



14.März 2014

Pflanzenuntersuchungen im Umfeld der Deponie Eyler Berg in Kamp Lintfort

Hier: Untersuchungsergebnisse von Grünkohl aus dem Jahr 2013

Bericht des LANUV vom 22.04.2013 – 31-Rad-1428

Bericht des LANUV vom 21.10.2013- 32-365-4.4

Die Untersuchungen aus dem Erhebungsjahr 2012 waren zu dem Ergebnis gekommen, dass die überprüften Schwermetallgehalte von Nickel, Cadmium und Blei im Gemüse in allen Fällen zu unauffälligen Befunden geführt und der Verzehr hinsichtlich der Belastung von Schwermetallen in selbstangebautem Gemüse unbedenklich ist. Die gleiche Aussage traf auch auf die ermittelten Gehalte von PCDD/F in Nahrungspflanzen zu. Auch mit Bezug auf die dioxinähnlichen (dl-) PCB konnte festgestellt werden, dass der Verzehr von Gemüse aus den eigenen Gärten nicht zu einer Überschreitung des von der EU empfohlenen TWI führte. Die Auswertung der PCB_{gesamt}-Gehalte (= $\sum 6$ Indikator-PCB x 5) in Grünkohl hingegen führte zu einer vorsorglichen Empfehlung in einem festgelegten Gebiet von Gestfeld (vergleiche Karte: Anbau- und Verzehrsempfehlung). Es wurde empfohlen, in dem ausgewiesenen Bereich den Verzehr von Grünkohl auf zwei Portionen pro Woche aus dem eigenen Garten zu beschränken.

Zur Frage der Ursache der PCB-Belastungen in Grünkohl konnten keine konkreten Aussagen getroffen werden. Die ermittelten PCB-Gehalte in den Grünkohlpflanzen wiesen insgesamt eine vergleichbare Belastung auf, mit Ausnahme des Wertes am Messpunkt 4. An den Messpunkten 6 und 12 konnten allerdings nur Grünkohlpflanzen aus Containeranbau ausgebracht werden, da hier keine Gartenbeete zur Verfügung standen. Die Ergebnisse ließen sich leider nicht schlüssig interpretieren. Ein Hinweis auf eine wesentliche Relevanz des Pfades Boden/Wurzel/Pflanze war nicht erkennbar. Auch lagen aus den durchgeführten PCB-Eintragsmessungen keine Hinweise vor, dass Immissionen zu einer wesentlichen Belastung führten. Daher wurde als mögliche Ursache eine prägende Bedeutung der bodennahen Verwehung von PCB-haltigem Material und/oder ggfs. eine Ausgasung aus den umliegenden Böden als relevante Quelle in Betracht gezogen. Im Hinblick auf die weitere Ursachenklärung, wurde für 2013 deshalb geplant, an allen Standorten (soweit möglich) Grünkohl sowohl im Beet als auch parallel in Containern mit Einheitserde und automatischer Wasserversorgung aufzustellen.

Methodik

Im Jahre 2013 wurde an 11 Messstellen Grünkohl im Container und an 8 dieser Messstellen zusätzlich auch Grünkohl in Beeten angebaut (vergl. Karte: Messpunkte) An den Messstellen 5, 6 und 12 standen keine Gartenbeete zur Verfügung. Die Expositionszeiten sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

	Pflanzdatum	Ernte
Grünkohl	19. August 2013	19. November 2013

Die Pflanzen wurden nach der Ernte jeweils in Alufolie verpackt in das Labor des LANUV verbracht und dort küchenfertig aufbereitet, tiefgefroren, gefriergetrocknet und anschließend in einer Zentrifugalmühle homogenisiert. Danach wurde das Probenmaterial an das Labor übergeben und auf die Gehalte an PCDD/F, dioxinähnlichen (dl-) PCB untersucht, sowie die PCB_{gesamt}-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB (PCB Nr. 28, 52, 101, 138, 153, 180) x Faktor 5 bestimmt.

Um einen möglichen Einfluss des Bodens bei der Interpretation der Gehalte an PCDD/F und PCB in Nahrungspflanzen berücksichtigen zu können, wurde auch eine Beprobung der Gärtenböden in Anlehnung an die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodschV) in den neuen Gartenbeeten durchgeführt. Über die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in den verschiedenen Gärten, wurde mit Schreiben vom 21. Oktober 2013, Az. 32-365-4.4 bereits berichtet.

