen über die Nahrung und dem konzentrationsabhängigen Auftreten von Organophosphatmetaboliten im Urin wurde nicht hergestellt. Rückstände von Organophosphat-Wirkstoffen bzw. -Metaboliten in Früchten oder Fruchtsäften wurden im Rahmen der Studie nicht untersucht.

3.1.4 Bewertung der Methodik und Ergebnisse

Die GerES IV-Pilotstudie beruht auf einer Kombination aus Messergebnissen und Fragebogenauswertungen. In den vorliegenden Fragebögen zur Pilotstudie wurde eine Reihe von Fragen zum Verzehrverhalten gestellt. Dazu wurde die Häufigkeit des Verzehr für grobe Lebensmittelkategorien wie z.B. „Frisches Obst“, „Gekochtes/Konserven-Obst“ in 6-7 Häufigkeitskategorien erfragt. Rückschlüsse auf die konkret verzehrten Produkte lassen sich anhand der Fragen nicht ziehen. Hinsichtlich des Verzehr von Saft wurde keine Unterscheidung getroffen zwischen Fruchtsäften, -nektaren, Fruchtsaftgetränken etc. Die Genauigkeit, die in Verzehrstudien mit Duplikatproben des Essens, Wiegeprotokollen und Erinnerungsprotokollen der Ernährung der letzten Tage erreicht werden kann, ist bei der hier genutzten Erhebung des Verzehrverhaltens nicht gegeben.

Aus der Studie ist nicht ersichtlich, welche Variablen/Eintragspfade zu Beginn der multivariaten Analyse auf eine mögliche Korrelation mit den Konzentrationen der Organophosphat-Metaboliten im Urin geprüft wurden. Es ist nicht auszuschließen, dass die Variablen Frucht- und Fruchtsaftverzehr eher zufällig ausgewählt wurden. Auch kann erhöhter Frucht-/Fruchtsaftkonsum auf vegetarisch dominierte Kost hindeuten, muss aber nicht bedeuten, dass der Eintragspfad die Früchte/Fruchtsäfte selbst sind. Es kann auch sein, dass der tatsächliche Eintragspfad bei „Frucht-Essern“ nur stärker ausgeprägt ist.

Die lineare Regression ist ein Verfahren zur Schätzung eines funktionalen Zusammenhangs bei metrischer Zielvariable und metrischen Einflussvariablen. In der vorliegenden Studie ist nicht erkennbar, ob die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit einer linearen Regression geprüft wurden und ob sie erfüllt sind. Z.B. liegt ein großer Teil der Werte der Zielvariablen (10 - 55 %) unterhalb der Bestimmungsgrenze (LOQ) und wurde als Konstante ausgedrückt (LOQ/2), was zu einer Verzerrung der Analyseergebnisse geführt haben kann. Die Dialkyldithiophosphat-Metaboliten DMDTP und DEDTP wurden wegen noch häufigerer Befunde < LOQ von den Autoren der Studie von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Als Einflussvariablen sind neben metrischen Variablen (wie z.B. Verzehr von Fruchtsaft in ml/Tag) auch nominale Variablen (wie z.B. Verzehr von Fruchtsaft: > 1 Glas / < 1 Glas) möglich, die wie metrische Variablen behandelt werden. Hier sind „täglicher Verzehr von Fruchtsaft“ und „täglicher Verzehr von frischem Obst“ allerdings als kategoriale Variablen (Unterteilung in 3 Kategorien) verwendet worden, die für eine Berücksichtigung in der Regression

noch in nominale Variablen umgewandelt werden müssten. Dann müsste ein Regressionskoeffizient für jede so definierte Variable geschätzt werden. Dies ist jedoch nicht erfolgt, was ebenfalls zu einer Verzerrung der Analyseergebnisse geführt haben kann. Aus den Ergebnissen lässt sich demnach nicht ableiten, inwieweit die (kategorisierte) Verzehrsmenge an Fruchtsaft/Früchten in Zusammenhang mit den Konzentrationen an Organophosphat-Metaboliten im Urin steht. Ferner ist anzumerken, dass die Kategorien für den täglichen Verzehr von Fruchtsaft in der vorliegenden Studie nicht einheitlich verwendet wurden: in Tabelle 4 wird die höchste Kategorie mit „mehr als 1 Glas pro Tag“ angegeben, in Tabelle 5 mit „2 oder mehr Gläser pro Tag“.

