



Rückstände von Biphenyl bei Kräutern – Literaturstudie zu Vorkommen, Ursachen und Vermeidung

Bernhard Speiser und Regula Bickel

Stand: 20. 1. 2017

Erstellt im Auftrag von Bio Suisse

Inhalt

1. Einleitung	2
2. Grundlagen zu Biphenyl	2
2.1 Industrielle Anwendungen von Biphenyl	2
2.2 Anwendung von Biphenyl zur Konservierung von Zitrusfrüchten	3
2.3 Biphenyl als Kontamination in Pflanzenschutzmitteln	3
2.4 Biphenyl als Kontamination in der Luft	4
3. Rückstände bei verschiedenen Kulturen	4
3.1 Frischkräuter, insbesondere Petersilie	4
3.2 Kräutertees (getrocknet)	5
3.3 Weitere Lebensmittel	5
3.4 Schlussfolgerungen zu den betroffenen Kulturen	5
3.5 Jahreszeitliche Schwankungen	5
4. Ursachen	6
4.1 Aufnahme aus der Luft	6
4.2 Andere Aufnahmewege	6
5. Vorgehen bei Rückstandsfällen	7
5.1 Ursachenfindung und Reduktion bei Gewächshauskulturen	7
5.2 Ursachenfindung und Reduktion bei getrockneten Lebensmitteln	7
5.3 Weitere Ursachen	8
5.4 Beurteilung und Massnahmen	8
6. Literatur	9

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich
 FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria
 FiBL est basé en Suisse, Allemagne et Autriche

FiBL Schweiz / Suisse
 Ackerstrasse, CH-5070 Frick
 Tel. +41 (0)62 865 72 72
 info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

1. Einleitung

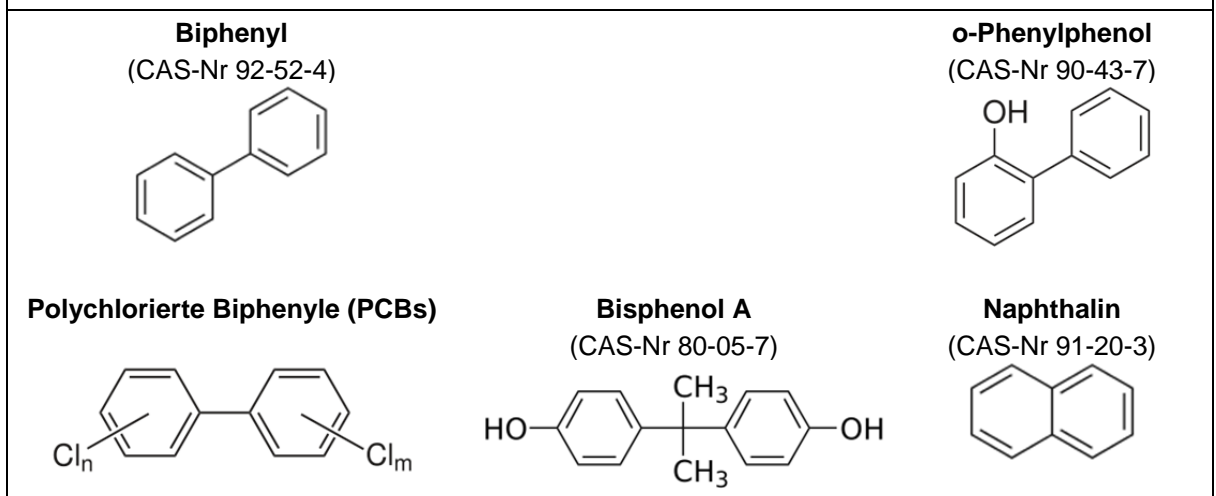
Bei Kräutern (biologisch und konventionell) werden immer wieder Rückstände von Biphenyl gefunden. In dieser Literaturstudie wird das heutige Wissen zum Vorkommen dieser Rückstände, möglichen Ursachen und Massnahmen zur Vermeidung zusammengefasst. Ziel ist es, eine Basis zur Beurteilung von konkreten Rückstandsfällen bereitzustellen.