Ergebnisse der Grünkohluntersuchungen

PCDD/F-Gehalte

Die PCDD/F-Gehalte sind in Tabelle 1 dargestellt. Die ermittelten Werte in der Beetkultur befinden sich insgesamt auf gleichem Niveau wie die Pflanzengehalte der Containerkultur (vergleiche Abbildung 1). Am Messpunkt 12, auf einem Firmengelände, wird der höchste Wert mit 0,13 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM in Containergrünkohl bestimmt. Er befindet sich damit auf gleichem Niveau, wie in 2012 (0,14 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM). Vergleicht man an den Messpunkten 4, 6, 9, 11 und 12 die Werte mit den Ergebnissen aus dem Vorjahr (vergl.Tab.1), so ergeben sich im Hinblick auf die Anreicherung von PCDD/F an den jeweiligen Messpunkten keine Unterschiede.

Die ermittelten Dioxin-Gehalte im Containergrünkohl bewegen sich im Bereich Hintergrundbelastung (Vergleichswerte aus 2012, z.B. Eifel 0,04 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM; maximale Belastung im Ballungsgebiet von 0,11 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM). Der Auslösewert der EU von 0,3 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM als Empfehlung für Nahrungspflanzen, die in den Handel kommen, wird deutlich unterschritten.

Die vergleichbaren Ergebnisse aus Beet- wie Containerkulturen deuten darauf hin, dass bei Dioxinen und Furanen ein relevanter Einfluss durch den Pfad Boden/Wurzel/Pflanze nicht gegeben ist.

Dioxinähnliche (dl-PCB) in Grünkohl

Die dl-PCB-Gehalte im Grünkohl aus Beetanbau (Tab 2 und Abb. 2) liegen schwerpunktmäßig im Bereich 0,03 bis 0,05 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM. Am Messpunkt 4 erreicht die Belastung einen Gehalt von 0,14 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM als höchsten Wert und übersteigt damit den Auslösewert der EU von 0,1 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM. Vergleicht man die Untersuchungsergebnisse mit den parallel exponierten Grünkohlpflanzen in den Containern, so ergibt sich ein weitgehend übereinstimmendes Ergebnis. Die vorliegenden Resultate lassen den Schluss zu, dass ein Einfluss über den Pfad Boden/Wurzel/Pflanze nicht feststellbar ist. Ein nennenswerter Unterschied zwischen den ermittelten Werten im Grünkohl aus Beetkultur und Container zeigt sich lediglich an Messpunkt 4 (vergl. Abb. 2). Bei Betrachtung der Entwicklung des Jahres 2013 gegenüber dem Vorjahr kommt es an den (vergleichbaren) Messpunkten 4 und 12 zu einer Abnahme und am Punkt 11 zu einem Anstieg der Gehalte. Die Werte der übrigen Messpunkte befinden sich auf gleichem Niveau (vergl. Tab. 2).

Setzt man die Werte der Containerkulturen in Relation zur ländlichen Hintergrundbelastung (z.B. Eifel 0,02 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM) oder zur Ballungsrandlage (LANUV 0,06 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM), so bewegen sich die hier ermittelten Gehalte insgesamt auf diesem Niveau. Eine Ausnahme hiervon bildet lediglich der Wert am Messpunkt 4 (vergl. Tab. 2 und Abb. 2), der etwa Faktor 3 bis 4 über diesem Niveau liegt.

PCB_{gesamt}-Gehalte in Grünkohl

Die Werte der PCB_{gesamt}-Gehalte in Grünkohl aus den Beeten und Containern bewegen sich allgemein im Bereich von 3 bis 4 µg/kg FM (vergl. Tabelle 3). Ausnahmen hiervon bilden die ermittelten deutlich höheren Gehalte am Messpunkt 4 und eingeschränkt am Messpunkt 7 (vergl. Abb. 3).

Ordnet man die PCB-Gehalte im Grünkohl aus dem Umfeld des Eyller Berges in Befunde aus anderen Untersuchungen von Nordrhein-Westfalen ein, so bewegen sich diese zwischen solchen aus Ballungsrandlage und Ballungsgebiet. Im ländlichen Hintergrund, zum Beispiel in der Eifel, wurde 2012 ein PCB-Gehalt im Grünkohl von 1,7 µg/kg FM festgestellt. Am LANUV in der Ballungsrandlage wurde im selben Jahr ein Wert von 2,8 µg/kg FM in der Containerkultur bestimmt; als maximale Konzentration von PCB_{gesamt} in Grünkohl wurde im Ballungsgebiet ein Wert von 7,2 µg/kg FM ermittelt.