Die abgeleiteten Regressions-Modelle sind aufgrund der niedrigen Werte für das Bestimmtheitsmaß fragwürdig. Sofern die Autoren der Studie überhaupt Korrelationen zwischen den Dialkylphosphat-Konzentrationen im Urin und expositionsrelevanten Variablen gefunden haben, lag das Bestimmtheitsmaß zwischen 0,05 und 0,19, d.h. nur 5 bis 19 % der gesamten Streuung der Zielvariablen war auf die Einflussvariablen und 81 bis 95 % auf in der Regressionsgleichung nicht erfasste Einflüsse zurückzuführen. Offensichtlich wurde bisher keine Kombination von Variablen gefunden, die den Metabolitengehalt im Urin zuverlässig beschreiben kann. Neben den aufgeführten Variablen gibt es mit hoher Wahrscheinlichkeit weitere, bisher unbekannte Variablen, die wesentlich zur Erklärung der Streuung der Zielvariablen beitragen.

Die Pilot-Studie lässt aufgrund ihres Designs keine Rückschlüsse auf die Gesamtbevölkerung (hier: Kinder) zu. **Eine Verallgemeinerung der darin beschriebenen Ergebnisse auf alle Kinder in Deutschland ist unzulässig.**

Die Interpretation der Ergebnisse der Studie wird dadurch erschwert, dass die untersuchten Metaboliten als Abbauprodukte jeweils einer Vielzahl verschiedener Organophosphat-Wirkstoffe auftreten können und insofern nicht spezifisch sind. In der deutschen Rückstandshöchstmengenverordnung (RHmV) sind für 84 Organophosphat-Wirkstoffe Höchstmengen festgesetzt. Davon enthalten 10 die DMP-Einheit, 2 die DEP-Einheit, 21 die DMTP-Einheit, 16 die DETP-Einheit, 7 die DMDTP-Einheit, 11 die DEDTP-Einheit und 17 anders strukturierte Organophosphat-Einheiten (vgl. hierzu Anhang I).

Die Metaboliten, in denen 2 Sauerstoffatome des Phosphats durch Schwefel ersetzt sind (DMDTP und DEDTP) können nur aus Dithioorganophosphaten stammen, also z.B. aus Azinphos-ethyl/-methyl, Dimethoat, Malathion, Ethion, Methidathion, Phosalon oder Phosmet. Die Dithiophosphate werden jedoch relativ rasch metabolisiert, wobei u.a. ein Austausch von Schwefel gegen Sauerstoff stattfindet. Es ist also damit zu rechnen, dass kaum Dithiophosphate, dafür aber höhere Anteile der korrespondierenden Monothiophosphate (DMTP, DETP) bzw. Phosphate (DMP, DEP) gefunden werden. Die Monothiophosphate können zudem aus Wirkstoffen stammen, die bereits die entsprechende Monothiophosphateinheit enthalten wie z.B. Chlorpyrifos-methyl/-ethyl, Demeton, Fenthion, Fensulfothion, Oxydemethon-methyl, Parathion, Parathion-methyl oder Pirimiphos-methyl/-ethyl.

Entsprechende Überlegungen gelten für die nicht-schwefelhaltigen Organophosphat-Metaboliten, die einerseits aus entsprechenden Wirkstoffen mit diesem Strukturelement (z.B. Chlorfenvinphos, Dichlorvos, Mevinphos), andererseits aus Mono- und Dithioorganophosphat-Wirkstoffen nach Austausch von Schwefel gegen Sauerstoff gebildet werden können.

