



03.12.2015

## **Messprogramm zur Schwermetallbelastung in Nahrungspflanzen im Umfeld der Firma Aurubis und des Stadthafens in Lünen - Untersuchungsergebnisse 2014**

Sehr geehrte Damen und Herren,

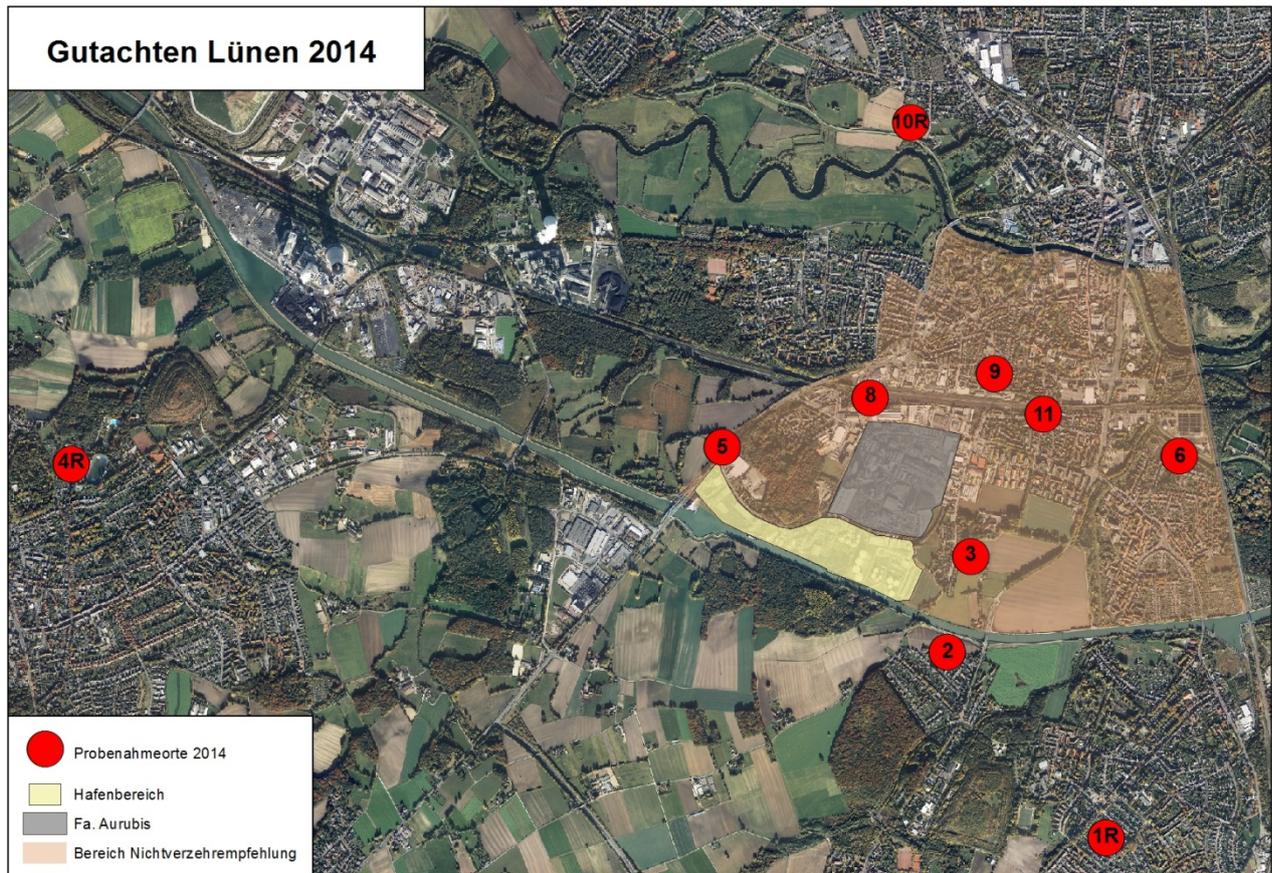
seit 2009 (Erlass MUNLV vom 12.03.2009) werden in Lünen im Umfeld der Firma Aurubis und des Stadthafens Untersuchungen von Nahrungspflanzen vorgenommen. Aufgrund der Überschreitung des EU-Höchstgehaltes für Blei besteht eine Nichtverzehrempfehlung für Grünkohl und aufgrund der Arsenbelastung besteht außerdem eine Verzehrempfehlung für Endivie (s. LANUV-Bericht vom 29.09.14). Zur Überprüfung der Schwermetall-Belastungen wurden deshalb im Jahr 2014 erneut Nahrungspflanzen (Grünkohl und Endivie) in Beeten von Haus- und Kleingärten exponiert. Auf die Exposition von Kopfsalat konnte im Jahr 2014 verzichtet werden, da dieser in den vorangegangenen Untersuchungsjahren keine gesundheitlich bedenklichen Gehalte an Schwermetallen aufwies.

Um einen möglichen Eintrag der untersuchten Schwermetalle aus dem Boden in die Pflanzen zu quantifizieren, wurden an den Messpunkten 4R, 5, 8, 9 und 11 Grünkohlpflanzen sowohl in ein Beet als auch in einen Container mit Einheitserde ausgebracht (s. Abbildung 1). An den Messpunkten 8 und 11 wurde im Rahmen eines Eintragspfadeversuchs zusätzlich aus dem untersuchten Gartenbeet repräsentativ Standortboden entnommen und in Container gefüllt. Diese Container wurden ebenfalls mit Grünkohl bepflanzt und am Referenzstandort in Essen (LANUV), der einen quellenfernen Standort mit typischer Hintergrundbelastung darstellt, exponiert. Der Standortboden wurde auf seine Inhaltsstoffe analysiert.

Im Folgenden werden kurz die Untersuchungsmethodik des LANUV und die untersuchten Messpunkte vorgestellt und anschließend wird detailliert auf die Ergebnisse der Boden- und Pflanzenuntersuchungen und deren Bewertung eingegangen.

## Vorgehensweise/ Methodik

Die Messpunkte in Lünen sind in der Abbildung 1 dargestellt: Die Messpunkte 8, 9, 11, und 6 liegen nördlich bis nordöstlich und damit in Hauptwindrichtung der Fa. Aurubis; der MP 5 liegt nördlich bzw. nordwestlich des Stadthafens (südwestlich der Fa. Aurubis); die MP 2 und 3 liegen östlich bzw. südöstlich des Stadthafens und der Fa. Aurubis und die MP 1R, 4R und 10R dienen als Referenzmesspunkte.



**Abbildung 1:** Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten 2014 und dem Bereich der Nichtverzehrempfehlung

An allen Messpunkten außer am MP 9 wurde Endivie (11.07. – 28.08.14) und Grünkohl (15.08. – 15.11.14) im Beet exponiert. Zusätzlich wurde Grünkohl an den MP 4, 5, 8, 9 und 11 in einem Container mit Einheitserde exponiert (15.08. – 15.11.14). Es gab Ausfälle bei der Endivie am MP 8 und bei Grünkohl am MP 3.

Zusätzlich wurde an den Messpunkten 8 und 11 aus den untersuchten Gartenbeeten repräsentativ Standortboden entnommen und in Container gefüllt, in denen am Referenzstandort in Essen (LANUV) ebenfalls Grünkohlpflanzen exponiert (14.08. – 10.11.14) wurden. Von den am MP 8 und MP 11 entnommenen Böden wurden außerdem Proben entnommen, die getrocknet, gesiebt, gemahlen und auf ihre Gehalte an Blei, Cadmium, Chrom und Nickel im Königswasser- sowie im Ammoniumnitratextrakt analysiert wurden.

Das Untersuchungsprogramm und die Analysen wurden 2014/ 2015 durch die Firma Eurofins GmbH Jena im Auftrag des LANUV durchgeführt. Die methodischen Grundlagen entsprechen den Ausführungen zum Untersuchungsjahr 2013 (s. Bericht des LANUV vom 29.09.14).

### Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen an den Messpunkten 8 und 11 dargestellt. Am MP 8 wurde ein pH-Wert vom 6,8, am MP 11 ein pH-Wert von 6,7 ermittelt.

**Tabelle 1:** Metall-Gehalte in Bodenproben an den MP 8 und 11

	<b>MP 8</b>		<b>MP 11</b>	
	Königswasser [mg/kg TM]	Ammoniumnitrat [mg/kg TM]	Königswasser [mg/kg TM]	Ammoniumnitrat [mg/kg TM]
<b>Blei</b>	73	0,024	63	0,013
<b>Cadmium</b>	0,8	0,0048	0,6	0,0045
<b>Chrom</b>	14	0,004	27	<0,004
<b>Nickel</b>	9	0,050	8	0,017
<b>Arsen</b>	5,6	0,055	4,0	0,016
<b>Kupfer</b>	320	2,5	150	0,61
<b>Zink</b>	250	0,75	140	0,46

Die Beurteilung der Werte erfolgte auf der Basis der Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV sowie anhand von Hintergrundwerten für Gartenböden, die für NRW differenziert nach siedlungsstrukturellen Einheiten vorliegen (Hintergrundwerte für anorganische und organische Schadstoffe in Oberböden Nordrhein-Westfalens; Aktualisierung 2015, Veröffentlichung in Kürze).

Der Prüfwert nach BBodSchV für **Blei** für den Schadstoffübergang Boden-Nutzpflanze beträgt 0,1 mg/kg TM (Ammoniumnitrat-Extrakt). Dieser Wert wird in den hier untersuchten Böden deutlich unterschritten. Die Blei-Gehalte (Königswasser-Extrakt) liegen an beiden Messpunkten mit 73 mg/kg und 63 mg/kg unterhalb des Medians von 110 mg/kg für Haus- und Kleingärten in NRW.

Für **Cadmium** beträgt der Maßnahmenwert für den Schadstoffübergang Boden-Nutzpflanze 0,1 mg/kg TM (Ammoniumnitrat-Extrakt) bzw. 0,04 mg/kg TM beim Anbau stark Cadmium-anreichernder Gemüsearten. Diese Werte werden in den hier untersuchten Böden ebenfalls deutlich unterschritten. Die an den Messpunkten 8 und 11 ermittelten Cadmium-Gehalte (Königswasser-Extrakt) von 0,8 mg/kg und 0,6 mg/kg liegen deutlich unterhalb des Medianwertes von 1,2 mg/kg TM der Hintergrundgehalte von Gartenböden in NRW.

Die an den Messpunkten 8 und 11 ermittelten Gehalte an **Chrom** (Königswasser-Extrakt) liegen ebenfalls deutlich unterhalb des Medians von 32 mg/kg TM der Hintergrundwerte für Haus- und Kleingärten in NRW. Der Prüfwert nach BBodSchV für die direkte Aufnahme von Chrom für Kinderspielflächen 200 mg/kg TM (Königswasser-Extrakt) wird an den hier untersuchten Messpunkten 8 und 11 deutlich unterschritten.

Die an den Messpunkten 8 und 11 ermittelten **Nickel**-Gehalte (Königswasser-Extrakt) von 9 mg/kg TM und 8 mg/kg TM liegen deutlich unterhalb des Medians von 18 mg/kg TM in Gartenböden in NRW. Auch der Prüfwert für den Schadstoffübergang Boden-Pflanze im Hinblick auf Wachstums-beeinträchtigungen von Kulturpflanzen von 1,5 mg/kg Boden wird an beiden Messpunkten unterschritten.

Die **Arsen**-Gehalte (Königswasser-Extrakt) an den MP 8 und 11 liegen mit 5,6 bzw. 4 mg/kg TM unterhalb des Medians der Hintergrundgehalte in NRW von 11 mg/kg TM. Vergleicht man die ermittelten Ergebnisse mit dem Prüfwert für Kinderspielflächen in Höhe von 25 mg/kg, so wird der Wert zu maximal 50 % ausgeschöpft. Betrachtet man die Ackernutzung/ Gartennutzung, so ist gemäß BBodSchV ein Gesamtgehalt (Königswasser-Extrakt) für den Pfad Boden-Nutzpflanze von 200 mg/kg TM zulässig. Der Arsen-Prüfwert im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen in Höhe von 0,4 mg/kg TM (Ammoniumnitrat-Extrakt) wird an beiden Messpunkten deutlich unterschritten.

Die an den Messpunkten 8 und 11 ermittelten **Kupfer**-Gehalte (Königswasser-Extrakt) von 320 mg/kg und 150 mg/kg liegen deutlich oberhalb des 90. Perzentils von 54 mg/kg TM der Hintergrundgehalte von Haus- und Kleingärten in NRW. Am MP 8 wird darüber hinaus mit einem Gehalt von 2,5 mg/kg (Ammoniumnitrat-Extrakt) auch der Prüfwert der BBodSchV für den Schadstoffübergang Boden- Nutzpflanze im Hinblick auf Wachstums-beeinträchtigungen von 1 mg/kg TM überschritten.

Die Zink-Gehalte (Königswasser-Extrakt) an den MP 8 und 11 in Lünen liegen mit 250 bzw. 140 mg/kg TM unterhalb des Median der Hintergrundgehalte in NRW von 260 mg/kg TM. Im Hinblick auf mögliche Wachstumsbeeinträchtigungen ist nach BBodSchV ein Wert von 2 mg/kg TM (Ammoniumnitrat-Extrakt) heranzuziehen. Dieser Wert wird in den hier untersuchten Gartenböden deutlich unterschritten.

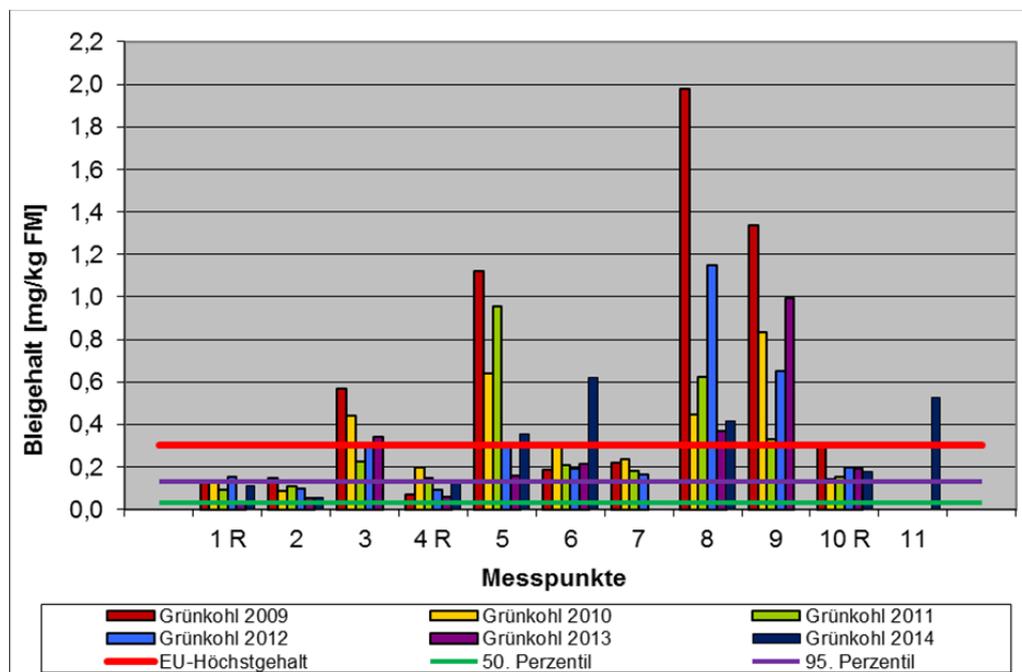
### **Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen**

Die Beurteilung der ermittelten Schadstoff-Gehalte in den Nahrungspflanzen erfolgte anhand der Hintergrundbelastung in Grünkohl, die auf Grundlage von Messwerten des Wirkungsdauermessprogramms aus dem Zeitraum von 2004 bis 2013 an zehn nicht durch eine Quelle beeinflussten Messpunkten in NRW ermittelt wurde (LANUV-Fachbericht 61). Zusätzlich wurden für Blei und Cadmium die in der EU nach der Verordnung EU/420/2011 zulässigen Höchstgehalte in Blatt- und Kohlgemüse als Beurteilungsmaßstab herangezogen.