Am Messpunkt 4 wurden die genannten Konzentrationsbereiche allerdings sehr deutlich überschritten.

Zwischen den PCB-Gehalten in Grünkohl aus Beetanbau einerseits und Containeranbau andererseits sind mit Ausnahme der Messstelle 4 keine wesentlichen Unterschiede festzustellen. Am Messpunkt 4 werden in der Containerkultur deutlich höhere PCB_{gesamt}-Gehalte nachgewiesen als in den Beetkulturen. Deutlich weniger ausgeprägt zeigt sich dieses Phänomen auch am Messpunkt 7 (vergl. Abb. 3). Auch diese Ergebnisse lassen, wie bei den dl-PCB, den Schluss zu, dass dem Pfad Boden/Wurzel/Pflanze keine wesentliche Relevanz zukommt.

Insgesamt ist nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht zu erkennen, dass der Aufnahmepfad Boden/Wurzel/Pflanze als wesentlich für die Belastung des Grünkohls angesehen werden kann. Dafür spricht, dass der Grünkohl aus Containerkultur – mit unbelastetem Bodensubstrat – keine systematisch und deutlich niedrigeren PCB-Gehalte aufweist, als Grünkohl aus der Beetkultur. Die im Gutachten vom 22. April 2013 aufgestellte Hypothese, dass ggfs. eine Ausgasung von PCB aus dem Boden als Quelle möglich sein könnte, erscheint damit widerlegt. Eine Ausgasung müsste bei der unterschiedlichen Expositionshöhe von Beetkultur und Containerkultur (ca. 45 cm über Grund) zu unterschiedlich hohen Anreicherungen führen. Dies zeigen die Ergebnisse jedoch nicht. Auch ein möglicher Einfluss von Sekundärkontaminationen durch Spritzwasser als bodennahe Quelle ist nach den hier dargestellten Untersuchungsergebnissen nicht anzunehmen.

Der Vergleich der Boden- und Pflanzenuntersuchungsergebnisse in Abbildung 4 zeigt dass die PCB_{gesamt}-Gehalte in den Pflanzen nicht mit den Gehalten in den Böden korrelieren. Die Abbildung veranschaulicht, dass sich die PCB-Gehalte in den Pflanzen trotz großer Unterschiede der Bodengehalte in den Beeten insgesamt auf vergleichbarem Niveau befinden, mit Ausnahme der Messstelle 4. Dies bestätigt ebenfalls, dass der Pfad Boden/Wurzel/Pflanze/ nicht als relevant für eine mögliche PCB-Anreicherung anzusehen ist.

Nach vorläufiger Auswertung der PCB-Deposition im Staubbiederschlag (2013) sind während der Expositionszeit keine auffälligen Einträge ermittelt worden.

Sonderstellung des Messpunktes 4

Einen Sonderfall stellt der Messpunkt 4 dar. Die hier ermittelten Gehalte von dl- PCB und PCB_{gesamt} fallen deutlich aus dem Rahmen der übrigen Untersuchungsergebnisse. Beide Werte des Messpunktes 4 sind nach statistischer Definition (> 3facher Interquartilabstand) als „extreme Ausreißer“ gegenüber allen übrigen Ergebnissen zu werten. Es muss an diesem Messpunkt daher zu einem lokal begrenzten und sehr hohen Immissionseintrag beim Grünkohl gekommen sein, für den allerdings keine Quelle bzw. Ursache bekannt oder belegt ist. Dieses bedarf daher einer weiteren Ursachenklärung.