Es überrascht daher nicht, dass die Untersuchungen der Dialkylphosphat-Konzentrationen im Urin die höchste Konzentration für den nicht-schwefelhaltigen Organophosphat-

Metaboliten DMP ergeben haben, gefolgt von den Konzentrationen des Monothiophosphat-Metaboliten DMTP und nur sehr geringen Konzentrationen der Dithiophosphat-Metaboliten.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Studie lässt sich keine Aussage darüber treffen, ob die Aufnahme von Organophosphat-Wirkstoffen über Lebensmittel – und dabei speziell über Fruchtsäfte – ursächlich für die im Urin analysierten Metaboliten war. Es ist nicht bekannt, ob noch andere Eintragspfade eine Rolle spielten. Es lässt sich nicht sagen, ob die Metabolisierung im menschlichen Stoffwechsel oder bereits vorher in der Pflanze bzw. während eventueller Verarbeitungsprozesse stattgefunden hat, d.h. ob die verzehrten Lebensmittel bereits nur noch die Organophosphat-Metaboliten und nicht mehr die Wirkstoffe enthalten haben. Hierzu wäre eine Analyse der verzehrten Nahrungsmittel auf Organophosphate und ihre Metaboliten erforderlich gewesen. Die Autoren der Studie verweisen bereits darauf, dass die Metaboliten auch vor dem Verzehr schon gebildet worden sein könnten.

Die Autoren vergleichen die gefundenen Metabolitenkonzentrationen unter Berücksichtigung eines Molverhältnisses von 2:1 (Wirkstoff/Metabolit) mit dem ADI-Wert (Acceptable Daily Intake) für Dimethoat und kommen zu dem Ergebnis, dass der ADI-Wert überschritten wird. Diese Bewertung ist nicht nachvollziehbar. Es ist nicht klar, unter Verwendung welcher Daten aus der Konzentration im Morgenurin auf die tägliche Aufnahmemenge des Metaboliten (bzw. des Wirkstoffs Dimethoat) rückgeschlossen wird. Rückstandsdaten zu den verzehrten Lebensmitteln liegen nicht vor. Der verwendete ADI-Wert ist nicht angegeben. Es ist ebenfalls unklar, ob der deutlich toxischere Dimethoat-Metabolit Omethoat in der Bewertung berücksichtigt wurde und warum überhaupt die Konzentration der Metaboliten auf Dimethoat und nicht auf andere Organophosphat-Wirkstoffe bezogen wurde.

3.2 Beurteilung der Rückstandssituation von Organophosphaten in Fruchtsäften

Nachfolgend soll die Plausibilität der Aussage „*Kinder könnten über den Konsum von Fruchtsaft erheblich mit Organophosphat belastet sein*“ [2] geprüft werden.

Im Zeitraum, in dem die Untersuchungen durchgeführt wurden (2001/2002), waren in Deutschland Pflanzenschutzmittel mit folgenden Organophosphat-Wirkstoffen für Obst- und Gemüseanwendungen zugelassen:

- Phosphamidon: Kernobst, Steinobst (außer Süß-/Sauerkirschen), Beerenobst (zugelassen bis 2003)
- Oxydemeton-methyl: Kernobst, Pflaume, Erdbeere (zugelassen bis 2004)
- Parathion: Erdbeere, Stachelbeere, rote/weiße/schwarze Johannisbeere (zugelassen bis Januar 2002)
- Parathion-methyl: Kernobst (zugelassen bis 2003)
- Dimethoat: Kernobst, Pflaumen (zugelassen bis 2003); Erdbeere, Süß-/Sauerkirschen (zugelassen bis 2005; Aufbrauchfrist bis Ende 2007)

Rückstände bis zur jeweils geltenden Höchstmenge für diese Wirkstoffe gem. RHmV sind zulässig (vgl. hierzu Anhang I). Darüber hinaus können Rückstände von diesen oder anderen Organophosphat-Wirkstoffen auch über importierte Ware von innerhalb oder außerhalb der EU auf den deutschen Markt und zum Verbraucher gelangen. Bedingung für die Verkehrsfähigkeit dieser Waren ist die Einhaltung der in Deutschland gültigen Höchstmengen bzw. erlassenen Allgemeinverfügungen gem. § 54 LFGB (Anhang I).