## Blei-Gehalte:

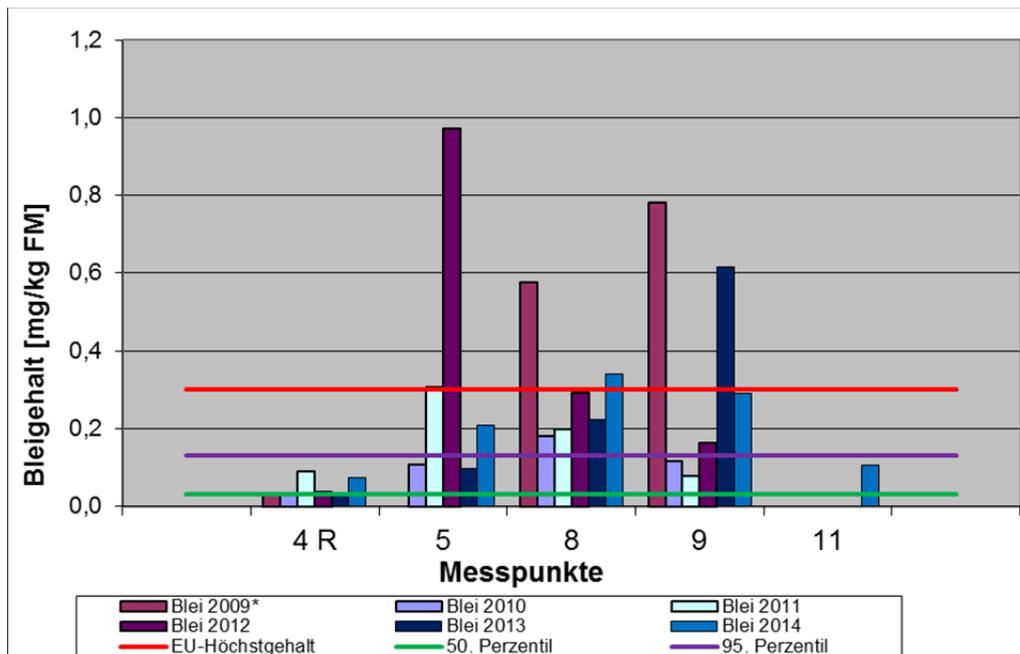
Die im Jahr 2014 ermittelten Blei-Gehalte in Grünkohl befinden sich mit Werten von 0,056 (MP 2) bis 0,62 mg/kg FM (MP 6) teilweise deutlich über dem 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW (s. Abbildung 2 sowie Tabelle 2 im Anhang). Das 50. Perzentil der Hintergrundbelastung beträgt in Grünkohl 0,026 mg/kg FM; das 95. Perzentil 0,13 mg/kg FM.

Das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung wurde in den im Beet exponierten Grünkohlpflanzen an den Messpunkten 5, 6, 8, 10R und 11 überschritten. Das war auch bei Grünkohl der Fall, der an den Messpunkten 5, 8 und 9 im Container exponiert wurde (s. Abbildung 3, Tabelle 9 im Anhang). Dies weist auf einen aktuellen immissionsbedingten Eintrag von Blei hin.



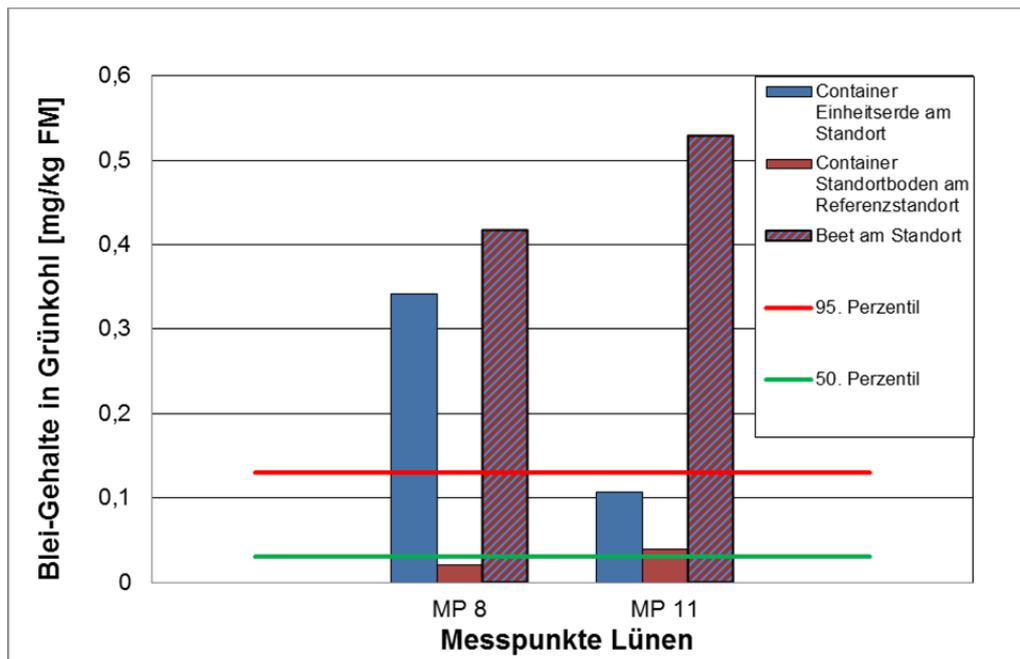
**Abbildung 2:** Blei-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Beet an den Messpunkten in Lünen, Hintergrundgehalte in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 92; Daten von 2004 – 2013), EU-Höchstgehalt

Auch der in der EU zulässige Höchstgehalt für Blei in Blatt- und Kohlgemüse von 0,30 mg/kg FM (Verordnung EU Nr. 420/2011) wird an den Messpunkten 5, 6, 8 und 11 in den im Beet exponierten Grünkohlpflanzen (s. Abbildung 2) und am MP 8 auch in den im Container mit Einheitserde exponierten Pflanzen überschritten (s. Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Blei-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Container an den Messpunkten in Lünen (2009: Berechnung mit standardisierten FM), Hintergrundbelastung in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 92; Daten von 2004 – 2013), EU-Höchstgehalt

Während sich die Blei-Gehalte in den im Beet und im Container mit Einheitserde exponierten Grünkohlpflanzen am MP 8 in 2014 kaum voneinander unterscheiden, gibt es am MP 11 in 2014 einen relativ großen Unterschied. Bei dem am Referenzstandort in Essen durchgeführten Eintragspfadeversuch ergibt sich ein vergleichbares Bild (s. Abbildung 4). Es wird dabei sichtbar, dass die Blei-Gehalte in den vor Ort exponierten Grünkohlpflanzen deutlich höher sind als bei den in Standortboden am Referenzstandort in Essen exponierten Pflanzen. Daraus ist zu schließen, dass die Grünkohlpflanzen in Lünen Blei hauptsächlich über den Luftpfad aufgenommen haben und es keine relevanten Einträge von Blei durch systemische Aufnahme aus dem Boden gab.

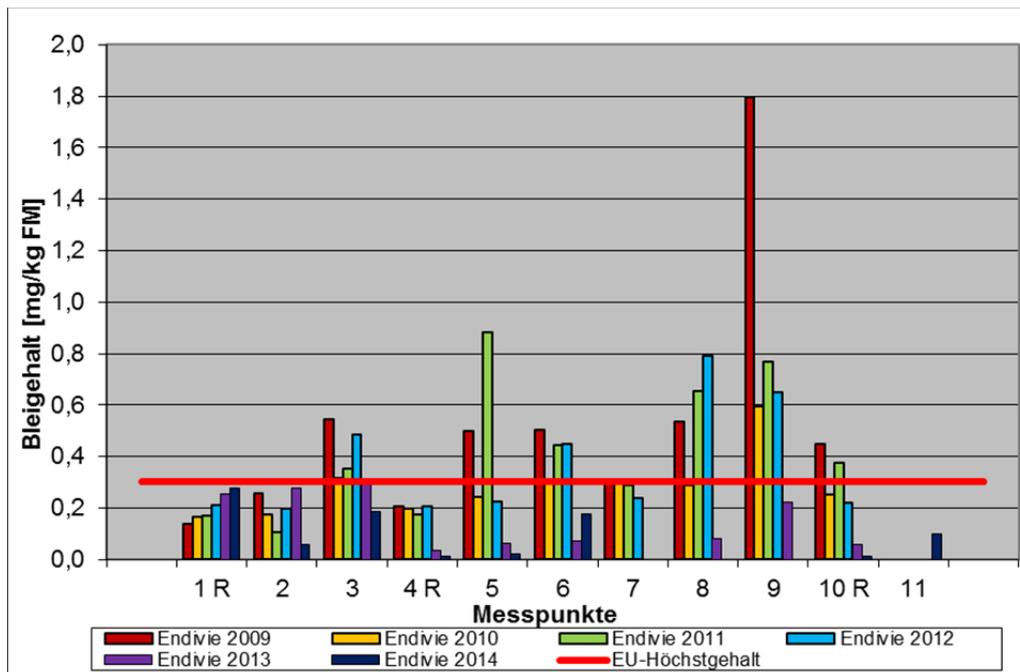


**Abbildung 4:** Blei-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen im Container mit Einheitserde am Standort, im Container mit Standortboden am Referenzstandort und im Beet; 50. und 95. Perzentil der Hintergrundbelastung NRW (Linien, Messwerte aus dem WDMP von 2004 – 2013, n = 92)

**Aufgrund dieser Ergebnisse muss von einer immissionsbedingten Belastung des Grünkohls durch Blei im Jahr 2014 ausgegangen werden.** Da die am stärksten belasteten Messpunkte 6, 8, 9 und 11 nördlich bzw. nordöstlich in Hauptwindrichtung der Fa. Aurubis liegen, kommt diese als Quelle in Betracht.

Die im Jahr 2014 ermittelten Blei-Gehalte in der Endivie betragen zwischen 0,011 (MP 4R und 10R) und 0,28 (MP 1R) mg/kg FM (s. Abbildung 5 sowie Tabelle 2 im Anhang). Für die Endivie liegen derzeit keine Vergleichswerte für die Hintergrundbelastung in NRW vor. Der zulässige EU-Höchstgehalt wird an allen Messpunkten unterschritten.

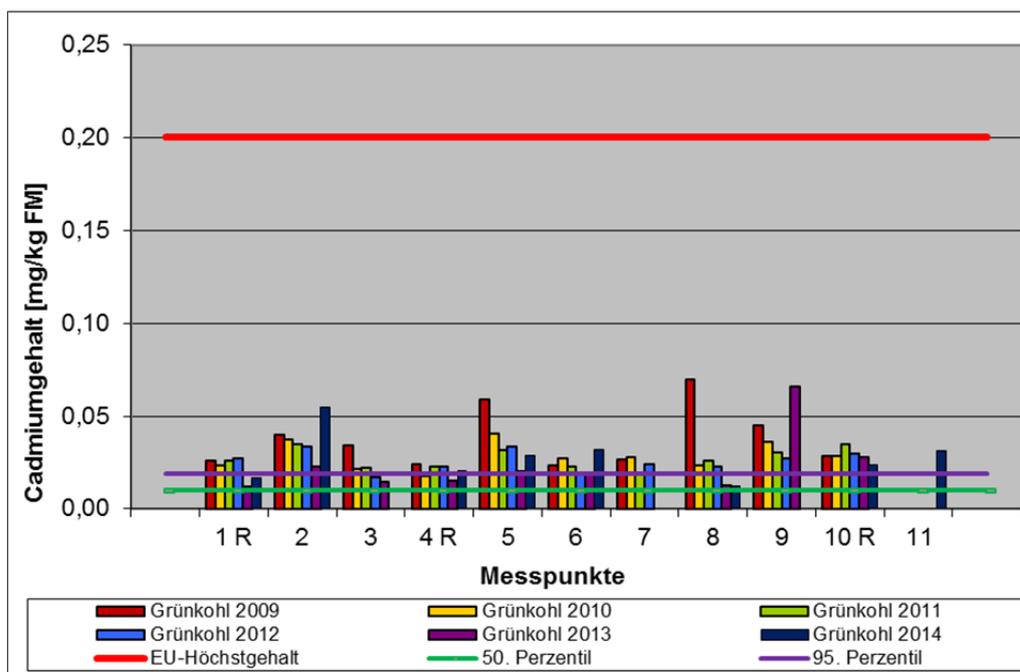
Anders als die Untersuchung der Grünkohlpflanzen liefert die Endivie in 2014 wie auch in 2013 keinen Hinweis auf einen immissionsbedingten Eintrag von Blei. Da sich die Expositionszeiten von Endivie und Grünkohl unterscheiden, könnten Blei-Immissionen möglicherweise nur bzw. verstärkt im Zeitraum zwischen Mitte August und November 2014 aufgetreten sein.



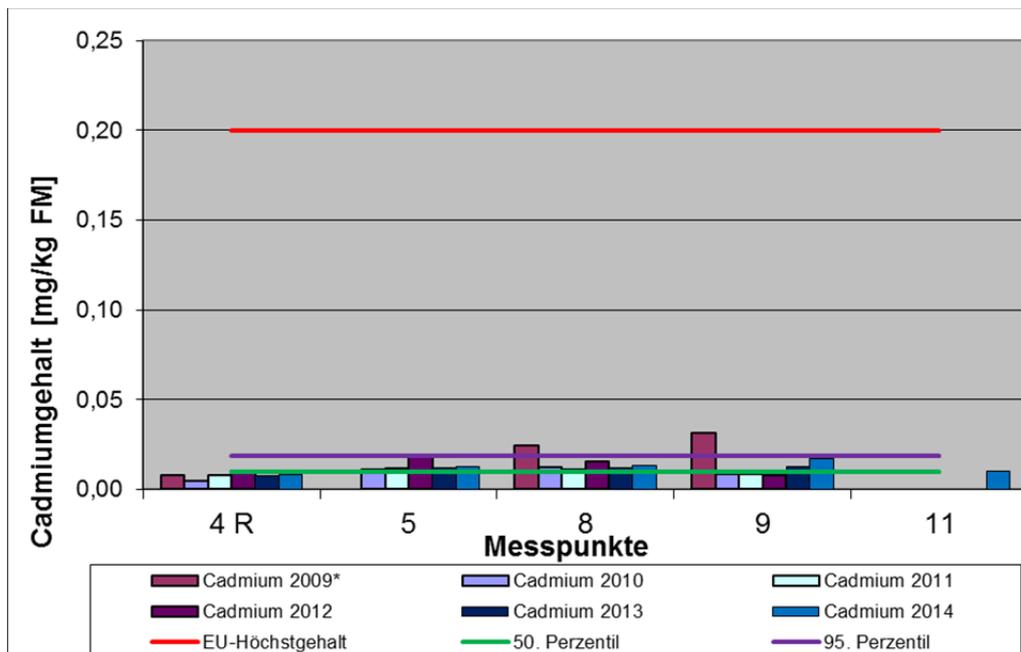
**Abbildung 5:** Blei-Gehalte in Endivie [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen, EU-Höchstgehalt

### Cadmium-Gehalte:

Die im Jahr 2014 ermittelten Cadmium-Gehalte in Grünkohl betragen zwischen 0,012 mg/kg FM am MP 8 und 0,055 am MP 2 (s. Abbildung 6 und Tabelle 3 im Anhang). An den Messpunkten 2, 4R, 5, 6, 10R und 11 wird damit in den im Beet exponierten Grünkohl das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW überschritten. Der EU-Höchstgehalt für Cadmium in Blatt- und Kohlgemüse wird allerdings weit unterschritten.