2. Grundlagen zu Biphenyl

Biphenyl ist ein natürlicher Bestandteil fossiler Brennstoffe (Steinkohlenteer, Rohöl und Erdgas). Es ist ein Kohlenwasserstoff und besteht aus zwei verbundenen Phenolringen (Abb. 1). Es ist ein hitzestabiler, reaktionsträger Feststoff. Biphenyl wird auch Diphenyl genannt. Es hat eine ähnliche chemische Struktur wie o-Phenylphenol (= Biphenyl-2-ol). Biphenyl sollte nicht mit den ähnlich lautenden Bisphenolen (z.B. Bisphenol A) oder den polychlorierten Biphenylen (PCBs) verwechselt werden.

Biphenyl hat eine geringe akute Toxizität (EFSA, 2010). Es kann jedoch Haut, Augen und Atmungsorgane reizen. Zudem ist es sehr giftig für Wasserorganismen. In Dänemark wurde es in die «list of undesirable substances» (LOUS) aufgenommen (Maya-Drysdale *et al.*, 2014).

Abbildung 1: Strukturformeln der Stoffe, welche in diesem Bericht erwähnt werden.



2.1 Industrielle Anwendungen von Biphenyl

Für industrielle Zwecke wird Biphenyl durch Destillation aus Steinkohlenteer gewonnen. Es hat diverse industrielle Anwendungen (EFSA, 2010), wie zum Beispiel:

- Wärmeträger
- Träger für Pigmente in der Textilindustrie und bei kohlefreiem Durchschlagpapier (z.B. Quittungen, Lieferscheine etc.)
- Lösungsmittel in der Pharmaindustrie
- Vorläufersubstanz bei der Herstellung von Emulgatoren, optischen Aufhellern, Pflanzenschutzmitteln und Plastik
- Flammenschutzmittel

2.2 Anwendung von Biphenyl zur Konservierung von Zitrusfrüchten

Biphenyl hat eine fungizide Wirkung und wurde früher als Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Die Hauptanwendung fand bei Zitrusfrüchten statt, um den Befall von Blau- und Grün-schimmel zu verhindern. In der Nachkriegszeit ermöglichte die Schalenbehandlung den Transport von Zitrusfrüchten über grosse Entfernungen, z.B. von Florida nach Europa. Aus dieser Zeit stammt die Einstufung als Pflanzenschutzmittel, welche bis heute für Rückstän-de von Biphenyl gilt. Als Pflanzenschutzmittel ist Biphenyl in Europa schon länger nicht mehr zugelassen.

Später wurde Biphenyl nicht mehr als Pflanzenschutzmittel, sondern als Lebensmittelzu-satzstoff E 230 klassifiziert, wobei es weiterhin zur Behandlung von Zitruschalen diente. Auch als Lebensmittelzusatzstoff (Konservierungsmittel) ist Biphenyl seit 2005 in Europa nicht mehr zugelassen.

Folgende Anwendungsformen sind bei Zitrusfrüchten technisch möglich: Tauchbad, Be-dampfung der Früchte oder Imprägnierung von Einwickelpapieren, Kartons oder Zwischen-einlagen der Verpackung. Meistens wurde Biphenyl in Kombination mit Orthophenylphenol, Natrium-Orthophenylphenolat und/oder Thiabendazol eingesetzt.