Bewertung der Ergebnisse

PCDD/F und dl-PCB

Die europäische Kommission hat in 2011 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen und Furanen und dioxinähnlichen PCB in Futter- und Lebensmitteln eine Empfehlung herausgegeben (2011/516/EU). Diese Empfehlung trat am 1. Januar 2012 in Kraft und löste die Empfehlung 2006/88/EG ab. Die Empfehlung regt zu einem vorausschauenden Vorgehen an und berücksichtigt daher auch Maßnahmen zur Minderung der Emissionen. Für Gemüse wird für Dioxine und Furane ein Auslösewert von 0,3 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM und für dl-PCB von 0,1 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM angesetzt. Diese Auslösewerte sind nicht toxikologisch abgeleitet. Sie werden bezogen auf PCDD/F in allen Proben unterschritten (vergl. Abb. 1). Der Auslösewert für dl-PCB wird lediglich am Messpunkt 4 überschritten. An den übrigen Messpunkten wird der Empfehlungswert eingehalten (vergl. Abb. 2).

Das europäische „Scientific committee on food“ (SCF, 2001) hat eine wöchentlich tolerierbare Aufnahme (TWI) für Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB von 14 pg/kg KG/w festgelegt. Nach EFSA (EFSA, 2012) betrug die tägliche Aufnahme von Erwachsenen in Deutschland (Daten aus den Jahren 2008 bis 2010) in Abhängigkeit vom Alter im Mittel zwischen 0,79 und 1,01 pg TEQ_{WHO2005}/kg KG (bzw. zwischen 5,53 und 7,07 pg TEQ_{WHO2005}/kg KG pro Woche).

Die Summe der höchsten Konzentrationen für Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB ergeben sich an Standort 4 mit einem Wert von 0,21 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM für Beet-Pflanzen und mit 0,29 ng TEQ_{WHO2005}/kg FM für Containerpflanzen. Unter der oben getroffenen Expositionsannahme (täglicher Verzehr von 250 g Grünkohl) und der Annahme eines durchschnittlichen Körpergewichtes von 70 kg, ergibt sich somit rechnerisch eine maximale Zusatzbelastung von 5,25 pg TEQ_{WHO2005}/kg KG /w für Grünkohl im Beet und von 7,25 pg TEQ_{WHO2005}/kg KG /w für Grünkohl im Container. Damit wird der TWI-Wert von 14 pg/kg KG/w für Grünkohl unter Einbezug einer mittleren Aufnahmemenge von 7,07 pg TEQ_{WHO2005}/kg KG /w über andere Lebensmittel für Grünkohl im Beet unterschritten und für Grünkohl im Container eingehalten.

PCB_{gesamt}-Belastung

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat 2003 für das technische PCB-Gemisch Aroclor 1254 eine tolerierbare tägliche Dosis (tolerable daily intake: TDI) in Höhe von 20 ng/kg KG/d abgeleitet. Dieser TDI-Wert wird mit Bezug auf die PCB-Gesamtbelastung in den untersuchten Proben der Nahrungspflanzen als Berechnungsgrundlage herangezogen. Zur Darstellung der PCB-Gesamtbelastung in den untersuchten Proben wird die Summe der 6 Indikator-PCB 28, 52, 101, 153, 138, 180 mit dem Faktor 5 multipliziert. Nach EFSA (EFSA, 2012) lag die Aufnahme von Erwachsenen verschiedener Altersgruppen in Deutschland (Daten aus den Jahren 2008 bis 2010) im Mittel zwischen 10,6 und 12,4 ng/kg KG/d.

Die am stärksten belastete Grünkohlprobe aus dem Beet weist einen PCB_{gesamt}-Gehalt in Höhe von 12,40 µg/kg FM (Standort 4) auf und aus dem Container von 17,44 µg/kg FM (Standort 4). Unter den oben getroffenen Annahmen (durchschnittliches Körpergewicht von 70 kg und einem täglichen Verzehr an Grünkohl von 250 g) ergibt sich rechnerisch eine maximale Zusatzbelastung von 44,29 ng/kg KG x d für Grünkohl aus dem Beet und von 62,29 ng/kg KG/d für Grünkohl aus dem Container. Der o. g. TDI-Wert wird allein über den Verzehr von Grünkohl aus diesem Garten ohne Berücksichtigung der PCB_{gesamt}-Aufnahme aus anderen Nahrungsmitteln überschritten. Das gilt auch für Grünkohl aus dem Container an Standort 7, wobei die Höhe der PCB_{gesamt}-Konzentration in diesem Grünkohl deutlich unter der an Standort 4 liegt.

Auch für alle anderen Grünkohlproben ergibt sich bei Verzehr eine Überschreitung des TDI-Wertes, allerdings unter Berücksichtigung der PCB_{gesamt}-Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb in Höhe von 12,4 ng/kg KG/d.