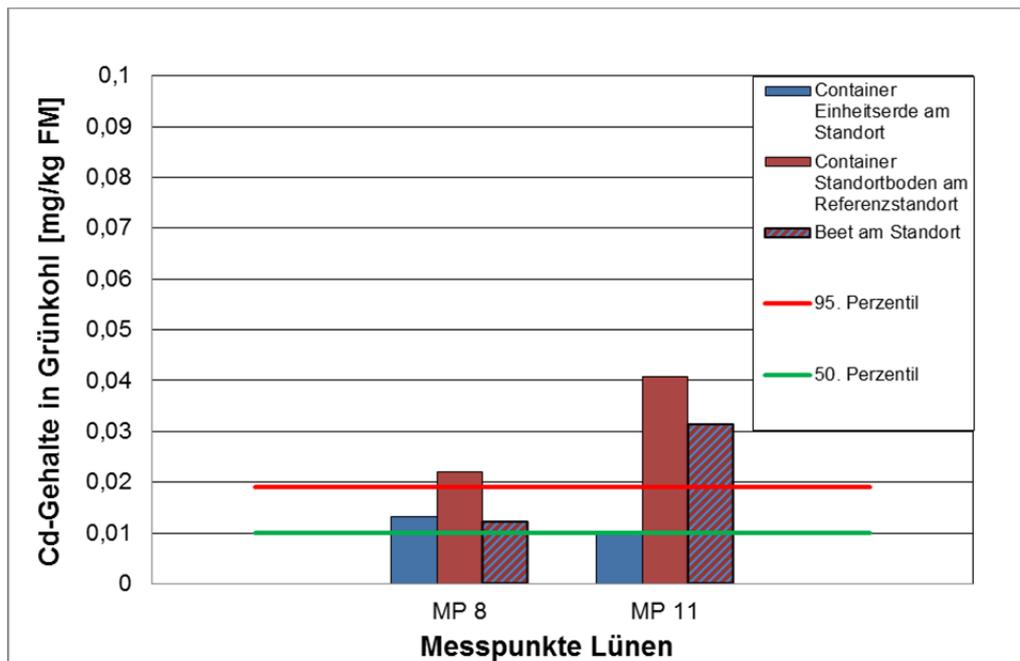
**Abbildung 6:** Cadmium-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Beet an den Messpunkten in Lünen, Hintergrundbelastung in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 94; Daten von 2004 – 2013), EU-Höchstgehalt



**Abbildung 7:** Cadmium-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Container an den Messpunkten in Lünen (2009: Berechnung mit standardisierten FM), Hintergrundbelastung in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 94; Daten von 2004 – 2013), EU-Höchstgehalt

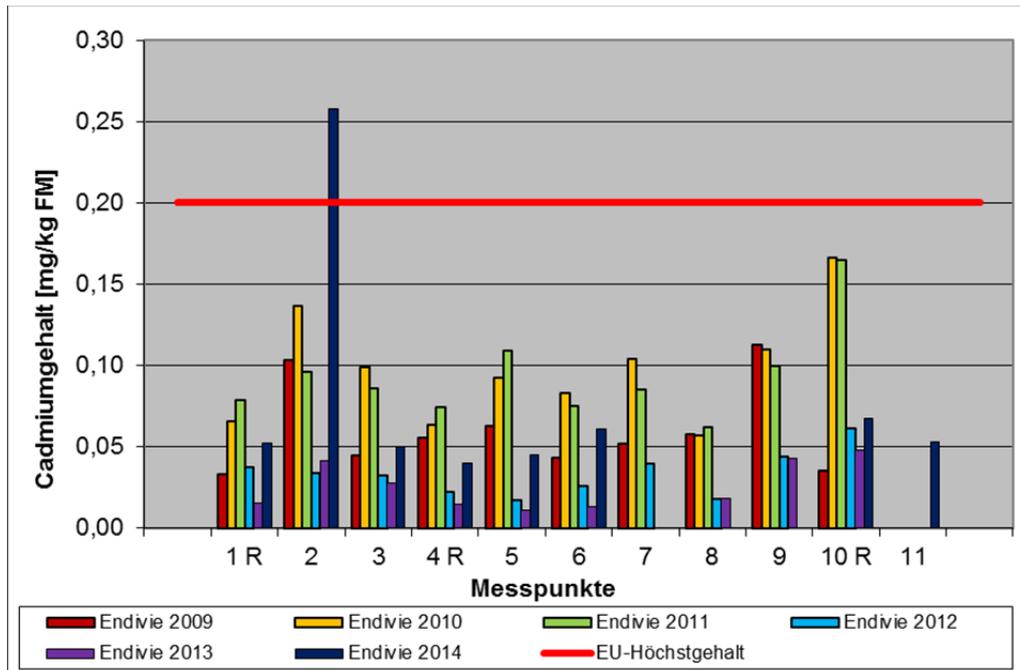
Die Cadmium-Gehalte der Grünkohlpflanzen, die in einem Container mit Einheitserde exponiert wurden, liegen alle unterhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung (s. Abbildung 7), was auf einen Eintrag von Cadmium über den Bodenpfad hindeutet. Das zeigt sich auch bei den Ergebnissen aus dem Eintragspfadeversuch (s. Abbildung 8): Die Grünkohlpflanzen, die in den Standortböden der Messpunkte 8 und 11 am Referenzstandort in Essen exponiert wurden, zeigen Cadmium-Gehalte über dem 95. Perzentil der Hintergrundbelastung. Das bedeutet, dass Cadmium aus dem Boden über den systemischen Pfad aufgenommen wurde.

**Demzufolge gab es in Lünen im Jahr 2014 keinen aktuellen Eintrag von Cadmium über die Luft. Allerdings verursachen die Bodengehalte an Cadmium erhöhte Gehalte an Cadmium in den Grünkohlpflanzen.**



**Abbildung 8:** Cadmium-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen im Container mit Einheitserde am Standort, im Container mit Standortboden am Referenzstandort und im Beet; 50. und 95. Perzentil der Hintergrundbelastung NRW (Linien, Messwerte aus dem WDMP von 2004 – 2013, n = 94) ; EU-Höchstgehalt

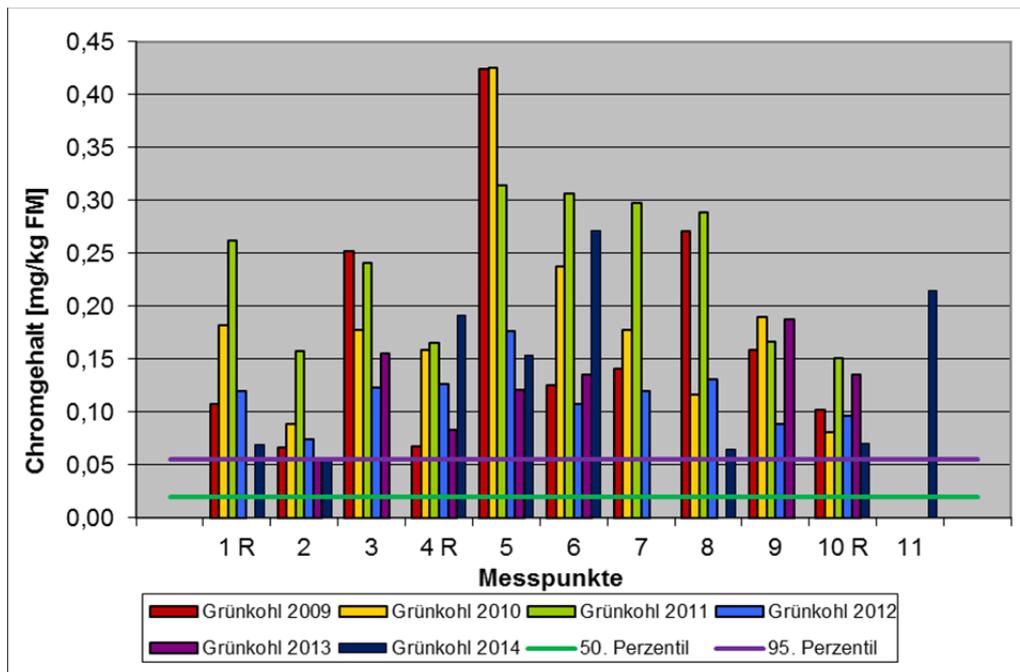
Die im Jahr 2014 ermittelten Cadmium-Gehalte in Endivie sind ausnahmslos höher als im Vorjahr und betragen zwischen 0,040 mg/kg FM am MP 4R und 0,26 mg/kg FM am MP 2 (s. Abbildung 9 sowie Tabelle 3 im Anhang). Am MP 2 wird sogar der EU-Höchstgehalt überschritten. Da die Endivie bezogen auf Cadmium zu einer besseren Anreicherungskategorie gehört als der Grünkohl, ist es sehr wahrscheinlich, dass der hohe Cadmium-Gehalt am MP 2 durch die Aufnahme von Cadmium aus dem Boden über den systemischen Pfad erfolgt ist. Da im Jahr 2014 keine Bodenuntersuchungen am MP 2 durchgeführt wurden, kann an dieser Stelle nur vermutet werden, dass hier ein hoher Anteil an pflanzenverfügbarem Cadmium im Bodenwasser vorhanden war.



**Abbildung 9:** Cadmium-Gehalte in Endivie [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen, EU-Höchstgehalt

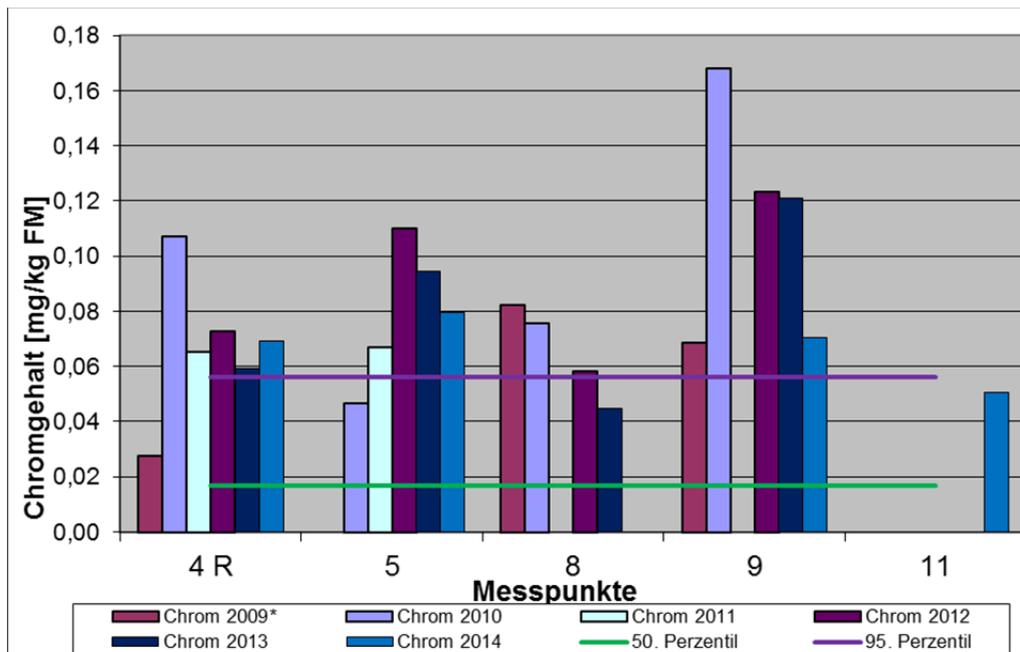
### Chrom-Gehalte:

Die im Jahr 2014 ermittelten Chrom-Gehalte in Grünkohl befinden sich mit Werten zwischen 0,055 mg/kg FM (MP 2) und 0,27 mg/kg FM (MP 6) an allen Messpunkten in Lünen im Bereich des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung (0,056 mg/kg FM) bzw. deutlich darüber (s. Abbildung 10 sowie Tabelle 4 im Anhang). Besonders hohe Chrom-Gehalte wurden in den im Beet exponierten Grünkohlpflanzen der Messpunkte 4R, 5, 6 und 11 detektiert. Auch bei den in Containern mit Einheitserde exponierten Pflanzen sind die Chrom-Gehalte in 2014 an den Messpunkten 4R, 5 und 9 höher als das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung (s. Abbildung 11).

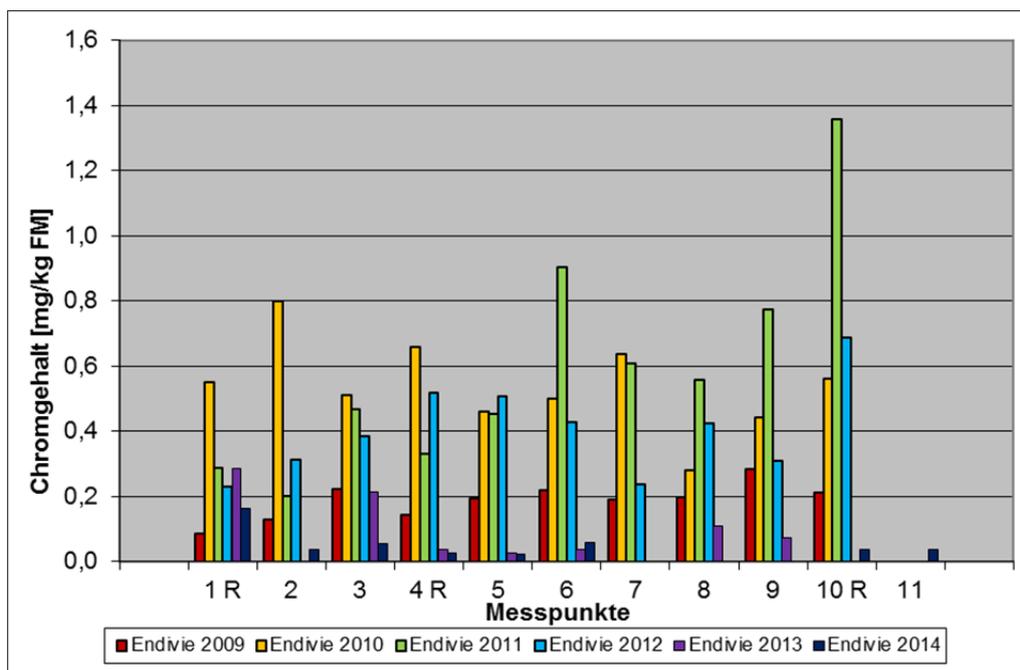


**Abbildung 10:** Chrom-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Beet an den Messpunkten in Lünen, Hintergrundgehalte in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 50; Daten von 2004 – 2013)

Für Chrom liegen keine Ergebnisse aus dem Eintragspfadeversuch vor. Aufgrund der hier ermittelten erhöhten Gehalte in den in Containern mit Einheitserde exponierten Grünkohlpflanzen ist von einem immissionsbedingten Eintrag von Chrom an den Messpunkten 4R, 5 und 9 in Lünen auszugehen. Dabei liegt nur der MP 9 in Hauptwindrichtung der Fa. Aurubis. Beim MP 4R handelt es sich um einen Referenzmesspunkt im Stadtteil Brambauer. Der MP 5 liegt nordwestlich des Stadthafens. Allerdings sind die Gehalte in den im Beet exponierten Pflanzen an den MP 4R, 5 und 11 noch einmal deutlich höher als in den Containern, so dass ein zusätzlicher Eintrag von Chrom über den Boden (systemische Aufnahme und/oder Verschmutzungspfad) möglicherweise der Grund für die hohen Chrom-Gehalte an den Messpunkten darstellt.



**Abbildung 11:** Chrom-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Container an den Messpunkten in Lünen (2009: Berechnung mit standardisierten FM), Hintergrundbelastung in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 50; Daten von 2004 – 2013)

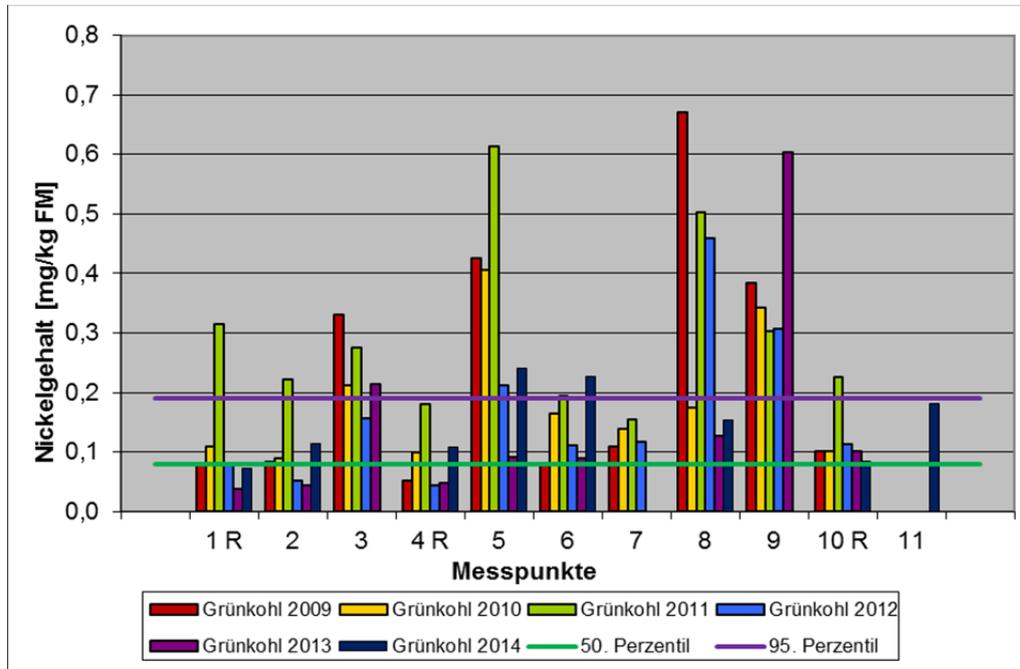


**Abbildung 12:** Chrom-Gehalte in Endvie [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen

Die im Jahr 2014 in Lünen ermittelten Chrom-Gehalte in Endvie liegen an allen Messpunkten auf dem vergleichsweise niedrigen Niveau des Vorjahres (s. Abbildung 12 sowie Tabelle 3 im Anhang).