2.3 Biphenyl als Kontamination in Pflanzenschutzmitteln

Da Biphenyl in fossilen Brennstoffen vorkommt, kann es auch in daraus gewonnenen Pro-dukten als Kontaminante auftreten. Im Zusammenhang mit Pflanzenschutzmitteln ist das Lösungsmittel «Solvent Naphtha» von Bedeutung. Solvent Naphtha ist ein kostengünstiges Lösungsmittel mit diversen Anwendungen. Es wird insbesondere bei Natur- und Kunsthar-zen, Druckfarben, als Verdünner von Farben und Lacken und bei Herbiziden und Insektizi-den eingesetzt. Solvent Naphtha ist ein Gemisch leichter aromatischer Kohlenwasserstoffe. Es enthält diverse aromatischen Moleküle mit einem Siedepunkt von 223 – 287 °C (EFSA, 2010). Es besteht hauptsächlich aus C3-Benzolen, Toluol, Xylol und Naphthalin (siehe Abb. 1). Solvent Naphtha wird durch Destillation von Steinkohlenteer hergestellt. Da Biphenyl einen Siedepunkt von 255 °C aufweist, gelangt es bei der Destillation in die Frak-tion des Solvent Naphtha. Der Anteil Biphenyl in Solvent Naphtha beträgt je nach Art des Rohöls und Raffinerie 0.5 – 1.3 % (EFSA, 2010). Solvent Naphtha wird auch als «aromatic naphtha», «Schwerbenzol» oder «Lösungsbenzol» bezeichnet. Es sollte nicht verwechselt werden mit «Naphtha» (auch «Rohbenzin» genannt), welches überwiegend aliphatische Kohlenwasserstoffe umfasst und deshalb kein Biphenyl enthält.

Pflanzenschutzmittel enthalten neben der Aktivsubstanz meist verschiedene Co-Formulan-tien. Dies können auch Lösungsmittel sein. Im Review der EFSA (EFSA, 2010) wird er-wähnt, dass Biphenyl theoretisch in Lösungsmitteln von Pflanzenschutzmitteln als Konta-mination vorkommen könnte. Allerdings gibt es kaum dokumentierte Fälle eines solchen Vorkommens. Ein Beispiel ist das Fungizid «Score», welches als Aktivsubstanz rund 25 % Difenoconazol enthält. Gemäss Bruns (2011) enthält dieses Produkt rund 1 % Biphenyl. Als Ursache ist zu vermuten, dass das Produkt als Co-Formulant Solvent Naphtha enthält. Es wäre denkbar, dass nach dem Erscheinen dieser Publikation die Formulierung von Score geändert wurde, und es heute kein Solvent Naphtha mehr enthält. Da Co-Formulantien nicht deklariert werden müssen, kann dies jedoch im Rahmen dieser Studie nicht überprüft werden.

Anmerkung: Neben Solvent Naphtha werden auch noch einige Naphthalinderivate (z.B. Naphthalinsulfonsäure oder deren Salze) als Co-Formulantien in Pflanzenschutzmitteln verwendet. Im Gegensatz zu Solvent Naphtha konnten jedoch keine Hinweise darauf ge-funden werden, dass solche Naphthalinderivate mit Biphenyl verunreinigt sein könnten.

Kein Biphenyl in Pflanzenschutzmitteln der Schweizer Betriebsmittelliste: Dem Betriebsmittelteam Schweiz ist die vollständige Zusammensetzung aller Produkte bekannt (inklusive aller Co-Formulantien). Eine Überprüfung aller gelisteten Pflanzenschutzmittel zeigte, dass kein einziges Produkt Solvent Naphtha enthält. Somit ist davon auszugehen, dass diese Produkte nicht mit Biphenyl kontaminiert sind.

2.4 Biphenyl als Kontamination in der Luft

Biphenyl entsteht bei unvollständiger Verbrennung von organischer Substanz und bei der Verdampfung von flüchtigen Brennstoffen. Typische Beispiele sind (GBZ_Papenburg, 2009; EFSA, 2010):

- Autoabgase
- Heizungsabgase
- Zigarettenrauch
- Verbrennung von Kunststoff
- Heizöl- und Dieseldämpfe
- Erdgas

In der Umgebungsluft beträgt die Konzentration typischerweise 1 – 100 ng/m³. Als Ursache sind hauptsächlich Auto- und Heizungsabgase anzunehmen. In Innenräumen ist die Konzentration oft höher (100 – 1000 ng/m³).