Es fällt auf, dass sich die beiden Proben an Standort 4 in der Höhe der Belastung deutlich von allen anderen Proben abheben. Allein aus den in dem Grünkohlproben ermittelten Konzentrationen resultieren Überschreitungen des TDI-Wertes um den Faktor 2,2 bzw. 3,1.

Bei Verzehr der hier zu bewertenden Grünkohlproben aus dem Umgebungsbereich der Deponie Eyler-Berg in Kamp-Lintfort wird der von der WHO für das technische PCB-Gemisch Aroclor 1254 abgeleitete TDI-Wert in Höhe von 20 ng/kg KG/d unter Berücksichtigung der Belastung über die Aufnahme aus anderen Lebensmitteln für alle Standorte überschritten. Bei täglichem Konsum von derart belastetem Grünkohl kann eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht ausgeschlossen werden. Auf der Grundlage des Grünkohls mit der stärksten Belastung (Standort 4, Containerpflanzen) wird daher, auch wenn die Belastung im Vergleich zum Vorjahr gesunken ist, weiterhin vorsorglich empfohlen, nicht mehr als eine Portion Grünkohl (300 g) in 2 Wochen zu verzehren. Da sich in Bezug auf die Höhe der Belastung die anderen Proben deutlich von den Proben an Standort 4 abheben, wurde die Grünkohlprobe aus dem Container an Standort 7 (Probe mit der höchsten Belastung der anderen Standorte) betrachtet. Auf der Basis des Gehaltes dieser Probe wird vorsorglich empfohlen, nicht mehr als 2 Portionen Grünkohl pro Woche (je 300 g) zu verzehren.

Fazit

Die Frage nach der Ursache der aufgetretenen PCB_{gesamt}-Belastung (\sum 6 Indikator PCB x 5) in den Grünkohlpflanzen aus dem Jahre 2012 hat dazu geführt, dass im Rahmen der Ursachenfindung im aktuellen Untersuchungsjahr Grünkohl in Gartenbeete und parallel am gleichen Standort auch in Containern mit unbelasteter Einheitserde ausgebracht wurde. Insgesamt standen für die Untersuchungen acht Gärten zur Verfügung, sowie zusätzlich drei Standorte, an denen nur Containerkulturen exponiert wurden, da keine Nutzgärten vorhanden waren (Messpunkte 5, 6, 12).

Der Versuch sollte Hinweise geben, inwieweit bodennahe Kontaminationsquellen als Ursache für die PCB-Belastung in Betracht zu ziehen sind. Die Staubdepositionsmessung am Messpunkt 11 in direkter Nähe zur Deponie ((siehe Karte Messpunkte) hatte keine Hinweise geliefert, dass es zu auffälligen PCB-Einträgen im Nahbereich der in Rede stehenden Quelle kam. Daher zog das LANUV zunächst als Belastungsweg vorrangig den Pfad über bodennahe Verwehungen feinsten Bodenpartikel bzw. die Ausgasung aus den umliegenden Böden als mögliche Quellen in Betracht. Die Untersuchungen aus dem Jahr 2013 erlauben nun folgenden Feststellungen:

- Die Untersuchungen von Grünkohl in Beet und parallel aufgestellten Containern ergaben in nahezu allen Fällen eine weitgehende Übereinstimmung der ermittelten Gehalte von PCDD/F, dl-PCB und PCB_{gesamt}.
- Eine Sonderrolle spielt allerdings der Messpunkt 4: Hier lassen sich deutlich erkennbare Unterschiede zwischen den dl-PCB und PCB_{gesamt}-Gehalten der beiden Szenarien erkennen, wobei die Containerkulturen jeweils die höheren Werte zeigen. Die gefundenen Werte liegen außerdem 3 – 4mal höher als an den übrigen Messpunkten.
- Die ermittelten PCB_{gesamt}-Gehalte in Grünkohl aus Containerkultur im Untersuchungsgebiet lassen sich zwischen Ballungsrandzone (2,8 µg/kg FM) und Ballungsgebiet (7,2 µg/kg FM) einordnen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass insgesamt eine erhöhte Grundbelastung in dem Gebiet über alle Messpunkte, mit geringen Schwankungen, vorliegt (vergl. Abb. 3). Der Wert am Messpunkt 4 liegt allerdings um mehr als das doppelte über der maximalen Belastung im Ballungsgebiet.
- Hinweise, dass eine mögliche Ausgasung aus dem Boden als Ursache der Schadstoffanreicherung in Grünkohl mit verantwortlich sein könnten, ließen sich nach den Untersuchungsergebnissen nicht erkennen.
- Die Ergebnisse liefern des Weiteren keine Indizien, dass ein wesentlicher Einfluss über den Pfad Boden/Wurzel/Pflanze vorliegt.