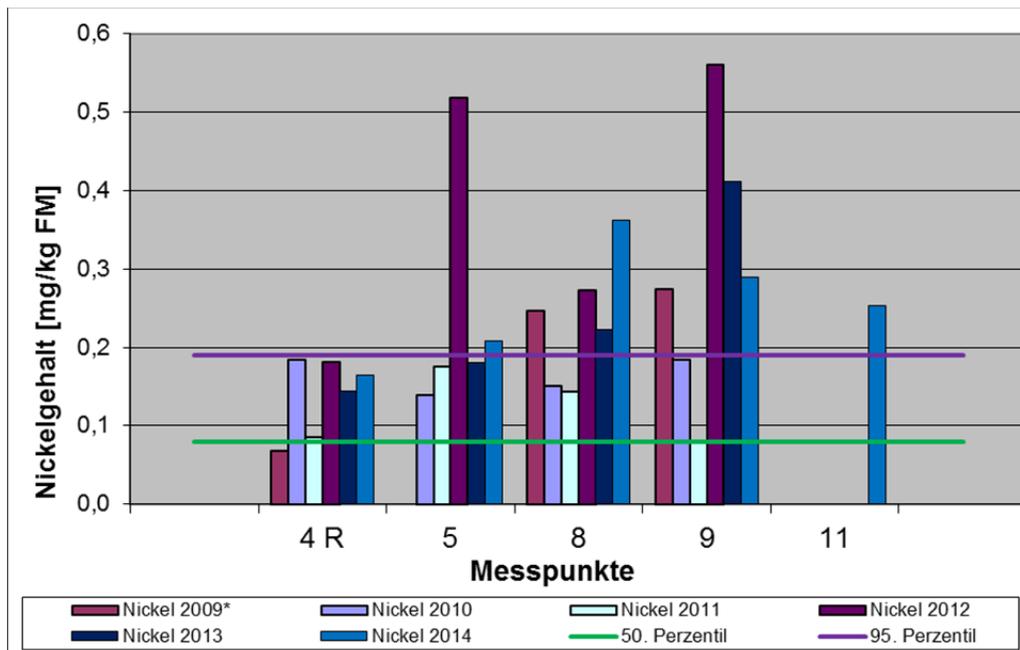
**Nickel-Gehalte:**

Die im Jahr 2014 ermittelten Nickel-Gehalte in den Grünkohlpflanzen in Lünen betragen zwischen 0,072 mg/kg FM (MP 1R) und 0,24 mg/kg FM am MP 5 (s. Abbildung 13 sowie Tabelle 5 im Anhang). Im Verhältnis zum letzten Jahr sind sie an allen Messpunkten außer am MP 10R angestiegen und liegen an den Messpunkten 5 und 6 oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung in NRW.



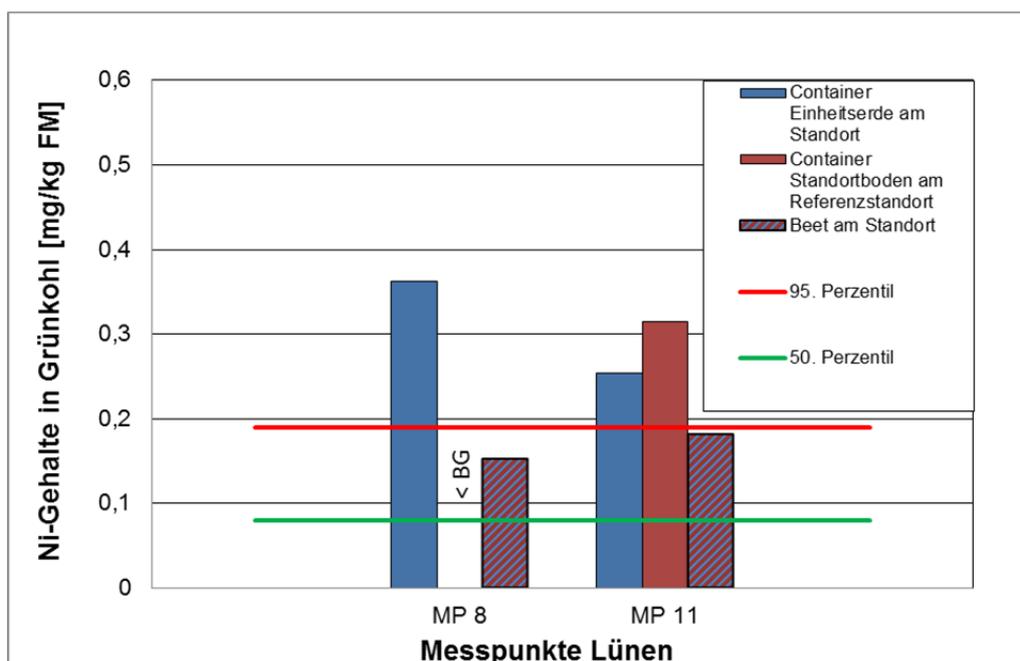
**Abbildung 13:** Nickel-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen, Hintergrundgehalte in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 85; Daten von 2004 – 2013)

Bei den Grünkohlpflanzen, die in Containern mit Einheitserde exponiert wurden, liegen die Nickel-Gehalte an den Messpunkten 5, 8, 9 und 11 oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung (s. Abbildung 14 und Tabelle 9 im Anhang). Die höheren Nickel-Gehalte sind wahrscheinlich auf die Einheitserde zurückzuführen. Der Nickel-Gehalt in der Einheitserde war im Jahr 2014 relativ hoch und betrug im Königswasserauszug 33 mg, der pflanzenverfügbare Teil lag bei 0,24 mg/kg und war damit deutlich höher als die Bodengehalte in den untersuchten Gartenbeeten.



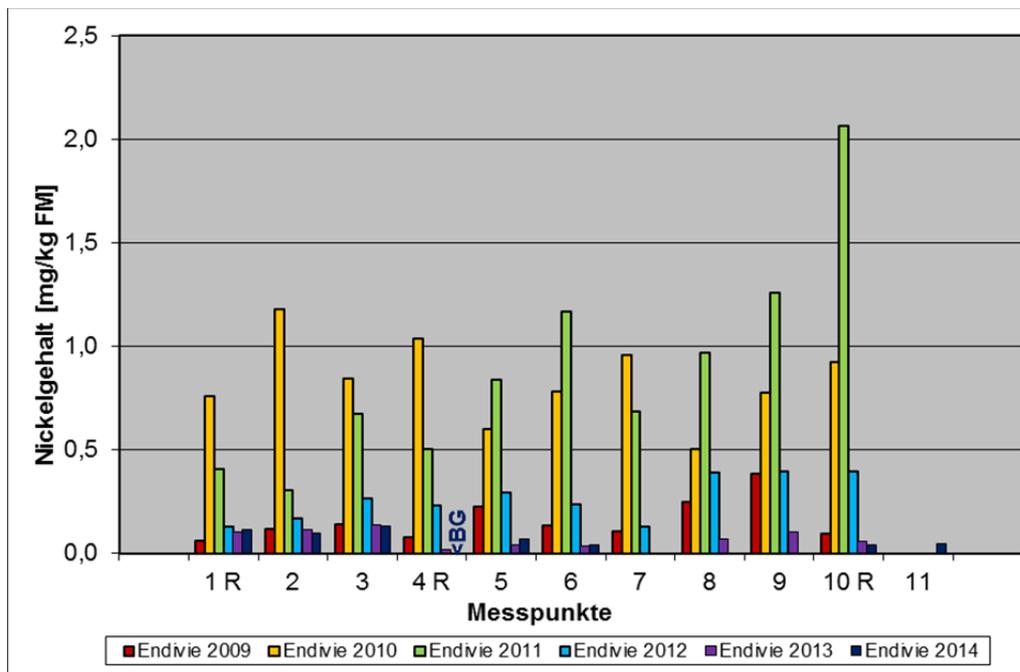
**Abbildung 14:** Nickel-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Container an den Messpunkten im Container in Lünen (2009: Berechnung mit standardisierten FM), Hintergrundgehalte in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 85; Daten von 2004 – 2013)

Auch im Eintragspfadeversuch zeigen die Pflanzen, die in Containern vor Ort exponiert wurden, höhere Gehalte als die Beetpflanzen. Allerdings war für den MP 11 auch der Gehalt der Pflanzen, die in Standortboden am Referenzstandort in Essen exponiert wurden, deutlich erhöht (s. Abbildung 15). Demzufolge ist es wahrscheinlich, dass Nickel auch über die Wurzel aus dem Boden aufgenommen wird.



**Abbildung 15:** Nickel-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen im Container mit Einheitserde am Standort, im Container mit

Standortboden am Referenzstandort (< BG) und im Beet als Säulen; 50. und 95. Perzentil der Hintergrundgehalte NRW (Linien, Messwerte aus dem WDMP von 2004 – 2013, n = 85)

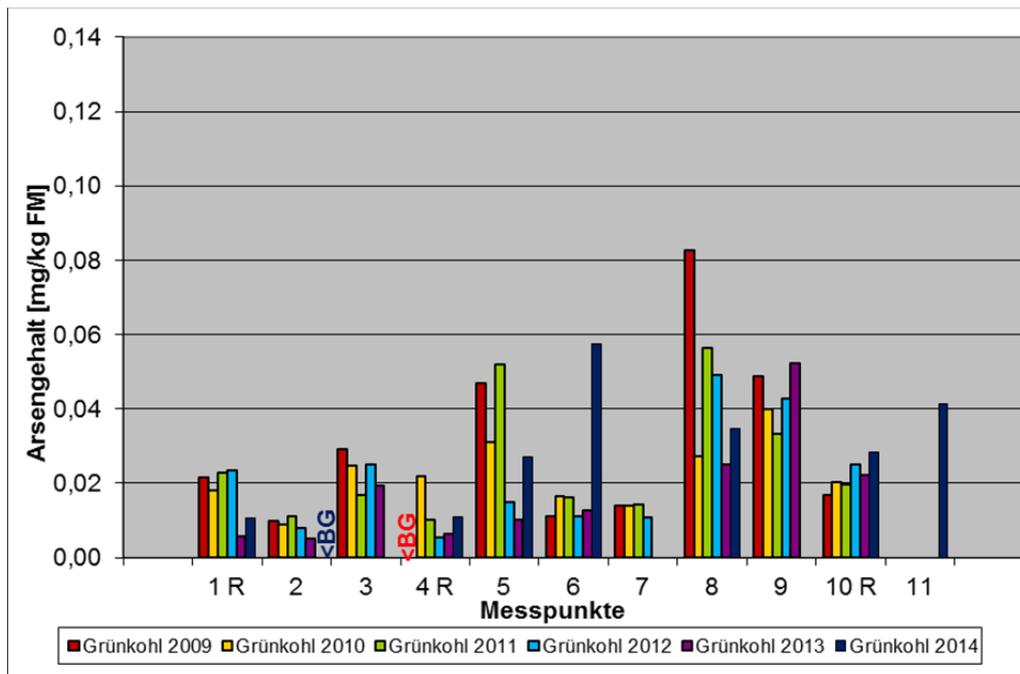


**Abbildung 16:** Nickel-Gehalte in Endivie [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen

Die im Jahr 2014 in den Endivien ermittelten Nickel-Gehalte befinden sich mit Werten von unterhalb der Bestimmungsgrenze (<0,026 mg/kg FM) bis zu 0,13 mg/kg FM (MP 3) weitgehend auf dem Niveau des Vorjahres (s. Abbildung 16 sowie Tabelle 5 im Anhang).

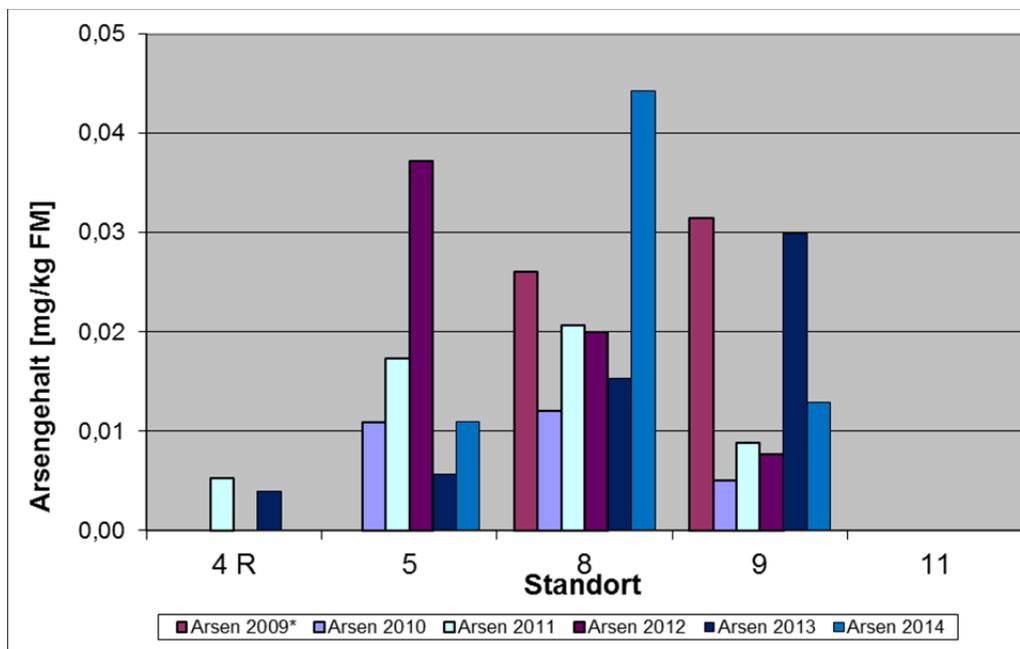
### Arsen-Gehalte:

Die im Jahr 2014 ermittelten Arsen-Gehalte in Grünkohl sind an allen untersuchten Messpunkten höher als im Vorjahr (s. Abbildung 17 sowie Tabelle 6 im Anhang). Lediglich am Messpunkt 2 liegt der Gehalt unter der Bestimmungsgrenze von 0,0028 mg/kg FM. Der höchste Gehalt wird am Messpunkt 6 mit 0,057 mg/kg FM ermittelt. Für die Hintergrundgehalte mit Arsen konnte keine Berechnung des Medians und des 95. Perzentils erfolgen, da vielfach die Werte in NRW unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen. Hieraus folgt, dass bei Werten oberhalb der Bestimmungsgrenze, wie an den Messpunkten in Lünen, eine Belastung oberhalb der Hintergrundbelastung in NRW vorliegt.

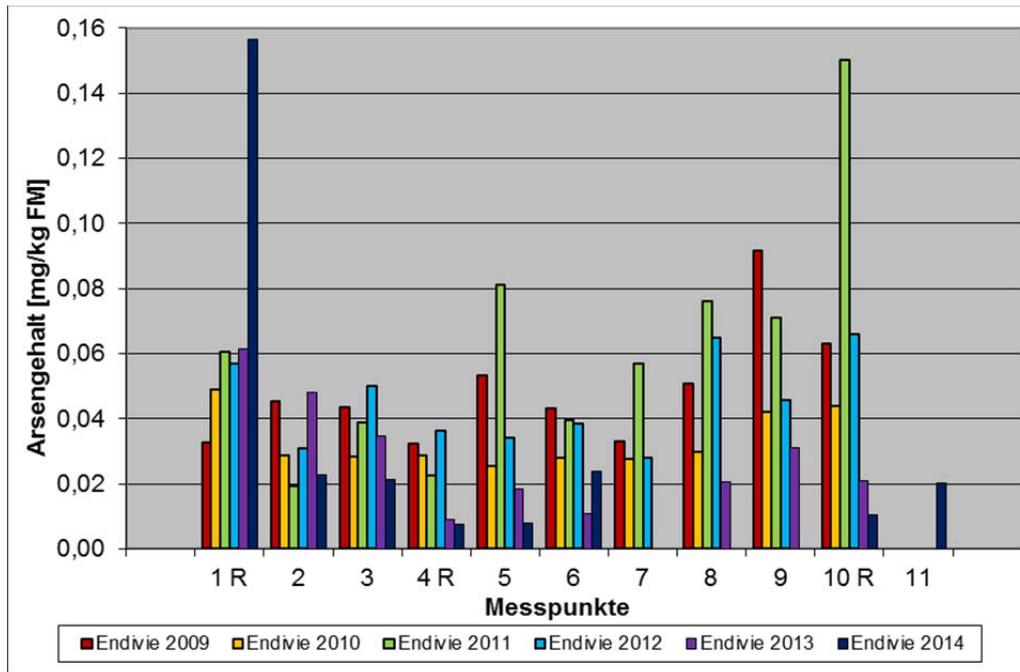


**Abbildung 17:** Arsen-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Beet an den Messpunkten in Lünen

Die Gehalte in den Containerkulturen an den MP 4R und 11 liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze; am MP 9 waren sie niedriger als 2013; an den MP 5 und 8 höher (s. Abbildung 18 und Tabelle 9 im Anhang).