Höchstmengen für Saft werden nicht separat festgesetzt. Es ist aber von einer deutlichen Verringerung der Organophosphat-Konzentrationen bei der Safftherstellung auszugehen. Je

nach Wirkstoff und Obstsorte wurden Verarbeitungsfaktoren zwischen 0,02 und 1 ermittelt, in der Regel deutlich unter 0,5. Für Dimethoat wurde beispielsweise ein Verarbeitungsfaktor von 0,14 für die Herstellung von Orangensaft ermittelt. Bei einer zulässigen Höchstmenge von 0,02 mg/kg in Orangen und einem Verarbeitungsfaktor von 0,14 wäre demnach nicht mit Rückständen oberhalb von 0,003 mg/l in Orangensaft zu rechnen.

Dass generell in Fruchtsäften keine bzw. äußerst geringe Rückstände auftreten und die geltenden Höchstmengen i.d.R. eingehalten werden, wird durch die vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) übermittelten Informationen zum amtlichen Monitoring, das durch die Überwachungsbehörden der Bundesländer erfolgt, bestätigt.

Nach Angaben des BVL wurden im Rahmen des amtlichen Monitorings im Zeitraum 2000-2006 insgesamt 1280 Fruchtsaftproben in 27 verschiedenen Kategorien untersucht. Dabei wurden Saft, Nektar, Sirup und Saftkonzentrat unterschieden sowie die Zusammensetzung aus nur einer Fruchtart bzw. aus Fruchtmischungen. Die Mehrzahl der Proben entfiel dabei auf Orangensaft, roten Traubensaft, Mehrfruchtsäfte, schwarzen Johannisbeernektar und Kernfruchtsaft (Apfel, Birne). Nur zu Orangensaft stammen die Ergebnisse aus zwei verschiedenen Beprobungsjahren. Bei 24 Untersuchungen in 20 Proben wurden Organophosphate in Konzentrationen oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze (LOQ) gefunden (1,8 %). Metaboliten wurden nur einbezogen, sofern sie Teil der Rückstandsdefinition gem. RHmV sind. Die im Rahmen der GerES IV-Pilotstudie untersuchten Metaboliten DMP (Dimethylphosphat), DMTP (Dimethylthiophosphat), DMDTP (Dimethyldithiophosphat), DEP (Diethylphosphat), DETP (Diethylthiophosphat) und DEDTP (Diethyldithiophosphat) wurden in keiner Probe mit untersucht und sind auch nicht Bestandteil der Rückstandsdefinition eines Organophosphat-Wirkstoffs.

Insgesamt ist festzustellen, dass nur in wenigen Einzelfällen im Rahmen des Monitorings Organophosphat-Wirkstoffe in Fruchtsäften gefunden wurden, obwohl in einer Vielzahl von Proben ein breites Spektrum von Organophosphat-Wirkstoffen untersucht wurde. Über das Auftreten der in der vorliegenden Studie genannten Abbauprodukte von Organophosphat-Wirkstoffen kann aus dem Monitoring heraus keine Aussage getroffen werden, da nach diesen Substanzen nicht gesucht worden ist.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse des Monitorings ist die Aussage, dass Kinder über den Konsum von Fruchtsaft erheblich mit Organophosphat belastet sein könnten, nicht plausibel, zumindest, was die Belastung mit den eigentlichen Organophosphat-Wirkstoffen betrifft. Nicht auszuschließen ist hingegen, dass eine Aufnahme der untoxischen Organophosphat-Metaboliten wie z.B. DMP oder DET, erfolgt.

4 Referenzen

- [1] Becker, K., Seiwert, M., Angerer, J. Kolossa-Gehring, M., Hoppe, H.-W., Ball, M., Schulz, C., Thumulla, J., Seifert, B.: GerES IV Pilot Study: Assessment of the exposure of German children to organophosphorus and pyrethroid pesticides, Int. J. Hyg. Environ.-Health 209 (2006) 221–233
- [2] „Wie Schadstoffe und Lärm die Gesundheit unserer Kinder belasten - Erste Ergebnisse aus dem Kinder-Umwelt-Survey des Umweltbundesamtes“, entnommen aus www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/kus-jb2006.pdf am 12.09.2007

Anhang I

Liste aller für Organo(thio)phosphate in Deutschland in Obst festgesetzten Rückstands-Höchstmengen (Stand zum Bewertungszeitraum des UBA bis 13.07.2006) bzw. der erlassenen Allgemeinverfügungen (Stand 14.09.2007)