- Nach ersten Auswertungen der Depositionsmessungen ist davon auszugehen, dass die Einträge in die Messgefäße von Organika, insbesondere PCB unauffällig sind; daher bleibt die bodennahe Verwehung PCB-haltiger Partikel als Ursache der Schadstoffanreicherung zu prüfen.
- Eine besondere Situation ist jedoch am Messpunkt 4 gegeben, hier wird eine mehrfach höhere Belastung von PCB_{gesamt} gegenüber den übrigen Messpunkten festgestellt, die offensichtlich auf eine spezielle Quelleneinwirkung hinweisen.

Wegen der ermittelten PCB_{gesamt}-Werte sollte die Anbau- und Verzehrsempfehlung mit Bezug auf Grünkohl vorsorglich weiter aufrecht erhalten bleiben. Ergänzend wird empfohlen, den Bereich nordwestlich der Eyller Straße zwischen der Feldstraße und der Kurzen Straße und deren Verlängerung nach Nord-Westen folgend bis zum Steinweg und dessen Verlängerung nach Süd-Westen bis zur Kendelstraße und weiter nach Südosten über die Feldstraße bis zur Eyller Straße in die Empfehlung aufzunehmen.

Tab. 1

Standort	Grünkohl		Grünkohl/Container	
	PCDD/F TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]	PCDD/F TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]	PCDD/F TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]	PCDD/F TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]
	2012	2013	2012	2013
3		0,07		0,10
4	0,07	0,07		0,10
5				0,09
6			0,06	0,05
7		0,06		0,07
9	0,04	0,05		0,05
11	0,05	0,06		0,06
12			0,14	0,13
13	0,05	0,06		0,05
14		0,07		0,07
15		0,06		0,07

Tab. 2

Standort	Grünkohl		Grünkohl/Container	
	dl-PCB TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]	dl-PCB TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]	dl-PCB TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]	dl-PCB TEQ _{WHO-2005} [ng/kg FM]
	2012	2013	2012	2013
3		0,05		0,05
4	0,18	0,14		0,19
5				0,05
6			0,06	0,04
7		0,04		0,05
9	0,06	0,05		0,04
11	0,01	0,05		0,05
12			0,11	0,06
13	0,05	0,04		0,03
14		0,03		0,03
15		0,07		0,06

Tab. 3

Standort	Grünkohl		Grünkohl/Container	
	PCB _{gesamt} ($\Sigma 6 * 5$) [$\mu\text{g/kg FM}$]	PCB _{gesamt} ($\Sigma 6 * 5$) [$\mu\text{g/kg FM}$]	PCB _{gesamt} ($\Sigma 6 * 5$) [$\mu\text{g/kg FM}$]	PCB _{gesamt} ($\Sigma 6 * 5$) [$\mu\text{g/kg FM}$]
	2012	2013	2012	2013
3		3,26		3,61
4	24,12	12,40		17,44
5				3,94
6			3,84	3,20
7		4,35		6,00
9	4,94	4,02		3,17
11	6,18	4,42		3,73
12			5,83	3,97
13	4,32	3,21		2,82
14		2,82		2,99
15		4,39		4,08