**Abbildung 18:** Arsen-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Container an den Messpunkten in Lünen (2009: Berechnung mit standardisierten FM)

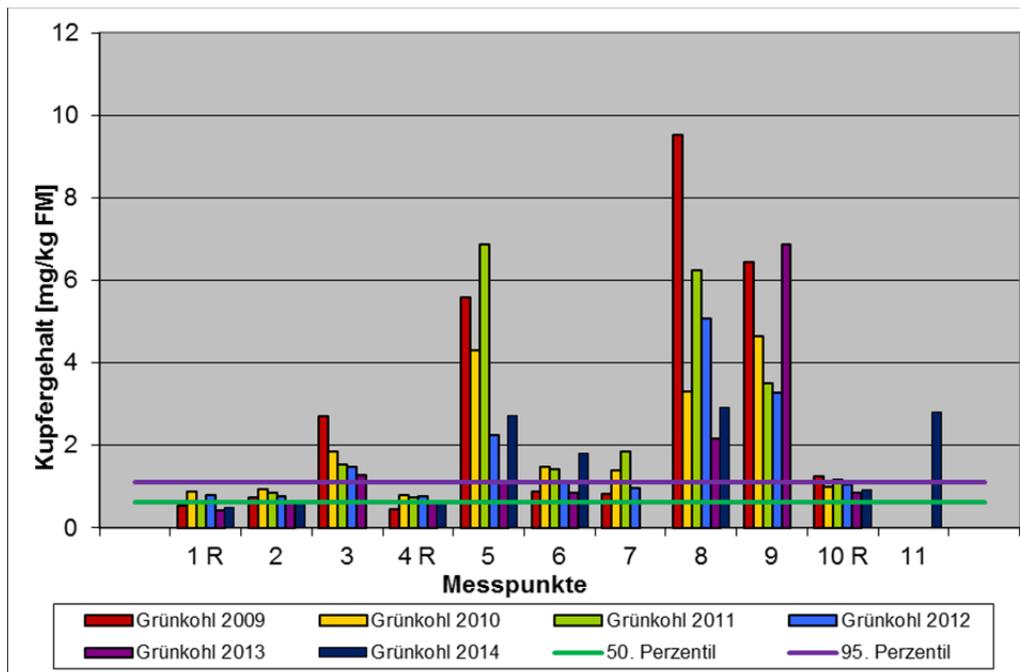


**Abbildung 19:** Arsen-Gehalte in Endivie [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen

Die im Jahr 2014 ermittelten Arsen-Gehalte in Endivie liegen an den meisten Messpunkten unterhalb der Werte aus dem Vorjahr (s. Abbildung 19 sowie Tabelle 6 im Anhang). Am MP 1R wird allerdings mit 0,156 mg/kg FM der höchste im Laufe des Messprogramms analysierte Wert ermittelt. Durch die zusätzlich durchgeführte Analyse der Arsen-Gehalte durch das LANUV-Labor wurde der durch das beauftragte Labor ermittelte Gehalt bestätigt.

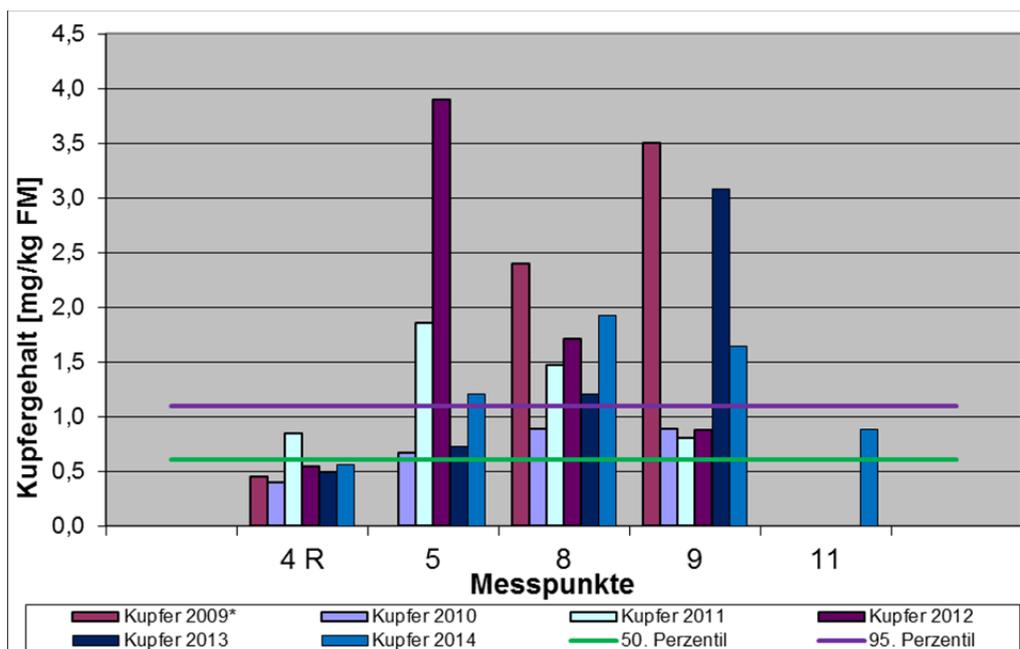
#### **Kupfer-Gehalte:**

Die im Jahr 2014 ermittelten Kupfer-Gehalte in Grünkohl befinden sich an den MP 1R, 2, 4R und 10R auf Vorjahresniveau und im Bereich des Medians der Hintergrundbelastung in NRW, während an den Messpunkten 5, 6 und 8 gegenüber dem Vorjahr ein deutlicher Anstieg zu erkennen ist (s. Abbildung 20 sowie Tabelle 7 im Anhang). Die Kupfer-Gehalte an den Messpunkten 5, 6, 8 und 11 befinden sich oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung in NRW.



**Abbildung 20:** Kupfer-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Beet an den Messpunkten in Lünen, Hintergrundbelastung in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 52; Daten von 2007 – 2013)

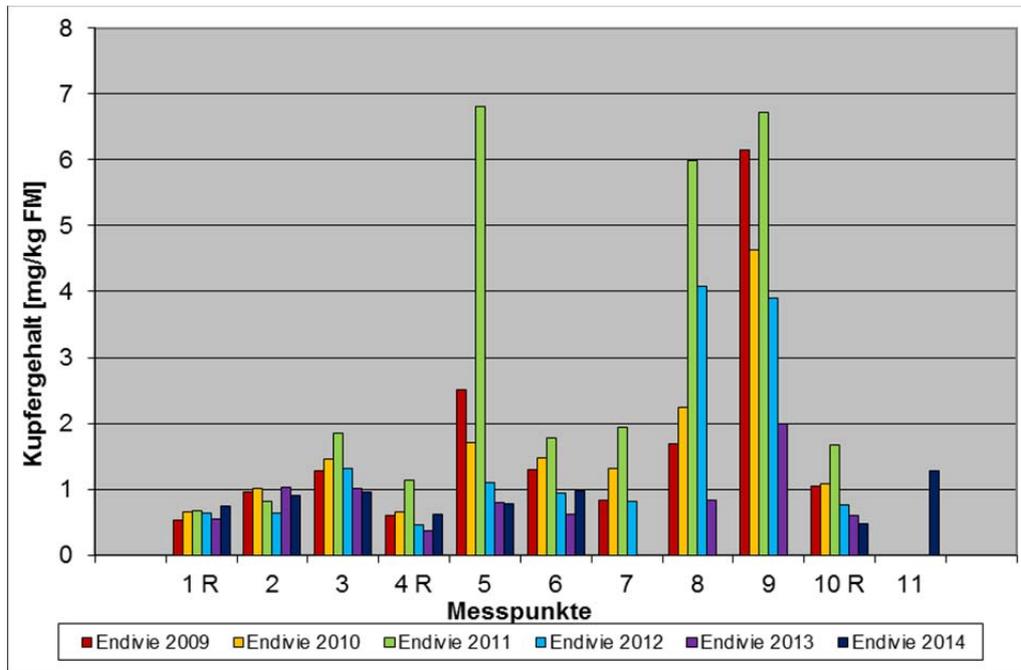
Auch die in Containern mit Einheitserde exponierten Grünkohlpflanzen (außer MP 4R und 11) zeigen 2014 Kupfer-Gehalte oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung (s. Abbildung 21 sowie Tabelle 9 im Anhang), was auf einen immissionsbedingten Eintrag von Kupfer an den Messpunkten 8 und 9 hinweist, die beide unmittelbar nördlich der Fa. Aurubis liegen. Auch am MP 5, der westlich der Fa. Aurubis liegt, wurde in 2014 ein immissionsbedingter Eintrag von Kupfer festgestellt.



**Abbildung 21:** Kupfer-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Container an den Messpunkten in Lünen (2009: Berechnung mit standardisierten FM),

Hintergrundgehalte in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 52;  
Daten von 2007 – 2013)

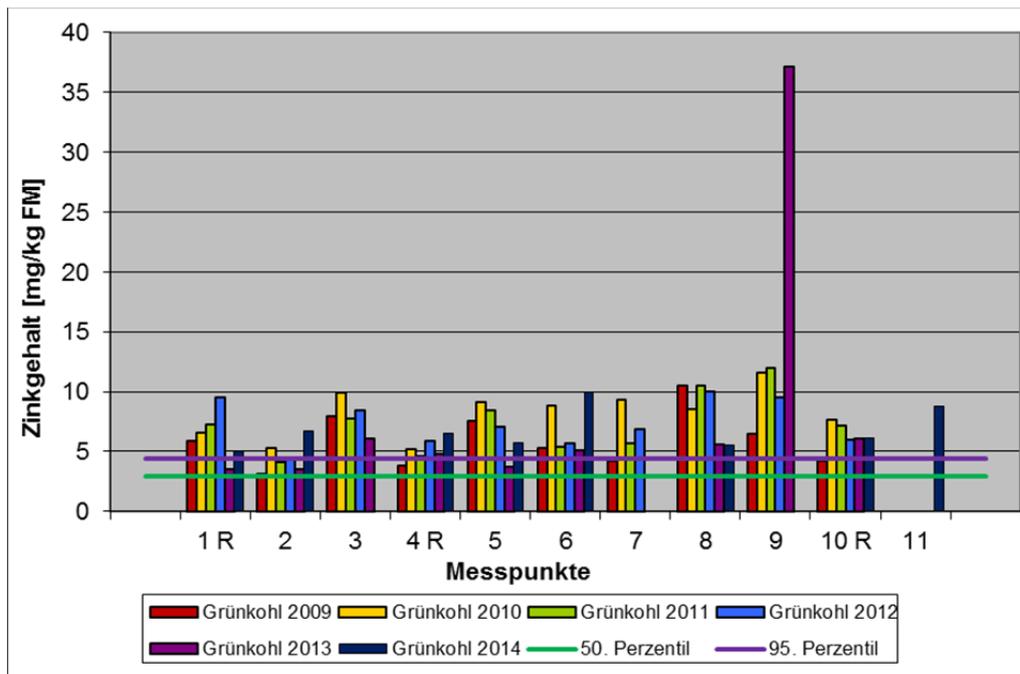
Die im Jahr 2014 ermittelten Kupfer-Gehalte in Endivie befinden sich auf vergleichbarem Niveau zum Vorjahr (s. Abbildung 22 sowie Tabelle 7 im Anhang). Der höchste Wert von 1,3 mg/kg FM wurde am neu eingerichteten Messpunkt 11 ermittelt.



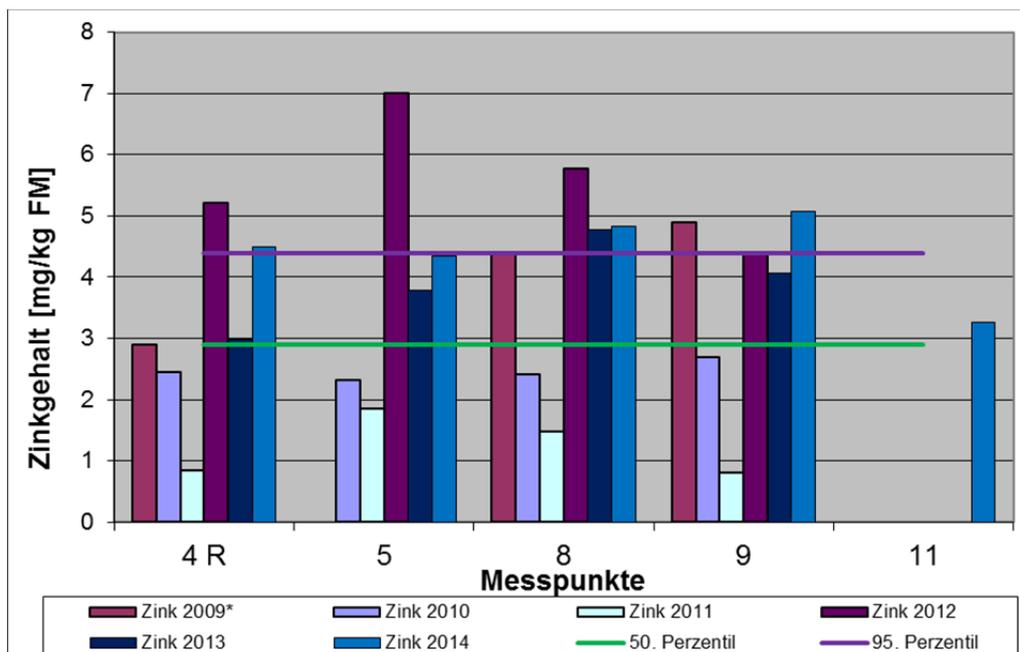
**Abbildung 22:** Kupfer-Gehalte in Endivie [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen

### Zink-Gehalte:

Die im Jahr 2014 ermittelten Zink-Gehalte in Grünkohl sind gegenüber dem Vorjahr mit Ausnahme der MP 8 und 10R an den Messpunkten in Lünen angestiegen und liegen oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung in NRW (s. Abbildung 23 sowie Tabelle 8 im Anhang). Auch die Zink-Gehalte der in Containern mit Einheitserde exponierten Grünkohlpflanzen liegen bis auf den MP 11 oberhalb des 95. Perzentils (s. Abbildung 24), was auf einen immissionsbedingten Eintrag von Zink an diesen Messpunkten (4R, 5, 8, 9) hindeutet. Dabei liegt der MP 5 nordwestlich des Stadthafens, die MP 8 und 9 nördlich der Fa. Aurubis. Aufgrund der Lage des MP 4R (s. Abbildung 1) scheinen der Stadthafen und die Fa. Aurubis als möglich Quellen der Zink-Einträge nicht in Frage zu kommen.