Wirkstoff	Höchstmengen und Allgemeinverfügungen für Organo(thio)phosphate in Obst (in mg/kg)	Enthaltenes Strukturelement*						
		DMP	DMTP	DMDTP	DEP	DETP	DEDTP	andere
Accephat	0,02							
Azamethiphos	0,01		X					
Azinphos-ethyl	0,05						X	
Azinphos-methyl	1 (Zitrusfrüchte, Trauben); 0,5 (übriges Obst)			X				
Bensulid	0,01							X
Bomyl	0,01	X						
Bromophos	0,05		X					
Bromophos-ethyl	0,05					X		
Butonat	0,01							X
Carbophenothion	0,01							
Chlorfenvinphos	1 (Zitrusfrüchte); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)				X			
Chlormephos	0,01							
Chlorpyrifos	3 (Bananen mit Schale); 2 (Mandarinen einschl. Clementinen und ähnliche Hybriden; Kiwis); 1 (Johannisbeeren, Stachelbeeren); 0,2 (Zitronen; Pfirsiche einschl. Nektarinen; Pflaumen; Erdbeeren); 0,5 (Kernobst; Trauben; Him- und Brombeeren); 0,3 (übrige Zitrusfrüchte, Süß-, Sauerkirschen); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)					X		
Chlorpyrifos-methyl	1 (Mandarinen einschl. Clementinen und ähnliche Hybriden); 0,5 (Orangen; Kernobst; Pfirsiche einschl. Nektarinen; Erdbeeren); 0,3 (Zitronen); 0,2 (Trauben); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)		X					
Chlorthion	0,01		X					
Chlorthiophos	0,01						X	

Wirkstoff	Höchstmengen und Allgemeinverfügungen für Organo(thio)phosphate in Obst (in mg/kg)	Enthaltenes Strukturelement*							andere
		DMP	DMTP	DMDTP	DEP	DETP	DEDTP		
		<chem>COP(=O)(OC)OR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)OR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	
Crotoxyphos	0,01	X							
Cyanofenphos	0,01								X
Demephion-O	0,01		X						
Demephion-S	0,01		X						
Demeton-S	0,02					X			
Demeton-S-methylsulfon	0,02		X						
Dialifos	0,01							X	
Diazinon	1 (Orangen; Grapefruit); 0,3 (Äpfel, Birnen, Kirschen); 0,2 (Heidelbeeren, Johannisbeeren, Stachelbeeren; Kiwis); 0,1 (Pflaumen); 0,05 (Schalenfrüchte); 0,02 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)							X	
Dichlofenthion	0,01							X	
Dichlorvos	0,1	X							
Dicrotophos	0,01	X							
Dimefox	0,01								X
Dimethoat + Omethoat	1 (Kirschen); 0,05 (Schalenfrüchte); 0,02 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)		(X)	Omethoat		X	Dimethoat		
Dioxathion	0,05							X	
Disulfoton	0,02							X	
Ditalimphos	0,01								X (DEP, DETP möglich)
EPN	0,01								X
Ethion	2 (Zitrusfrüchte); 0,5 (Kernobst, Steinobst, Trauben); 0,1 (übriges Obst)							X	
Ethrophos	0,02 (Ananas, Bananen mit Schale); 0,01 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								X
Etrimfos	0,02		X						
Famophos	0,01		X						
Fenamiphos	0,05 (Bananen mit Schale); 0,02 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								X