Abb. 1

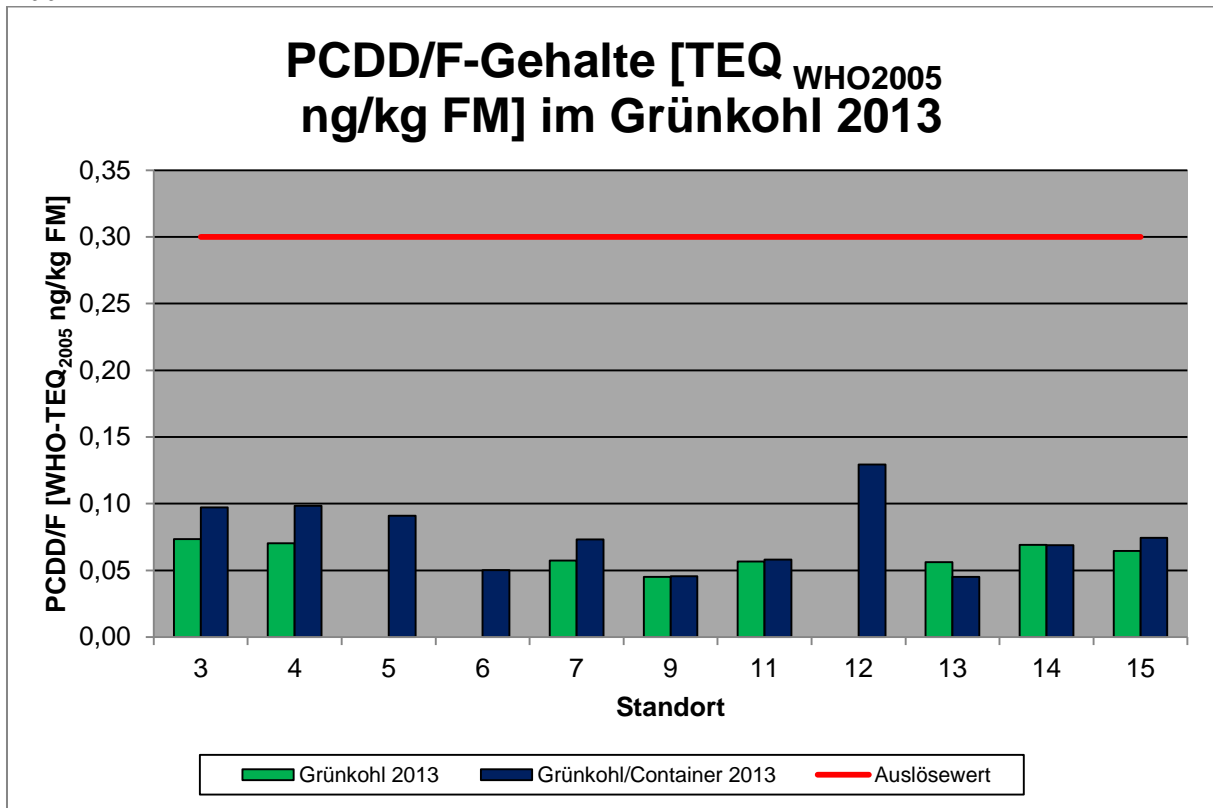


Abb. 2

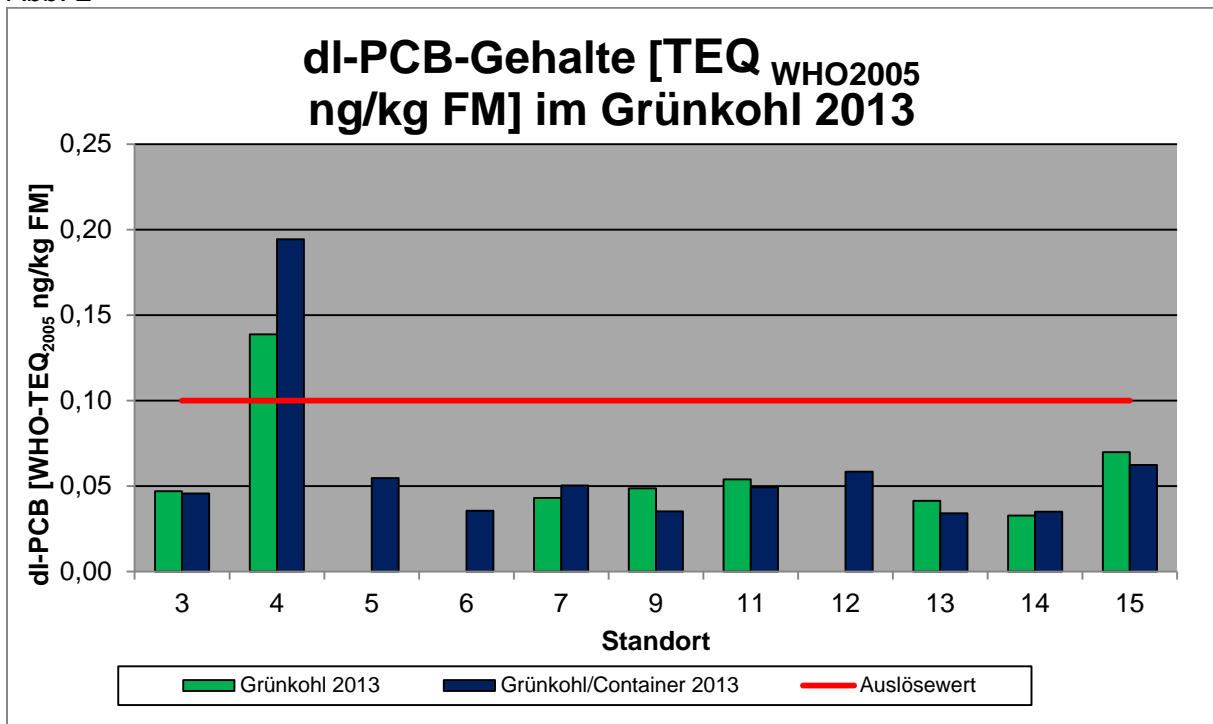


Abb. 3