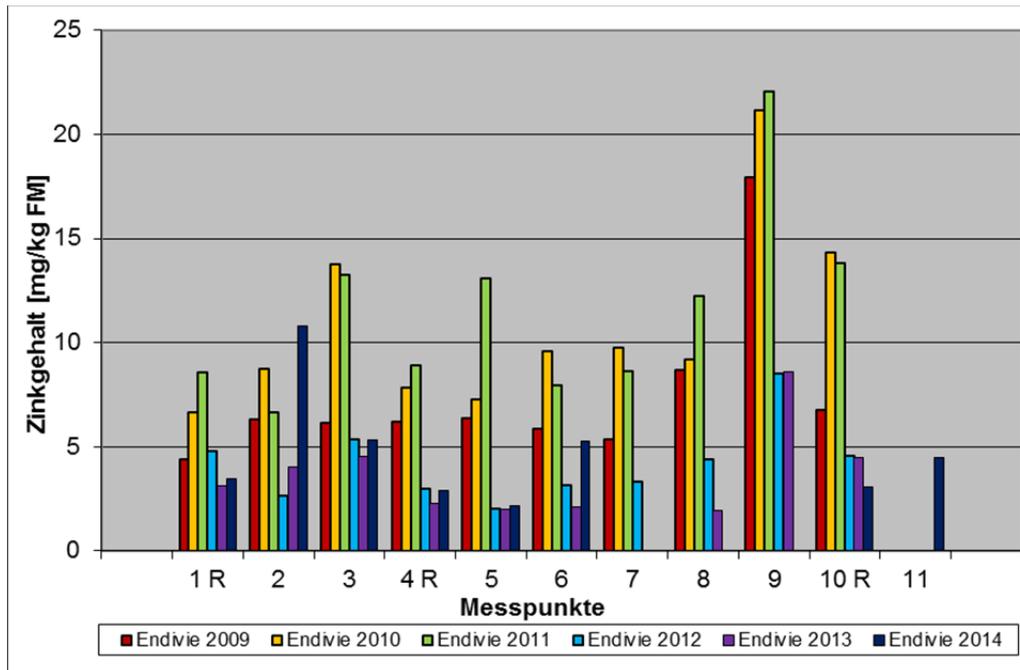


**Abbildung 23:** Zink-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Beet an den Messpunkten in Lünen, Hintergrundbelastung in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 93; Daten von 2004 – 2013)



**Abbildung 24:** Zink-Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] im Container an den Messpunkten in Lünen (2009: Berechnung mit standardisierten FM), Hintergrundgehalte in NRW als Linien (50. und 95. Perzentil, n = 93; Daten von 2004 – 2013)

Die im Jahr 2014 in Endivie ermittelten Zink-Gehalte befinden sich weitgehend auf Vorjahresniveau und unterscheiden sich nicht wesentlich von den Werten an den Referenzmessstellen (s. Abbildung 25 sowie Tabelle 8 im Anhang). Eine Ausnahme hiervon bilden die Messpunkte 2 und 6. An diesen Messpunkten ist ein erheblicher Anstieg der Gehalte gegenüber 2013 zu erkennen.



**Abbildung 25:** Zink-Gehalte in Endivie [mg/kg FM] an den Messpunkten in Lünen

### Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse

Im vorliegenden Fall wird wie in den Vorjahren als Konvention bei der Berechnung 250 g Grünkohl oder Endivie pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrtes Gemüse - aus den hier beprobten Gärten und ein angenommenes Körpergewicht von 70 kg zu Grunde gelegt. Des Weiteren wird analog zur bisherigen Vorgehensweise bei der Bewertung von Kontaminanten in Gemüseproben aus Kleingärten die maximal ermittelte Schadstoffkonzentration in der am höchsten belasteten Probe herangezogen.

### **Blei**

Die höchste Bleibelastung wurde mit 0,28 mg/kg FM in Endivie am Referenzstandort Messpunkt 1R ermittelt. Am Messpunkt 6 liegt sie bei 0,18 mg/kg FM. Für Grünkohl wurde die höchste Bleibelastung mit 0,62 mg/kg FM am Messpunkt 6 ermittelt. Am Messpunkt 11 beträgt sie 0,53 mg/kg FM, am Messpunkt 8 liegt sie bei 0,42 mg/kg FM und am Messpunkt 5 bei 0,35 mg/kg FM.

Die Beurteilung der Belastungen erfolgt auf Basis der EU-Verordnung Nr. 420/2011 der Kommission vom 29. April 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln vom 19. Dezember 2006, ergänzt durch die EG-Verordnung Nr. 629/2008 (zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln) vom 2. Juli 2008.

Der in der EU-Verordnung festgelegte Pb-Gehalt für Blattgemüse (Endivie) sowie für Kohlgemüse (Grünkohl) beträgt 0,30 mg/kg Frischgewicht. Für Endivie unterschreiten die ermittelten Schadstoffgehalte den EU-Höchstgehalt.

Für Grünkohl wird der EU-Höchstgehalt für Blei an den Messpunkten 5, 6, 8, und 11 überschritten. Nach nationalem und EU-Lebensmittelrecht darf solchermaßen belastetes Gemüse nicht in den Handel gebracht werden. **Es sollte daher die bestehende Nichtverzehrempfehlung für Grünkohl von diesen Messpunkten aufrechterhalten bleiben.**

## **Cadmium**

Die höchsten Cadmium-Belastungen wurden mit 0,26 mg/kg FM in Endivie und 0,055 mg/kg FM in Grünkohl jeweils am Messpunkt 2 ermittelt.

Die Beurteilung der Belastungen erfolgt auf Basis der EU-Verordnung Nr. 488/2014 der Kommission vom 12. Mai 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Cadmium in Lebensmitteln. Der in der EU-Verordnung festgelegte Cd-Gehalt für Blattgemüse (Endivie) und Blattkohl (Grünkohl) beträgt 0,20 mg/kg FM.

Der EU-Höchstgehalt für Cadmium wird in der Endivienprobe an Messpunkt 2 überschritten. Nach nationalem und EU-Lebensmittelrecht darf solchermaßen belastetes Gemüse nicht in den Handel gebracht werden. **Es sollte daher eine Nichtverzehrempfehlung für Endivie für diesen Messpunkt herausgegeben werden.**

Für Grünkohl wird der EU-Höchstgehalt für Cadmium unterschritten.

## **Chrom**

Die höchsten Chromgehalte finden sich mit 0,16 mg/kg FM in Endivie am Messpunkt 1R und mit 0,27 mg/kg FM in Grünkohl am Messpunkt 6.

Für Chrom(III) in Lebensmitteln sind bisher weder auf nationaler noch auf EU-Ebene Höchstmengen in Lebensmitteln festgelegt worden, daher erfolgt eine Risikoabschätzung über die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) von Chrom(III) unter Berücksichtigung des Verzehrs des Gemüses.

Für Chrom (III) wurde von der EFSA (2014) ein TDI-Wert in Höhe von 300 µg/kg KG/d abgeleitet. Weiterhin wird für Deutschland eine mittlere Aufnahme von Chrom(III) für Erwachsene von 0,81 µg/kg KG/d (untere Grenze) bis 1,10 µg/kg KG/d (obere Grenze) angegeben. Über die Aufnahme von Nahrungsergänzungsmitteln und/oder dem Verzehr von Paranüssen kann es zu einer zusätzlichen Chrom(III)-Aufnahme von 13 µg/kg KG/d (typische Aufnahme) bis 22 µg/kg KG/d (höhere Aufnahme) kommen, so dass sich

insgesamt eine Hintergrundbelastung über den allgemeinen Warenkorb von 13,81 µg/kg KG/d bis maximal 23,10 µg/kg KG/d ergibt.

Unter der Annahme, dass es sich bei den in den Nahrungspflanzen enthaltenen Chromgehalten ausschließlich um Chrom(III) handelt, einem täglichen Verzehr von 250 g Gemüse aus dem eigenen Garten und einem Körpergewicht von 70 kg ergeben sich rein rechnerisch maximale Zusatzbelastungen von ca. 0,57 µg/kg KG/d für Endivie am Messpunkt 1R und von ca. 0,96 µg/kg KG/d für Grünkohl am Messpunkt 6. Damit wird der TDI-Wert für Chrom(III) selbst unter Einbezug der maximalen Belastung über den allgemeinen Warenkorb in Höhe von 23,10 µg/kg KG/d in allen hier untersuchten Proben unterschritten.

## **Nickel**

Die zu bewertende Nickel-Belastung in Endivie beträgt 0,13 mg/kg FM am Messpunkt 3 und für Grünkohl 0,24 mg/kg FM am Messpunkt 5.

Da auch für Nickel bisher weder auf nationaler noch auf EU-Ebene Höchstmengen in Lebensmitteln festgelegt worden sind, erfolgt eine Risikoabschätzung über die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) von Nickel unter Berücksichtigung des Verzehrs des Gemüses.

Im Februar 2015 hat die EFSA für die chronische orale Aufnahme von Nickel eine tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (tolerable Daily Intake-TDI) in Höhe von 2,8 µg/kg KG/d abgeleitet. Laut EFSA (2015) liegt die durchschnittliche Hintergrundbelastung durch die abgeschätzte Nickelaufnahme über den allgemeinen Warenkorb in Deutschland für Erwachsene zwischen 2,6 µg/kg KG/d und 3,4 µg/kg KG/d (Minimum untere Grenze (LB) und Maximum obere Grenze UB)<sup>1</sup>.

Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von 70 kg und einem angenommenen täglichen Verzehr von 250 g Gemüse aus dem eigenen Garten ergibt sich rein rechnerisch Zusatzbelastungen für Nickel über Endivie von ca. 0,46 µg/kg KG/d und für Grünkohl von ca. 0,86 µg/kg KG/d (Messpunkt 5) in Grünkohl.

Der TDI-Wert wird ohne Berücksichtigung der Hintergrundbelastung durch den Verzehr von Endivie am Messpunkt 3 zu ca. 17 % ausgeschöpft (am Messpunkt 4R zu ca. 3,3 %, am Messpunkt 6 und 10R zu ca. 5,5%, am Messpunkt 5 zu ca. 8,5 %, am Messpunkt 2 zu ca. 13 %, am Messpunkt 1R zu ca. 15 %).

Der TDI-Wert wird ohne Berücksichtigung der Hintergrundbelastung durch den Verzehr von Grünkohl am Messpunkt 5 zu ca. 31 % ausgeschöpft (am Messpunkt 1R zu ca. 9,2 %, am

---

<sup>1</sup> EFSA 2015: Table 10: Comparison of the dietary exposure to nickel (µg/kg b.w. per day) between adult vegetarians and total adult population., Seite 51

Messpunkt 10R zu ca. 11 %, am Messpunkt 2 und 4R zu ca. 14 %, am Messpunkt 8 zu ca. 19 %, am Messpunkt 11 zu ca. 23 %, am Messpunkt 6 zu ca. 29 %).

Unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung über den allgemeinen Warenkorb von ca. 2,6 – 3,4 µg/kg KG/d wird der aktuell von der EFSA (2015) abgeleitete TDI-Wert in Höhe von 2,8 µg/kg KG/d schon nahezu ausgeschöpft bzw. überschritten. Für Endivie (mit ca. 3,1 bis 3,9 µg/kg KG/d) wird der TDI-Wert um ca. maximal den Faktor 1,4 und für Grünkohl (mit ca. 3,5 bis 4,3 µg/kg KG/d) um ca. maximal den Faktor 1,5 überschritten.

Bezüglich der Exposition gegenüber Nickel ist anzumerken, dass da der TDI-Wert für Nickel schon allein über die Hintergrundbelastung nahezu ausgeschöpft bzw. überschritten wird, die Ableitung einer Verzehrempfehlung auf Basis der Nickelbelastung der hier untersuchten Endivienproben/Grünkohlproben nicht zielführend ist.

Üblicherweise liegt laut EFSA (2015) der mittlere Nickelgehalt bezogen auf die Trockenmasse für Gemüse und Gemüseprodukte (einschl. Pilze) zwischen 742 µg/kg (LB) und 753 µg/kg (UB). Das 95. Perzentil liegt bei 9.250 µg/kg (LB u. UB). Für die Nahrungsmittelgruppe Hülsenfrüchte, Nüsse und Ölsamen liegt laut EFSA (2015) der mittlere Nickelgehalt bezogen auf die Trockenmasse zwischen 1.862 µg/kg (LB) und 1.880 µg/kg (UB) und das 95. Perzentil bei 7.000 µg/kg (LB u. UB). Es ist ersichtlich, dass die Nickelgehalte in den untersuchten Nahrungsmittelgruppen größeren Schwankungen unterliegen.

Zum Vergleich hierzu beträgt der Nickelgehalt bezogen auf die Trockenmasse für Endivie am Messpunkt 3 ca. 2.300 µg/kg und für Grünkohl am Messpunkt 5 ca. 1.500 µg/kg. Die hier untersuchten Endivien- und Grünkohlpflanzen liegen somit im Vergleich zu anderen Lebensmitteln bzw. Lebensmittelgruppen mit Bezug auf die Nickelbelastung in einem vergleichsweise erhöhten Bereich. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass es zahlreiche im Handel erhältliche Nahrungsmittel gibt, die deutlich höhere Nickelbelastungen aufweisen können. So zeigt sich, dass der untersuchte Grünkohl im Vergleich zu dem Ergebnis aus dem WDMP zwar um ca. den Faktor 1,3 höher nickelbelastet ist, gleichzeitig aber das 95. Perzentil der Nickelbelastung der Nahrungsmittelgruppe Gemüse und Gemüseprodukte (einschl. Pilze) in Höhe von 9.250 µg/kg TM um ca. den Faktor 6,2 unterschreitet. Für Endivie ergibt sich bezogen auf das 95. Perzentil der Trockenmasse eine Unterschreitung um ca. den Faktor 4,0.

Die Bewertung der Exposition gegenüber Nickel über Grünkohl erfolgt mittels des Nickelgehaltes der Grünkohlprobe am Messpunkt 5 in Höhe von 0,24 mg/kg FM. Im Vergleich zum Nickelgehalt der höchst belasteten Grünkohlprobe beträgt der Nickelgehalt in Grünkohlproben aus Untersuchungen im Rahmen des Wirkungsdauermessprogramm (WDMP) an 10 Standorten aus NRW aus den Jahren 2004 bis 2013 0,19 mg/kg FM (95. Perzentil). Somit ist die festgestellte Belastung als vergleichsweise erhöht zu betrachten.

Bezüglich der Bewertung der Exposition gegenüber Nickel über Endivie ist anzumerken, dass keine Untersuchungsergebnisse aus dem WDMP vorliegen. Es ist jedoch zu beachten, dass nach EFSA auch im Handel erhältliche Nahrungsmittel höhere Nickelbelastungen aufweisen können, die im Vergleich zu der Nickelbelastung der hier beprobten Endivienpflanze höher liegen.

Für Personen, die sich bewusst nickelarm ernähren möchten, ist es aufgrund der hohen Belastung durch die tägliche Nickelaufnahme über die allgemeine Nahrung sinnvoll, nicht ausschließlich bei den im eigenen Garten angebauten Pflanzen anzusetzen. Zur Minderung der Nickelbelastung ist vor allem die Reduzierung des Verzehrs folgender Produkte geeignet: Pecan-, Cashewnüsse, Kakaopulver schwach entölt, Tee schwarz, Sojabohnen, Sojamehl vollfett, Schokolade milchfrei.

Bei Verzehr von Grünkohl (250 g) am Messpunkt 5 wird der TDI-Wert um ca. maximal den Faktor 1,5 überschritten, so dass dieser theoretisch bis zu fünfmal pro Woche verzehrt werden könnte.

Bei Verzehr von Endivie am Messpunkt 3 wird der TDI-Wert um ca. maximal den Faktor 1,4 überschritten, sodass diese prinzipiell bis zu fünfmal pro Woche verzehrt werden könnte.

## **Arsen**

Der zu bewertende Arsengehalt in Endivie beträgt 0,16 mg/kg FM (Messpunkt 1R; Referenzstandort) und in Grünkohl 0,057 mg/kg FM (Messpunkt 6). Auch im Jahr 2013 fand sich der maximale Arsengehalt mit 0,062 mg/kg FM in der Endivienprobe am Referenzstandort Messpunkt 1R.

Für Arsen in Lebensmitteln sind bisher weder auf nationaler noch auf EU-Ebene Höchstmengen in Lebensmitteln festgelegt worden, daher erfolgt eine Risikoabschätzung über die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) von Arsen unter Berücksichtigung des Verzehrs des Gemüses. Bei der Beurteilung der Arsenkonzentrationen in den Nahrungspflanzen wird davon ausgegangen, dass es sich um anorganisches Arsen handelt.