Leider finden sich in der Literatur keine Angaben über die quantitative Bedeutung der einzelnen Quellen. Da in den letzten Jahren in der Abgasreduktion beträchtliche Fortschritte erzielt wurden ist davon auszugehen, dass sich auch die Emission von Biphenyl stark geändert hat. Für Aussenluft in Siedlungsgebieten wird meist davon ausgegangen, dass Heizungen und Verkehr die wichtigsten Emissionsquellen sind. Für Innenräume wird angenommen, dass Zigarettenrauch, Zimmerheizungen und nahe gelegene Garagen die wichtigsten Quellen sind (EFSA, 2010). Da in der Schweiz heute kaum noch in Innenräumen geraucht wird, dürfte diese Emissionsquelle an Bedeutung verloren haben.

3. Rückstände bei verschiedenen Kulturen

Biphenyl wurde in der Lebensmittelanalyse seit Anfang 2009 vermehrt gefunden, und zwar in erster Linie in frischen Kräutern, daneben aber auch in Salaten, Sellerie und Kohlgewächsen sowie einigen anderen Lebensmitteln. Betroffen war insbesondere Petersilie aus allen Regionen und Ursprungsländern: Deutschland, Holland, Italien, Israel und Zypern (GBZ_Papenburg, 2009).

3.1 Frischkräuter, insbesondere Petersilie

EFSA untersuchte einen Datensatz von 169 Proben von Kräutern, hauptsächlich Petersilie (Tab. 1). Ein Grossteil der Proben enthielt Biphenyl. Die Rückstände waren bei biologischen und konventionellen Kräutern sehr ähnlich. Leider enthält diese Studie keine Angaben, ob es sich um Topfkräuter oder um geschnittene Ware handelt.

Tabelle 1: Biphenyl-Rückstände in Frischkräutern gemäss EFSA (2010).

Parameter	konventionell	bio	gesamt
Anzahl Proben total	120	49	169
Anzahl Proben Petersilie	111	48	159
Anzahl Proben mit >0.01 mg/kg Biphenyl	87	34	121
% der Proben mit >0.01 mg/kg Biphenyl	72.5 %	69.4 %	71.6 %
Mittelwert Biphenyl-Rückstand	0.024 mg/kg	0.023 mg/kg	0.023 mg/kg
Median Biphenyl-Rückstand	0.020 mg/kg	0.013 mg/kg	0.020 mg/kg
maximaler Biphenyl-Rückstand	0.12 mg/kg	0.099 mg/kg	0.12 mg/kg

3.2 Kräutertees (getrocknet)

EFSA untersuchte zudem einen Datensatz von 398 Proben von getrockneten Kräutern für Kräutertee (Tab. 2). Deutlich weniger Proben als bei Frischkräutern enthielten Biphenyl. Es scheint, dass Blätter und Wurzeln mehr Biphenyl enthalten als Blüten. Allerdings ist der hohe Maximalwert bei Blättern auf einen einzelnen Ausreisser zurückzuführen, und bei Wurzeln ist die Anzahl Proben zu gering für eine eindeutige Aussage. Zudem handelt es sich um ganz verschiedene Pflanzenarten.

Tabelle 2: Biphenyl-Rückstände in Kräutertees gemäss EFSA (2010), Tab. 3-5.

Parameter	Blüten	Blätter	Wurzeln
Anzahl Proben total	228	165	5
Anzahl Proben mit >0.01 mg/kg Biphenyl	32	45	1
% der Proben mit >0.01 mg/kg Biphenyl	14.0 %	27.3 %	20 %
maximaler Biphenyl-Rückstand	0.04 mg/kg	0.21 mg/kg	0.01 mg/kg

3.3 Weitere Lebensmittel

EFSA (2010) erwähnt Biphenyl-Rückstände auch noch bei folgenden Kulturen:

- Hagebutten (Biphenyl in 7 von 81 Proben gefunden = 8.6 %)
- Hopfen (Biphenyl in 1 von 18 Proben gefunden = 5.6 %)
- Gewürze (Biphenyl in 61 von 305 Proben gefunden = 20.0 %)

3.4 Schlussfolgerungen zu den betroffenen Kulturen

Die Problematik der Biphenyl-Rückstände besteht zwar bei einigen Kulturen, ist aber bei Petersilie wesentlich ausgeprägter als bei den übrigen Kulturen.