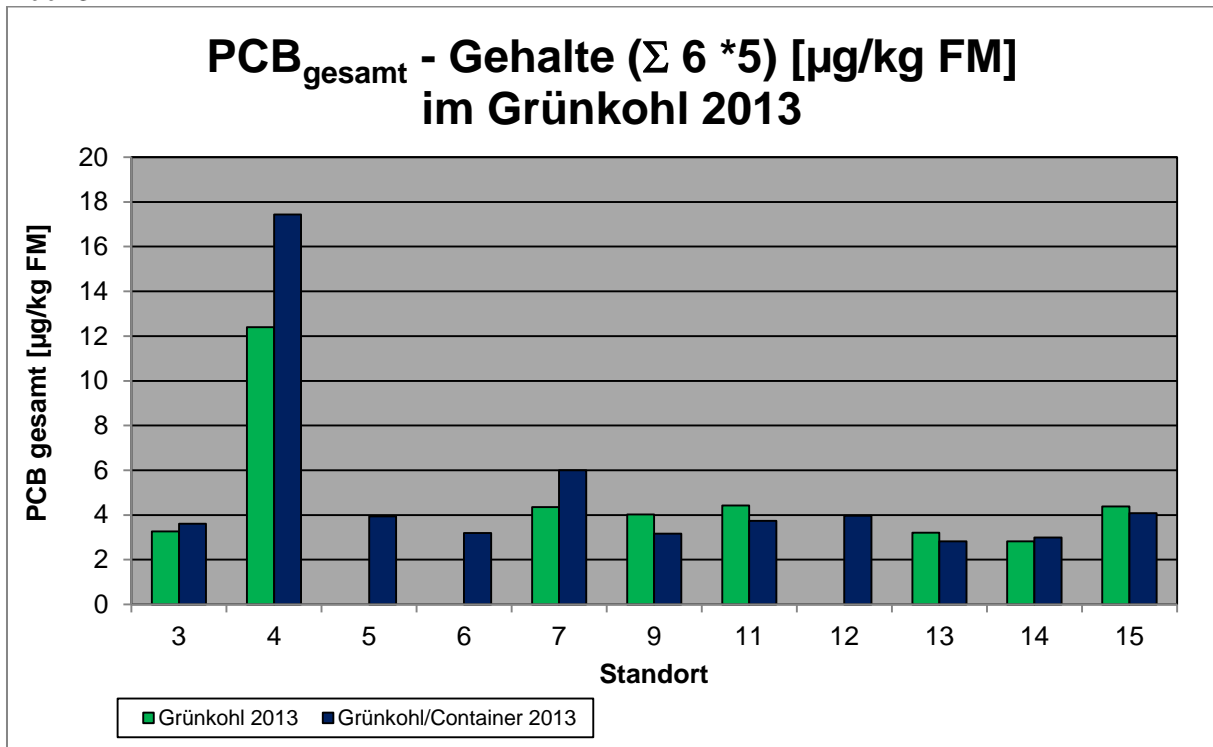


Abb. 4

PCB_{gesamt}-Gehalte ($\Sigma 6 \cdot 5$) in Boden- und Grünkohlproben aus Beetanbau