Hassauer und Kalberlah (2008) leiteten für anorganisches Arsen einen TRD-Wert (tolerierbare resorbierte Dosis, angenommene Resorption 100 %) in Höhe von 0,45 µg/kg KG/d ab (Wirkendpunkt: dermale Effekte). Kanzerogene und/oder genotoxische Effekte wurden nicht in die Ableitung des Wertes einbezogen. Die EFSA hat nach Auswertung zahlreicher epidemiologischer Studien Ende 2009 eine BMDL 1 (untere Grenze des Vertrauensbereiches der Benchmarkdosis für einen 1 % igen Anstieg) für die Wirkendpunkte dermale Läsionen, Hautkrebs, Lungenkrebs und Blasenkrebs in Höhe von 0,3 bis 8 µg/kg KG/d abgeleitet. Nach Ansicht der EFSA kann aufgrund der Unsicherheiten bei den Dosis-Wirkungsbeziehungen keine tolerable Aufnahmedosis in Form von TDI oder PTWI-Werten festgelegt werden (Stellungnahme Nr. 034/2012 des BfR vom 10. August 2012). Laut EFSA

(2014) liegt die mittlere Aufnahme von anorganischem Arsen über den allgemeinen Warenkorb für Erwachsene in Deutschland zwischen 0,11 und 0,31 µg/kg KG/d (Minimum untere Grenze (LB) und Maximum obere Grenze UB)<sup>2</sup>. Des Weiteren liegt laut EFSA (2014) die obere Grenze (UB) des mittleren Gehaltes von Arsen in handelsüblicher Endivie aus der EU bei 0,0108 mg/kg FM und die untere Grenze (LB) bei 0,0018 mg/kg FM<sup>3</sup>.

Bei einer rechnerischen Annahme eines täglichen Verzehrs von 250 g Gemüse aus dem eigenen Garten und einem angenommenen Körpergewicht von 70 kg resultiert für Endivie am Messpunkt 1R eine zusätzliche Arsenaufnahme von ca. 0,57 µg/kg KG/d. Der o.g. TRD-Wert Höhe von 0,45 µg/kg KG/d wäre damit schon ohne Berücksichtigung der Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb um ca. den Faktor 1,2 und die untere BMDL1 in Höhe von 0,3 µg/kg KG/d um ca. den Faktor 1,9 überschritten.

Für Endivie am höchstbelasteten Messpunkt (MP 6), der keinen Referenzstandort darstellt, beträgt der Arsengehalt 0,024 mg/kg FM. Hieraus resultiert eine zusätzliche Arsenaufnahme von ca. 0,086 µg/kg KG/d. Der o.g. TRD-Wert wäre zu 19 % und die untere BMDL1 zu ca. 29 % ausgeschöpft. Unter Einbezug der Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb von maximal 0,31 µg/kg KG/d ergibt sich eine tägliche maximale Aufnahme von ca. 0,40 µg/kg KG/d. Der o.g. TRD-Wert von Hassauer und Kalberlah wäre damit unterschritten und die untere BMDL 1 in Höhe von 0,3 µg/kg um den Faktor von ca. 1,3 überschritten.

Für Grünkohl am Messpunkt 6 beträgt der Arsengehalt 0,057 mg/kg FM. Hieraus resultiert eine zusätzliche Arsenaufnahme von ca. 0,20 µg/kg KG/d. Der o.g. TRD-Wert wäre damit zu ca. 45 % und die untere BMDL1 zu ca. 67 % ausgeschöpft. Unter Einbezug der Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb von maximal 0,31 µg/kg KG/d ergibt sich eine tägliche maximale Aufnahme von ca. 0,51 µg/kg KG/d. Der o.g. TRD-Wert von Hassauer und Kalberlah wäre damit um den Faktor von ca. 1,1 und die untere BMDL 1 in Höhe von 0,3 µg/kg um den Faktor von ca. 1,7 überschritten.

Es ist jedoch zu beachten, dass der o.g. TRD-Wert aufgrund der maximalen Arsenaufnahme über den allgemeinen Warenkorb (s.o.) schon zu ca. 69 % ausgeschöpft wird. Nach EFSA (2014) liegt die obere Grenze des mittleren Gehaltes von Arsen in handelsüblicher Endivie aus der EU bei 0,0108 mg/kg FM und die untere Grenze bei 0,0018 mg/kg FM. Die im vorliegenden Fall vorkommende höchste Konzentration von Arsen in Endivie liegt bei 0,16 mg/kg FM am Messpunkt 1R und überschreitet die von der EFSA angegebene obere Grenze des mittleren Gehaltes von Arsen in Endivie aus der EU somit um ca. den Faktor 15.

Somit sollte auf der Grundlage des Arsengehaltes der Endivienprobe **am Messpunkt 1R**, der schon ohne Berücksichtigung der Hintergrundbelastung über den allgemeinen

---

<sup>2</sup> EFSA Journal 2014; 12(3):3597: Comparison with the 2009 EFSA Scientific Opinion, S 55; für europäische Erwachsene liegt die mittlere Aufnahme von anorganischem Arsen über den allgemeinen Warenkorb zwischen 0,11 und 0,38 µg/kg KG/d (Minimum untere Grenze (LB) und Maximum obere Grenze UB) Appendix A4 S. 66

<sup>3</sup> EFSA Journal 2014; 12(3):3597: Tabelle 5, Seite 21

Warenkorb zu einer Überschreitung des TRD-Wertes führt, **vorsorglich empfohlen werden auf den Verzehr von Endivie zu verzichten.**

## **Kupfer**

Mit 2,9 mg/kg FM ist der Grünkohl an Messpunkt 8 die Gemüseprobe mit der höchsten Kupferbelastung.

Für Kupfer in Lebensmitteln sind bisher weder auf nationaler noch auf EU-Ebene Höchstmengen in Lebensmitteln festgelegt worden, daher erfolgt eine Risikoabschätzung über die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) von Kupfer unter Berücksichtigung des Verzehrs des Gemüses.

Kupfer ist ein für den menschlichen Organismus essentielles Element. Nach Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2013) sollten Erwachsene bis zu 1,5 mg Kupfer pro Tag aufnehmen (entspricht ca. 21,4 µg/kg KG/d). Das SCF (Scientific Committee on Food) hat 2003 eine UL (tolerable upper intake level oder tägliche maximale Aufnahmemenge eines Nährstoffes (aus allen Quellen) von der als unwahrscheinlich angenommen wird, dass sie für den Menschen eine gesundheitliche Gefahr darstellt) für Erwachsene in Höhe von 5 mg/d abgeleitet (BfR, 2004). Nach der Nationalen Verzehrsstudie von 1994 (BfR, 2004) betrug die tägliche Zufuhr von Kupfer bei Männern 2,25 mg (ca. 32,1 µg/kg KG/d) und bei Frauen 1,84 mg (ca. 26,3 µg/kg KG/d) (Median-Werte).

Die höchste Kupfer-Belastung findet sich in Grünkohl an Messpunkt 8 mit 2,9 mg/kg FM. Bei einem Verzehr von 250 g dieses Grünkohls pro Tag ergibt sich eine zusätzliche Kupferaufnahme von rein rechnerisch maximal ca. 0,73 mg/Tag oder ca. 10,4 µg/kg KG/d.

Unter Berücksichtigung der Zufuhr aus anderen Lebensmitteln ergibt sich für Männer eine Aufnahme von ca. 3,98 mg/Tag (ca. 43 µg/kg KG/d) und für Frauen von ca. 2,57 mg/Tag (ca. 37 µg/kg KG/d). Für Frauen und Männer liegt die Konzentration unterhalb der vom SCF angegebenen UL (s. o.).

## **Zink**

Die Endivie am MP 2 weist mit 11 mg/kg FM den höchsten Zink-Gehalt auf. Der höchste Zink-Gehalt in Grünkohl mit 10 mg/kg FM wurde am MP 6 ermittelt.

Zink ist für den Menschen essentiell, die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE 2013) empfiehlt, dass männliche Erwachsene 10 mg und weibliche Erwachsene 7 mg Zink pro Tag aufnehmen. Zink ist aber nicht nur essentiell, sondern blockiert auch die Resorption von schädlichen Schwermetallen wie Cadmium oder Blei im Magen-Darm-Trakt.

Die höchste Zink-Belastung wurde mit 11 mg/kg FM in Endivie an Messpunkt 2 ermittelt. Bei dem Verzehr von 250 g Endivie (Gemüseprobe mit der höchsten Zinkbelastung aller Gemüseproben) würde eine zusätzliche Zinkaufnahme von ca. 2,8 mg/d resultieren.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, 2004) zieht zur Bewertung von Zink in Nahrungsergänzungsmitteln oder angereicherten Lebensmitteln eine UL (tolerable upper intake level oder tägliche maximale Aufnahmemenge eines Nährstoffes (aus allen Quellen), von der als unwahrscheinlich angenommen wird, dass sie für den Menschen eine gesundheitliche Gefahr darstellt) des SCF (Scientific Committee on Food) von 25 mg/Tag heran. Nach der „Nationalen Verzehrsstudie“ von 2008 (MRI, 2008) lag der Medianwert der täglichen Zinkaufnahme von Männern bei 11,6 mg/Tag und von Frauen bei 9,1 mg/Tag. Mit der zusätzlichen Aufnahme von Zink über die maximal belastete Endivieprobe ergäbe sich bei Männern rein rechnerisch eine maximale Zinkaufnahme von ca. 14,4 mg/d und bei Frauen von ca. 11,9 mg/d. Beide Werte liegen unterhalb der UL (s. o.).

## Fazit

Im Jahr 2014 wurden in Lünen im Umfeld der Fa. Aurubis und des Stadthafens Nahrungspflanzenuntersuchungen durchgeführt. Dazu wurde Grünkohl und Endivie an acht Messpunkten in Gartenbeeten und zusätzlich an fünf Messpunkten auch in Containern mit Einheitserde exponiert und auf ihre Gehalte an Schwermetallen analysiert. An den Messpunkten 8 und 11 wurde zusätzlich dazu Gartenboden entnommen, in dem am Referenzstandort in Essen ebenfalls Grünkohlpflanzen exponiert wurden.

Die **Untersuchung der Gartenböden** an den Messpunkten 8 und 11 ergab, dass die Blei-, Cadmium-, Chrom-, Nickel-, Arsen- und Zink-Gehalte insgesamt im Bereich typischer Werte für Haus- und Kleingärten in Ballungsrandlagen in NRW einzuordnen sind. Auffällig sind lediglich die **Kupfer-Gehalte**, die an den MP 8 und 11 deutlich oberhalb des 90. Perzentil der Hintergrundwerte liegen. Am MP 8 wird darüber hinaus auch der Prüfwert für Kupfer bezüglich möglicher Wachstumsbeeinträchtigungen von 1 mg/kg TM (Ammoniumnitrat-Extrakt) überschritten.

Die **Untersuchung der Nahrungspflanzen** führte zu folgenden Ergebnissen:

Die **Blei-Gehalte** in Grünkohl sind im Vergleich zu 2013 an den meisten Messpunkten angestiegen und übersteigen dort im Jahr 2014 an den Messpunkten 5, 6, 8 und 11 das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung. Auch der in der EU zulässige Höchstgehalt für Blei in Blatt- und Kohlgemüse wird an den Messpunkten 5, 6, 8 und 11 überschritten. **Es fand offensichtlich ein immissionsbedingter Eintrag von Blei in die Grünkohlpflanzen statt.** Da die Messpunkte mit den höchsten Blei-Gehalten nördlich bis nordöstlich der Fa. Aurubis liegen, kommt diese als Quelle der Blei-Immissionen in Betracht. Die Blei-Gehalte in Endivie bestätigen insgesamt die niedrigen Werte aus dem Vorjahr und unterschreiten an allen Messpunkten den EU-Höchstgehalt.

Die **Cadmium-Gehalte** in Grünkohl befinden sich an sechs von acht Messpunkten oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung in NRW, aber deutlich unterhalb des EU-Höchstgehaltes. Der Cadmium-Gehalt in Endivie am MP 2 übersteigt den EU-Höchstgehalt. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Cadmium-Einträge hauptsächlich durch systemische Aufnahme erfolgten, während ein immissionsbedingter Eintrag nicht nachgewiesen werden konnte.

Die **Chrom-Gehalte** in Grünkohl überschreiten das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung an den meisten Messpunkten deutlich. Es ist davon auszugehen, dass Chrom sowohl durch Immissionen als auch über den Boden in die Pflanzen eingetragen wurde. Die Chrom-Gehalte in Endivie liegen auf dem niedrigen Niveau des Vorjahres.

Die **Nickel-Gehalte** in Grünkohl befinden sich im Jahr 2014 zwischen dem Median und dem 95. Perzentil der Hintergrundbelastung. Die Nickel-Gehalte in der Endivie befinden sich

dagegen weiter auf verhältnismäßig niedrigem Niveau. Es ist davon auszugehen, dass Nickel nicht immissionsbedingt eingetragen wurde.

Die **Arsen-Gehalte** in Grünkohl an den Messpunkten in Lünen liegen oberhalb der Hintergrundbelastung und sind im Jahr 2014 leicht angestiegen. Die Arsen-Gehalte in der Endivie sind niedriger als im Vorjahr. Am Referenzmesspunkt 1R wurde allerdings ein auffällig hoher Wert ermittelt.

Die **Kupfer-Gehalte** in Grünkohl befinden sich an den Messpunkten direkt nördlich der Fa. Aurubis (MP 8 und 9) oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung und weisen auf einen **immissionsbedingten Eintrag** hin. Die Kupfer-Gehalte in der Endivie befinden sich auf vergleichbarem Niveau zum Vorjahr.

Die **Zink-Gehalte** in Grünkohl sind gegenüber dem Vorjahr an allen Messpunkten angestiegen und liegen oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung in NRW. An den Messpunkten nördlich der Fa. Aurubis sowie am MP 5 nordwestlich des Stadthafens konnte ein **immissionsbedingter Eintrag** nachgewiesen werden. Die Zink-Gehalte in der Endivie befinden sich auf Vorjahresniveau.

Die **gesundheitliche Bewertung der Schadstoffgehalte in den Nahrungspflanzen** ergab:

Für Grünkohl wird der EU-Höchstgehalt für Blei an den Messpunkten 5, 6, 8 und 11 überschritten. Nach nationalem und EU-Lebensmittelrecht darf solchermaßen belastetes Gemüse nicht in den Handel gebracht werden. Es sollte daher die bestehende Nichtverzehrempfehlung für Grünkohl und andere Blattgemüse, wie etwa Mangold und Spinat, von diesen Messpunkten aufrechterhalten bleiben. Davon ausgenommen ist lediglich der Kopfsalat, da dieser in den Vorjahren ebenfalls exponiert wurde und keine erhöhten Blei-Gehalte aufwies.

Bezüglich des Arsengehaltes ergibt sich bei Verzehr von Grünkohl am Messpunkt 6 eine Überschreitung der unteren BMDL 1 in Höhe von 0,3 µg/kg um den Faktor von ca. 1,7, sodass dieser theoretisch bis zu viermal pro Woche verzehrt werden könnte. Hier sollte aber aufgrund der Überschreitung des EU-Höchstgehaltes für Blei **auf den Verzehr dieses Grünkohls verzichtet werden**.

Auf der Grundlage des Arsengehaltes der Endivienprobe am Messpunkt 1R, der schon ohne Berücksichtigung der Hintergrundbelastung über den allgemeinen Warenkorb zu einer Überschreitung des TRD-Wertes führt, sollte vorsorglich empfohlen werden **auf den Verzehr von Endivie** und anderen der mittleren Anreicherungsklasse angehörenden Blattgemüse, wie etwa Spinat, Pflücksalat, Feldsalat und Mangold, **am Messpunkt 1R zu verzichten**.

Für Endivie wird der EU-Höchstgehalt für Cadmium in der hier zu bewertenden Endivienprobe (Messpunkt 2) überschritten. Nach nationalem und EU-Lebensmittelrecht darf solchermaßen belastetes Gemüse nicht in den Handel gebracht werden. Da dieser Garten nach den Kenntnissen des LANUV nicht mehr als Nutzgarten, sondern nur noch als

Ziergarten genutzt wird, scheint eine Nichtverzehrempfehlung für Endivie und andere der höchsten Anreicherungsklasse angehörenden Blattgemüse, wie etwa Spinat, Sellerie, Mangold, Pflück- und Feldsalat, nicht mehr erforderlich zu sein.