3.5 Jahreszeitliche Schwankungen

Immer wieder ist zu hören, dass Biphenyl-Rückstände in den Wintermonaten am höchsten seien; leider konnten dazu keine publizierten Daten gefunden werden. Dies würde auf einen Zusammenhang mit der Heizung (Gebäude- und/oder Gewächshausheizungen) hindeuten.

4. Ursachen

Die Ursachen von Biphenyl-Rückständen und die Aufnahmewege sind zwar nicht restlos geklärt, aber doch in groben Zügen bekannt.

4.1 Aufnahme aus der Luft

Dass atmosphärisches Vorkommen von Biphenyl zu Rückständen in Kulturen führen kann, scheint gesichert (EFSA, 2010).

Gewächshäuser sind einem besonders hohen Risiko ausgesetzt, weil sie neben den Kulturen verschiedene technische Anlagen wie Heizung, Lüftung und Treibstofflager beherbergen. Einerseits können die Abgase von Heizungen Biphenyl enthalten. Andererseits können in Heizungs- und Tankräumen Dieseldämpfe entstehen, welche ebenfalls Biphenyl enthalten. In Heizungs- und Tankräumen scheint die Konzentration von Biphenyl in der Luft besonders hoch zu sein. In der Schweiz ist allerdings der Anteil Ölheizungen bei Gewächshäusern rapide zurückgegangen, und heute wird fast ausschliesslich Erdgas verwendet. Erdgas sollte aus Gründen des Explosionsschutzes nicht austreten können. Die Luftführung im Gewächshaus bestimmt, in welchem Ausmass die kontaminierte Luft mit den Kulturpflanzen in Kontakt kommt, was schlussendlich die Höhe der Rückstände beeinflusst. Diese Art der Kontamination erklärt die Rückstände bei Topfkräutern (Petersilie u.a.), welche in der Regel im Gewächshaus angebaut werden.

Die Belastung der Atmosphäre kann durch grössere Heizungsanlagen, Industrie- oder Gewerbebetriebe, allenfalls Autobahnen oder Flughäfen oder Verbrennungen im freien Feld (z.B. Baumschnitt, Plastik) erhöht werden. Ob Abpackanlagen Biphenyl abgeben, ist nicht bekannt. Je nach technischen Vorgängen wäre dies jedoch denkbar (z.B. Folienschrumpfung).

Da bei Verbrennungen oft Biphenyl entsteht ist anzunehmen, dass auch bei der Trocknung ein Risiko der Kontamination bestehen könnte. Dies gilt zumindest für traditionelle Verarbeitung, bei denen z.B. Holzfeuer eingesetzt werden; bei elektrischer Trocknung existiert dieses Risiko hingegen nicht. Das gleiche (vermutlich noch ausgeprägter) gilt für die Räucherung. Dies könnte die Rückstände bei Kräutertees und Gewürzen erklären. Allerdings konnte zur Belastung durch Trocknung / Räucherung keine Literatur gefunden werden. Ein Spezialfall der Verbrennung ist Zigarettenrauch, der ebenfalls Biphenyl enthält.

4.2 Andere Aufnahmewege

Kontaminierte Pflanzenschutzmittel sind eine weitere theoretisch mögliche Ursache. Allerdings gibt es bisher kaum Belege für diesen Kontaminationsweg, so dass er zumindest selten zu sein scheint. Für die Schweizer Bioproduktion kann diese Ursache ausgeschlossen werden (siehe oben).

Als Arbeitshypothese zählt EFSA (2010) weitere theoretische Möglichkeiten auf, für welche jedoch kaum Belege existieren. Dies sind: (i) verunreinigte Substrate, (ii) Kontamination via Wasser, (iii) Kontamination bei der Lagerung.