Wirkstoff	Höchstmengen und Allgemeinverfügungen für Organo(thio)phosphate in Obst (in mg/kg)	Enthaltenes Strukturelement*							andere
		DMP	DMTP	DMDTP	DEP	DETP	DEDTP		
Fenchlorphos	0,01								
Fenitrothion	2 (Zitrusfrüchte); 0,5 (übriges Obst)								
Fensulfotthion	0,01								
Fenthion	2 (Pflirsche einschl. Nektarinen; Mangos); 1 (Zitrusfrüchte, Kernobst, Kirschen); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								
Fonofos	0,01								
Formothion	0,05 (Schalenfrüchte); 0,02 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								
Fosthiazate	0,05 (Bananen mit Schale); 0,02 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								
Heptenophos	0,01								
Isofenphos	0,01								
Jodfenphos	0,01								
Malathion	2 (Zitrusfrüchte); 0,5 (übriges Obst)								
Mecarbam	2 (Zitrusfrüchte, §54 LFGB 1995); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								
Menazon	0,01								
Methacrifos	0,05								
Methamidophos	0,3 (Pflaumen); 0,2 (Zitrusfrüchte); 0,1 (Aprikosen); 0,05 (Kernobst; Pfirsiche einschl. Nektarinen); 0,01 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								
Methidathion	2 (Zitrusfrüchte); 0,5 (Trauben); 0,3 (Kernobst); 0,2 (Steinobst außer Kirschen); 0,05 (Schalenfrüchte); 0,02 (Kirschen); 0,02 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								
Mevinphos	0,5 (Steinobst außer Aprikosen); 0,2 (Zitrusfrüchte, Kernobst, Aprikosen); 0,1 (übriges Obst)								
Monocrotophos	0,01								
Naled	0,01								
Omethoat	siehe Dimethoat								
Oxydemeton-methyl	0,02								

Wirkstoff	Höchstmengen und Allgemeinverfügungen für Organo(thio)phosphate in Obst (in mg/kg)	Enthaltenes Strukturelement*							
		DMP	DMTP	DMDTP	DEP	DETP	DEDTP	andere	
Parathion	0,05								
Parathion-methyl	0,02								
Phorat	0,05		X						X
Phosalon	2 (Kernobst; Pfirsiche einschl. Nektarinen); 1 (übriges Obst)								X
Phosmet	2 (Zitrusfrüchte, § 54 LFGB 2000); 2 (Äpfel, Birnen, Pfirsiche, Nektarinen, Aprikosen, § 54 LFGB 2004); 0,6 (Pflaumen, Kirschen, § 54 LFGB 2006); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)			X					
Phosphamidon	0,15 (Obst, einschließlich Schalenfrüchte)	X							
Phoxim	0,05							X	
Pirimiphos-ethyl	0,01							X	
Pirimiphos-methyl	2 (Mandarinen einschl. Clementinen und ähnliche Hybriden; Keltertrauben; Kiwis); 1 (übrige Zitrusfrüchte); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)		X						
Profenofos	0,05								X
Propetamphos	0,01								X
Prothiofos	0,01								X
Pyrazophos	0,05							X	
Pyridaphenthion	2 (Zitrusfrüchte, § 54 LFGB 1998, keine nat. HM)							X	
Quinalphos	0,05							X	
Sulfotep	0,2 (Melonen); 0,1 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)							X	
Temephos	0,01		X						
TEPP	0,01						X		
Terbufos	0,02 (Bananen mit Schale); 0,01 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)								X
Tetrachlorvinphos	0,01	X							
Thionazin	0,01								
Tolclofos-methyl	0,01								X
Triamiphos	0,01		X						
									X

Wirkstoff	Höchstmengen und Allgemeinverfügungen für Organo(thio)phosphate in Obst (in mg/kg)	Enthaltenes Strukturelement*						
		DMP	DMTP	DMDTP	DEP	DETP	DEDTP	andere
Triazophos	0,02	<chem>COP(=O)(OC)OR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem> <chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)OR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)OR</chem> <chem>COP(=O)(OC)OR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem> <chem>COP(=O)(OC)SR</chem>	
Vamidotion	0,5 (Kernobst); 0,05 (übriges Obst, abgedeckt über andere pflanzliche LM)		<chem>COP(=O)(OC)SR</chem> <chem>COP(=O)(OC)SR</chem>			<chem>COP(=O)(OC)OR</chem> <chem>COP(=O)(OC)OR</chem>	<chem>COP(=O)(OC)SR</chem> <chem>COP(=O)(OC)SR</chem> X	

* DMP = Dimethylphosphat
 DMTP = Dimethylthiophosphat
 DMDTP = Dimethyldithiophosphat

DEP = Diethylphosphat DETP = Diethylthiophosphat
 DEDTP = Diethyldithiophosphat

Die Nomenklatur folgt der Benennung der im Rahmen der GerES IV-Pilotstudie bestimmten Organophosphat-Metaboliten in Urin