Bezüglich der zu bewertenden **Nickelgehalte** ist anzumerken, dass für Personen, die sich bewusst nickelarm ernähren möchten, es aufgrund der hohen Belastung durch die tägliche Nickelaufnahme über die allgemeine Nahrung sinnvoll wäre, nicht ausschließlich bei den im eigenen Garten angebauten Pflanzen anzusetzen. Zur Minderung der Nickelbelastung ist vor allem die Reduzierung des Verzehrs folgender Produkte geeignet: Pecan-, Cashewnüsse, Kakaopulver schwach entölt, Tee schwarz, Sojabohnen, Sojamehl vollfett, Schokolade milchfrei. Bei Verzehr von Grünkohl (250 g) am Messpunkt 5 wird der TDI-Wert um ca. maximal den Faktor 1,5 überschritten, so dass dieser theoretisch bis zu fünfmal pro Woche verzehrt werden könnte. **Wegen der Bleibelastung des Grünkohls (s.o.) sollte auf den Verzehr dieses Gemüses aber ganz verzichtet werden.**

Bei Verzehr von **Endivie am Messpunkt 3** wird der TDI-Wert um ca. maximal den Faktor 1,4 überschritten, sodass diese **bis zu fünfmal pro Woche verzehrt werden könnte.**

## Zusammenfassend ergeben sich folgende Konsequenzen:

- Die bestehende Nichtverzehrempfehlung für Grünkohl und andere Blattgemüse, wie etwa Mangold und Spinat, sollte aufrechterhalten bleiben.
- Am Messpunkt 1R sollte vorsorglich empfohlen werden, wegen der Arsenbelastung auf den Verzehr von Endivie und anderen der mittleren Anreicherungsklasse angehörenden Blattgemüse, wie etwa Spinat, Pflücksalat, Feldsalat und Mangold, zu verzichten.
- Der Verzehr von Endivie am Messpunkt 3 sollte wegen der Nickelbelastung auf bis zu fünfmal pro Woche beschränkt werden.

## Weitere Vorgehensweise:

Vor diesem Hintergrund werden die Untersuchungen in diesem Jahr wie bisher fortgeführt. An den Messpunkten 8 und 11 wird im Rahmen des Eintragspfadversuchs zusätzlich Standortboden entnommen, in die erneut am Referenzstandort in Essen Grünkohlpflanzen exponiert werden. Ziel der Untersuchungen soll es zum einen sein die angebaute Nahrungspflanzen gesundheitlich zu bewerten und damit die Notwendigkeit zu prüfen, ob die Nichtverzehrempfehlung aufrecht erhalten bleiben muss. Zum anderen sollen die Ursachen für ggfls. gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte Schwermetallgehalte in den Nahrungspflanzen näher beleuchtet werden.

## Anlage: Tabellen

**Tabelle 2:** Blei-Gehalte in Nahrungspflanzen

Blei [mg/kg FM]												
Mess-	Endivie						Grünkohl					
punkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 R	0,14	0,17	0,17	0,21	0,25	0,28	0,14	0,13	0,089	0,15	0,029	0,11
2	0,26	0,18	0,10	0,20	0,28	0,059	0,15	0,089	0,11	0,10	0,055	0,056
3	0,55	0,31	0,35	0,49	0,30	0,18	0,57	0,44	0,22	0,31	0,34	
4 R	0,21	0,20	0,17	0,21	0,033	0,011	0,068	0,20	0,15	0,090	0,061	0,12
5	0,50	0,24	0,88	0,22	0,062	0,022	1,1	0,64	0,96	0,30	0,16	0,35
6	0,50	0,29	0,44	0,45	0,073	0,18	0,19	0,29	0,21	0,19	0,21	0,62
7	0,30	0,29	0,29	0,24	Ausfall		0,22	0,24	0,18	0,16	Ausfall	
8	0,53	0,29	0,66	0,79	0,078	Ausfall	2,0	0,45	0,62	1,1	0,37	0,42
9	1,8	0,60	0,77	0,65	0,22		1,3	0,84	0,33	0,65	0,99	
10 R	0,45	0,25	0,38	0,22	0,057	0,011	0,31	0,14	0,15	0,20	0,19	0,18
11						0,098						0,53

**Tabelle 3:** Cadmium-Gehalte in Nahrungspflanzen

Cadmium [mg/kg FM]												
Mess-	Endivie						Grünkohl					
punkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 R	0,033	0,066	0,079	0,038	0,015	0,052	0,026	0,024	0,026	0,027	0,012	0,017
2	0,104	0,136	0,096	0,034	0,042	0,258	0,040	0,037	0,035	0,033	0,023	0,055
3	0,044	0,099	0,086	0,033	0,028	0,050	0,034	0,021	0,022	0,017	0,015	
4 R	0,056	0,064	0,074	0,022	0,014	0,040	0,024	0,018	0,023	0,023	0,015	0,021
5	0,063	0,092	0,11	0,017	0,011	0,045	0,059	0,041	0,031	0,033	0,020	0,029
6	0,043	0,083	0,075	0,026	0,014	0,061	0,023	0,027	0,023	0,019	0,019	0,032
7	0,052	0,104	0,086	0,040	Ausfall		0,027	0,028	0,019	0,024	Ausfall	
8	0,057	0,057	0,062	0,018	0,018	Ausfall	0,070	0,023	0,026	0,023	0,013	0,012
9	0,11	0,11	0,099	0,044	0,043		0,045	0,036	0,030	0,027	0,066	
10 R	0,035	0,166	0,165	0,062	0,048	0,067	0,029	0,028	0,035	0,030	0,028	0,024
11						0,053						0,031

**Tabelle 4:** Chrom-Gehalte in Nahrungspflanzen

Chrom [mg/kg FM]												
Mess-	Endivie						Grünkohl					
punkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 R	0,085	0,55	0,29	0,23	0,29	0,16	0,11	0,18	0,26	0,12	Ausfall	0,069
2	0,13	0,80	0,20	0,31	Ausfall	0,037	0,066	0,089	0,16	0,074	0,056	0,055
3	0,22	0,51	0,47	0,39	0,22	0,055	0,25	0,18	0,24	0,12	0,16	
4 R	0,15	0,66	0,33	0,52	0,039	0,028	0,07	0,16	0,17	0,13	0,083	0,19
5	0,19	0,46	0,46	0,51	0,028	0,024	0,42	0,43	0,31	0,18	0,12	0,15
6	0,22	0,50	0,90	0,43	0,037	0,058	0,13	0,24	0,31	0,11	0,14	0,27
7	0,19	0,64	0,61	0,24	Ausfall		0,14	0,18	0,30	0,12	Ausfall	
8	0,20	0,28	0,56	0,42	0,11	Ausfall	0,27	0,12	0,29	0,13	Ausfall	0,065
9	0,28	0,44	0,77	0,31	0,072		0,16	0,19	0,17	0,089	0,19	
10 R	0,21	0,56	1,4	0,69	Ausfall	0,037	0,10	0,081	0,15	0,10	0,14	0,070
11						0,039						0,21

**Tabelle 5: Nickel-Gehalte in Nahrungspflanzen**

Nickel [mg/kg FM]												
Mess- punkt	Endivie						Grünkohl					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 R	0,062	0,76	0,41	0,13	0,10	0,12	0,077	0,11	0,32	0,078	0,037	0,072
2	0,12	1,2	0,30	0,17	0,11	0,10	0,083	0,089	0,22	0,052	0,044	0,11
3	0,14	0,84	0,67	0,27	0,14	0,13	0,33	0,21	0,28	0,16	0,21	
4 R	0,077	1,0	0,50	0,23	0,019	<0,026	0,051	0,099	0,18	0,044	0,049	0,11
5	0,23	0,60	0,84	0,30	0,043	0,067	0,42	0,41	0,61	0,21	0,092	0,24
6	0,13	0,78	1,2	0,24	0,036	0,043	0,078	0,16	0,19	0,11	0,090	0,23
7	0,11	0,96	0,68	0,13	Ausfall		0,11	0,14	0,15	0,12	Ausfall	
8	0,25	0,50	0,97	0,39	0,070	Ausfall	0,67	0,18	0,50	0,46	0,13	0,15
9	0,38	0,78	1,3	0,40	0,10		0,38	0,34	0,30	0,31	0,60	
10 R	0,096	0,92	2,1	0,40	0,057	0,043	0,10	0,10	0,23	0,11	0,10	0,085
11						0,047						0,18

**Tabelle 6: Arsen-Gehalte in Nahrungspflanzen**

Arsen [mg/kg FMr]												
Mess- punkt	Endivie						Grünkohl					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 R	0,033	0,049	0,060	0,057	0,062	0,156	0,022	0,018	0,023	0,024	0,006	0,011
2	0,045	0,029	0,019	0,031	0,048	0,023	0,010	0,009	0,011	0,008	0,005	<0,0028
3	0,043	0,028	0,039	0,050	0,035	0,021	0,029	0,025	0,017	0,025	0,019	
4 R	0,032	0,029	0,023	0,036	0,009	0,008	<0,0085	0,022	0,010	0,005	0,006	0,011
5	0,053	0,025	0,081	0,034	0,018	0,008	0,047	0,031	0,052	0,015	0,010	0,027
6	0,043	0,028	0,039	0,039	0,011	0,024	0,011	0,016	0,016	0,011	0,013	0,057
7	0,033	0,027	0,057	0,028	Ausfall		0,014	0,014	0,014	0,011	Ausfall	
8	0,051	0,030	0,076	0,065	0,021	Ausfall	0,083	0,027	0,056	0,049	0,025	0,035
9	0,092	0,042	0,071	0,046	0,031		0,049	0,040	0,033	0,043	0,052	
10 R	0,063	0,044	0,15	0,066	0,021	0,011	0,017	0,020	0,020	0,025	0,022	0,028
11						0,020						0,041

**Tabelle 7: Kupfer-Gehalte in Nahrungspflanzen**

Kupfer [mg/kg FM]												
Mess- punkt	Endivie						Grünkohl					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 R	0,52	0,66	0,67	0,64	0,54	0,75	0,54	0,88	0,65	0,78	0,42	0,49
2	0,96	1,0	0,82	0,63	1,0	0,9	0,75	0,92	0,85	0,78	0,60	0,66
3	1,3	1,5	1,9	1,3	1,0	1,0	2,7	1,8	1,5	1,5	1,3	
4 R	0,60	0,66	1,1	0,45	0,37	0,62	0,44	0,80	0,74	0,77	0,61	0,67
5	2,5	1,7	6,8	1,1	0,80	0,78	5,6	4,3	6,9	2,3	1,1	2,7
6	1,3	1,5	1,8	0,94	0,61	0,98	0,88	1,5	1,4	1,1	0,84	1,8
7	0,84	1,3	1,9	0,82	Ausfall		0,83	1,4	1,9	0,97	Ausfall	
8	1,7	2,2	6,0	4,1	0,83	Ausfall	9,5	3,3	6,2	5,1	2,2	2,9
9	6,1	4,6	6,7	3,9	2,0		6,4	4,6	3,5	3,3	6,9	
10 R	1,0	1,1	1,7	0,76	0,59	0,48	1,2	0,99	1,2	1,0	0,84	0,91
11						1,28						2,8

**Tabelle 8: Zink-Gehalte in Nahrungspflanzen**

Zink [mg/kg FM]												
Mess- punkt	Endivie						Grünkohl					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 R	4,4	6,7	8,6	4,8	3,1	3,5	5,9	6,6	7,3	9,5	3,5	5,1
2	6,3	8,7	6,6	2,6	4,0	11	3,1	5,3	4,1	4,4	3,5	6,7
3	6,1	14	13	5,3	4,5	5,3	7,9	9,9	7,7	8,4	6,1	
4 R	6,2	7,9	8,9	3,0	2,3	2,9	3,8	5,2	4,6	5,9	4,8	6,6
5	6,4	7,3	13	2,0	2,0	2,2	7,5	9,1	8,4	7,1	3,7	5,8
6	5,8	9,6	8,0	3,1	2,1	5,2	5,2	8,8	5,4	5,7	5,1	10
7	5,3	9,8	8,6	3,3	Ausfall		4,2	9,3	5,7	6,9	Ausfall	
8	8,7	9,2	12	4,4	1,9	Ausfall	10	8,6	11	10	5,6	5,6
9	18	21	22	8,5	8,6		6,5	12	12	9,5	37	
10 R	6,7	14	14	4,6	4,5	3,1	4,2	7,7	7,1	6,0	6,1	6,1
11						4,5						8,7

**Tabelle 9: Metall-Gehalte in Grünkohl, der im Container exponiert wurde**

Mess- punkt	Kupfer						Zink						Blei					
	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2009*	2010	2011	2012	2013	2014
4 R	0.45	0.40	0.85	0.55	0.49	0.56	2.9	2.4	0.85	5.2	3.0	4.5	0.027	0.031	0.089	0.038	0.032	0.073
5		0.67	1.9	3.9	0.73	1.2		2.3	1.9	7.0	3.8	4.3		0.11	0.31	0.97	0.096	0.21
8	2.4	0.89	1.5	1.7	1.2	1.9	4.4	2.4	1.5	5.8	4.8	4.8	0.58	0.18	0.20	0.29	0.22	0.34
9	3.5	0.89	0.81	0.88	3.1	1.6	4.9	2.7	0.81	4.4	4.1	5.1	0.78	0.12	0.077	0.16	0.62	0.29
11						0.89						3.3						0.11
	Cadmium						Arsen						Chrom					
	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2009*	2010	2011	2012	2013	2014
4 R	0.0082	0.0046	0.0076	0.011	0.0075	0.0082	<0.007	<BG	0.005	<BG	0.004	<0.0038	0.027	0.107	0.065	0.073	0.059	0.069
5		0.011	0.012	0.018	0.012	0.012		0.011	0.017	0.037	0.006	0.011		0.047	0.067	0.11	0.094	0.079
8	0.025	0.012	0.011	0.015	0.012	0.013	0.026	0.012	0.021	0.020	0.015	0.044	0.082	0.076	<BG	0.058	0.045	<0.040
9	0.032	0.008	0.009	0.008	0.013	0.017	0.032	0.0050	0.0088	0.0077	0.030	0.013	0.069	0.168	<BG	0.12	0.12	0.071
11						0.010						<0.0036						0.051
	Nickel						*bei den Prüfergebnisse von 2009 sind die Frischgehalte mit standardisierten Trockengehalten berechnet worden											
	2009*	2010	2011	2012	2013	2014												
4 R	0.069	0.184	0.08	0.18	0.14	0.16												
5		0.140	0.18	0.52	0.18	0.21												
8	0.25	0.151	0.14	0.27	0.22	0.36												
9	0.27	0.185	0.08	0.56	0.41	0.29												
11						0.25												

## Literatur:

BfR Bundesinstitut für Risikobewertung (2004): Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln, Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte, Teil II.

BfR Bundesinstitut für Risikobewertung: Gesundheitliche Risiken durch Schwermetalle aus Spielzeug. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 034/2012 des BfR vom 10. August 2012

DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2013): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (<http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=1>) aufgerufen am 26.06.2014

EFSA (2005): Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Nickel, The EFSA Journal (2005) 146, 1-21

EFSA (2009): SCIENTIFIC Opinion, Scientific Opinion on Arsenic in Food, EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), The EFSA Journal (2009) 7 (10): 1351

EFSA (2010): SCIENTIFIC REPORT submitted to EFSA - Long-term dietary exposure to chromium in young children living in different European countries, The EFSA Journal. <http://www.efsa.europa.eu/de/supporting/doc/54e.pdf>

EFSA (2014): Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of chromium in food and drinking water, EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy, EFSA Journal (2014); 12(3):3595

EFSA (2014): European Food Safety Authority, 2014. Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. EFSA Journal 2014; 12(3):3597, 68 pp. doi: 10.2903/j.efsa.2014.3597

EFSA (2015): Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), 2015. EFSA Journal 2015; 13(2): 4002, 202pp. doi: 10.2903/j.efsa.2015.4002

LANUV-Fachbericht 61 (2015): Immissionsbedingte Hintergrundbelastung von Pflanzen in NRW – Schwermetalle und organische Verbindungen, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Recklinghausen 2015

Hassauer, M. Kalberlah, F. (2008): Arsen und Verbindungen. In: Eikmann, Heinrich, Heinzow, Konietzka: Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen - Toxikologische Basisdaten und ihre Bewertung. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

IFUA, Institut für Umwelt-Analyse (1999): Verzehrsstudie in Kleingärten im Rhein-Ruhrgebiet. Im Auftrag des Landesumweltamtes.

MRI Max Rubner Institut (2008): Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht, Teil 2, Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen.

Novotnik et al. (2013): Chromate in food samples: an artefact of wrongly applied analytical methodology, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 2013, 28, 558-566

Schneider, K.; Kalberlah, F. (1999): Kupfer und Verbindungen. In: Eikmann, Heinrich, Heinzow, Konietzka: Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen - Toxikologische Basisdaten und ihre Bewertung. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Verordnung (EU) Nr. 420/2011 der Kommission vom 29. April 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln.

Verordnung (EU) Nr. 1881/2014 der Kommission vom 12. Mai 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Cadmium in Lebensmitteln