Da Biphenyl als Pigmentträger bei kohlefreiem Durchschlagpapier eingesetzt wird, könnten theoretisch entsprechende Dokumente (Quittungen, Lieferscheine etc.) mögliche Quellen einer Kontamination sein. Allerdings können solche Quellen nicht eine ganze Kultur kontaminieren. Einzig vorstellbar ist eine lokale Kontamination der Hände bei der Probenahme, so dass Biphenyl in der Probe nachgewiesen wird. Bei entsprechenden Vorsichtsmass-

nahmen (Handschuhe tragen bei der Probenahme) ist dieser Kontaminationsweg ausgeschlossen, so dass er insgesamt als wenig wahrscheinlich erscheint.

In einem Rückstandsfall auf Schweizer Knospe-Ware wurden vor einiger Zeit Packkartons als mögliche Ursache identifiziert, so dass dieser Kontaminationsweg regelmässig als Ursache angenommen wird. Für eine Kontamination des Kartons mit Biphenyl kommen theoretisch Farben, Lacke, Leime, ev. auch Lösungsmittel oder Abgase in Frage. Im Nachhinein lässt sich dies jedoch nicht abschliessend klären.

5. Vorgehen bei Rückstandsfällen

Da kaum Grundlagen zur Bildung von Biphenyl-Rückständen existieren, kann hier keine exakte methodische Anweisung gegeben werden. So ist beispielsweise nicht bekannt, wie hohe Belastungen der Luft zu wie hohen Rückständen führen. Stattdessen empfehlen wir bei Rückstandsfällen das folgende pragmatische Vorgehen:

- sämtliche möglichen Quellen überprüfen, welche in diesem Dokument genannt werden.
- Quellen so weit als möglich sanieren (vertretbarer Aufwand).
- Nach der Sanierung nochmalige Rückstandsanalyse bei der gleichen Kultur. Allenfalls Kontrollanalyse in der nächsten Heizperiode.
- Falls immer noch Rückstände auftreten: Vorgehen mit weiter gehenden Sanierungsmassnahmen wiederholen.

Unter den einheimischen Kulturen scheint Petersilie am anfälligsten auf Biphenyl-Rückständen zu sein. Somit eignet sich Petersilie als Testkultur. Wenn bei Petersilie in den Wintermonaten keine Rückstände gefunden werden, so dürfte auch bei den übrigen Kulturen und Jahreszeiten kein Risiko bestehen.

5.1 Ursachenfindung und Reduktion bei Gewächshauskulturen

- Mögliche Quellen von Heizungsabgasen, Öl-, Diesel- und Benzindämpfen oder Erdgas auf dem Betrieb suchen. Da Luftanalysen schwierig sind, kann dabei nicht auf Luftmessungen abgestellt werden, sondern nur auf die Konstruktion der Anlagen. Falls möglich sanieren oder besser entlüften.
- Luftströme abklären: Auf welchem Weg und in welchem Ausmass kommen die Abgase oder Dämpfe mit den Kulturen in Berührung? Können sie besser in die Umgebung abgeleitet werden? Können empfindliche Kulturen (Petersilie) weiter entfernt von diesen Quellen aufgestellt werden (Windrichtung beachten)?
- Falls möglich Lüftungsregime ändern oder allenfalls technische Einrichtungen umbauen, damit weniger Abgase oder Dämpfe mit den Kulturen in Kontakt kommen.

5.2 Ursachenfindung und Reduktion bei getrockneten Lebensmitteln

- Überprüfen, ob die Rohprodukte schon vor der Trocknung kontaminiert waren (falls Rückstellmuster vorhanden).
- Mögliche Quellen von Heizungsabgasen, Erdgas oder Öldämpfen in der Trocknungsanlage suchen. Möglichkeiten der technischen Reduktion prüfen (z.B. Wärmetauscher, andere Wärmequelle).

5.3 Weitere Ursachen

In Fällen, wo mit den oben skizzierten Massnahmen keine eindeutige Ursache identifiziert werden kann, können zudem noch folgende Emissionsquellen abgeklärt werden:

- Betriebseigene Abpackanlagen.
- Industrie- und Gewerbebetriebe, Autobahnen, Flughäfen und Treibstofflager in der Umgebung.
- Verbrennungsplätze in der Umgebung (z.B. Baumschnitt, Plastik). Diese sollten möglichst weit von den Kulturen entfernt angelegt werden (Hauptwindrichtung beachten).
- Rauchplätze: Wo darf auf dem Betrieb geraucht werden? Befinden sich Lebensmittel direkt an diesem Ort oder in einem benachbarten Raum, oder gibt es eine Verbindung zum Rauchplatz durch einen Lüftungsschacht? Allenfalls Rauchplatz verlegen oder besser entlüften.
- Transportfahrzeuge: Kommen die Lebensmittel mit Dieseldämpfen oder Abgasen in Kontakt?

5.4 Beurteilung und Massnahmen

Rückstände von Biphenyl gelten à priori als Pflanzenschutzmittelrückstände. Allerdings ist Biphenyl schon länger nicht mehr als Pflanzenschutzmittel in Gebrauch. Deshalb kann eine Anwendung von Biphenyl bei praktisch allen Kulturen ausgeschlossen werden. Einzig bei Zitrusfrüchten muss geprüft werden, ob eine Schalenbehandlung stattfand.

In der Regel ist von einer unbeabsichtigten Kontamination auszugehen. Bei Schweizer Bioprodukten können kontaminierte Pflanzenschutzmittel als Ursache ausgeschlossen werden. Die weitaus wahrscheinlichste Ursache ist eine Kontamination über die Luft, meist im Zusammenhang mit der Heizung (eigene Heizung und/oder Heizungen in der Umgebung). In einem solchen Fall liegt kein Verstoß gegen die Produktionsvorschriften des Biolandbaus vor.

Rückstände von Biphenyl sind bei Frischkräutern sehr weit verbreitet (über 70 % aller Proben; siehe oben) und bisher gibt es keine konkreten Anweisungen, wie sie vermieden werden könnten. Deshalb stellen solche Rückstände keinen Verstoß gegen die Sorgfaltspflicht dar. Dies sollte jedoch die Produzenten nicht davon abhalten, nach möglichen Emissionsquellen zu suchen und diese zu sanieren.

Quantitative Betrachtungen: Bei Frischkräutern betragen die Biphenyl-Rückstände im Mittel rund 0.02 mg/kg (EFSA, 2010). Der BNN geht davon aus, dass bei Frischkräutern Werte bis 0.05 mg/kg unvermeidbar sind (BNN, 2012). Für eine allfällige Umrechnung von frischen auf getrocknete Kräuter empfiehlt EFSA (2010) grundsätzlich einen Standard-Verarbeitungsfaktor von 10. Falls im Einzelfall ein produktspezifischer Verarbeitungsfaktor bekannt ist, so sollte jedoch dieser verwendet werden. Die EFSA (2010) äussert sich nicht dazu, in welchen Fällen die Anwendung eines Verarbeitungsfaktors zulässig ist.

Beurteilungsgrundlagen in der Schweiz: Bei Rückständen von Biphenyl wird ein Einzelfallentscheid getroffen (siehe Weisung zum Vorgehen bei Rückständen im Bio-Bereich vom 20.11.2015, Anhang A1.6).

6. Literatur

BNN, 2012. Öffentliche Stellungnahme zur Anwendung des BNN-Orientierungswerts bei Biphenyl-Nachweisen in frischen (Topf)-Kräutern.

Bruns, S.E., 2011. Bewertung von rückstandsanalytischen Laborkompetenzen anhand experimenteller Daten. Dissertation, TU München

EFSA, 2010. Modification of the existing MRLs for biphenyl in various commodities. EFSA Journal 8, 1855.

GBZ Papenburg, 2009. Biphenylfunde in Topfkräutern und weiteren Gemüsearten.

Maya-Drysdale, L., Brunn Poulsen, P., Strandesen, M., 2014. Survey of biphenyl. Public Consultation Version. Danish Environmental Protection Agency.