



Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Lünen

2019

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen Recklinghausen (14.07.2020)
Autorin	Dr. Katja Hombrecher katja.hombrecher@lanuv.nrw.de 0201/7995 – 1186
Mitwirkende	Dr. Ralf Both, Marcel Buss, Alexandra Müller-Uebachs, Mario Rendina, Jürgen Schmidt (alle FB 31), Udo van Hauten (FB 32), FB 33 (Gesundheitliche Bewertung)
Informationendienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Methodik	4
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen	6
3.1	Blei-Gehalte	6
3.2	Cadmium-Gehalte	8
3.3	Chrom-Gehalte.....	9
3.4	Nickel-Gehalte.....	10
3.5	Arsen-Gehalte	11
3.6	Kupfer-Gehalte.....	13
3.7	Zink-Gehalte	14
4	Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse	16
4.1	Blei-Belastung	16
4.2	Cadmium-Belastung.....	16
4.3	Chrom-Belastung	17
4.4	Nickel-Belastung	17
4.5	Arsen-Belastung.....	18
4.6	Kupfer-Belastung	19
4.7	Zink-Belastung	19
4.8	Fazit der gesundheitlichen Bewertung.....	19
5	Zusammenfassung.....	21
6	Weitere Vorgehensweise:.....	21
7	Anlage.....	23
8	Literatur.....	26

1 Einleitung

Seit 2009 (Erlass MUNLV vom 12.03.2009) werden in Lünen im Umfeld der Firma Aurubis und des Stadthafens Untersuchungen von Nahrungspflanzen vorgenommen. Die Gehalte an Metallen in den untersuchten Grünkohlpflanzen sind seitdem stark zurückgegangen. Die bestehende Nichtverzehrempfehlung für Grünkohl und andere Blattgemüse, wie etwa Mangold und Spinat, wurde bisher aber weiter aufrechterhalten, weil im Jahr 2018 der EU-Höchstgehalt für Blei an zwei Messpunkten überschritten wurde (s. LANUV-Bericht vom 15.04.2019).

Vor diesem Hintergrund wurden die Grünkohl-Untersuchungen (Exposition im Beet) im Jahr 2019 an vier von zuvor fünf Messpunkten weiter fortgeführt, um zu prüfen, ob die Nichtverzehrempfehlung weiterhin aufrechterhalten werden muss. Der Messpunkt 3 stand nicht mehr zur Verfügung.

Um unterscheiden zu können, ob es sich bei potentiellen Schwermetallbelastungen in den Pflanzen um einen immissionsbedingten Eintrag handelt, wurden an allen Messpunkten zusätzlich Grünkohlpflanzen in Containern mit Einheitserde exponiert.

Im Folgenden werden die Vorgehensweise und die Ergebnisse zunächst detailliert betrachtet und abschließend zusammengefasst.

2 Methodik

Die Messpunkte in Lünen 2019 sind in der Abbildung 1 dargestellt: Die Messpunkte 8, 11, und 6 liegen nördlich bis nordöstlich und damit in Hauptwindrichtung der Fa. Aurubis; der Messpunkt 5 liegt nördlich bzw. nordwestlich des Stadthafens (westlich der Fa. Aurubis).

An allen Messpunkten wurde Grünkohl vom 08.08. – 18.11.19 im Beet und in einem Container mit Einheitserde exponiert.

Die Aufarbeitung und die Analysen der Grünkohlproben wurden 2019 durch die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) NRW im Auftrag des LANUV durchgeführt.

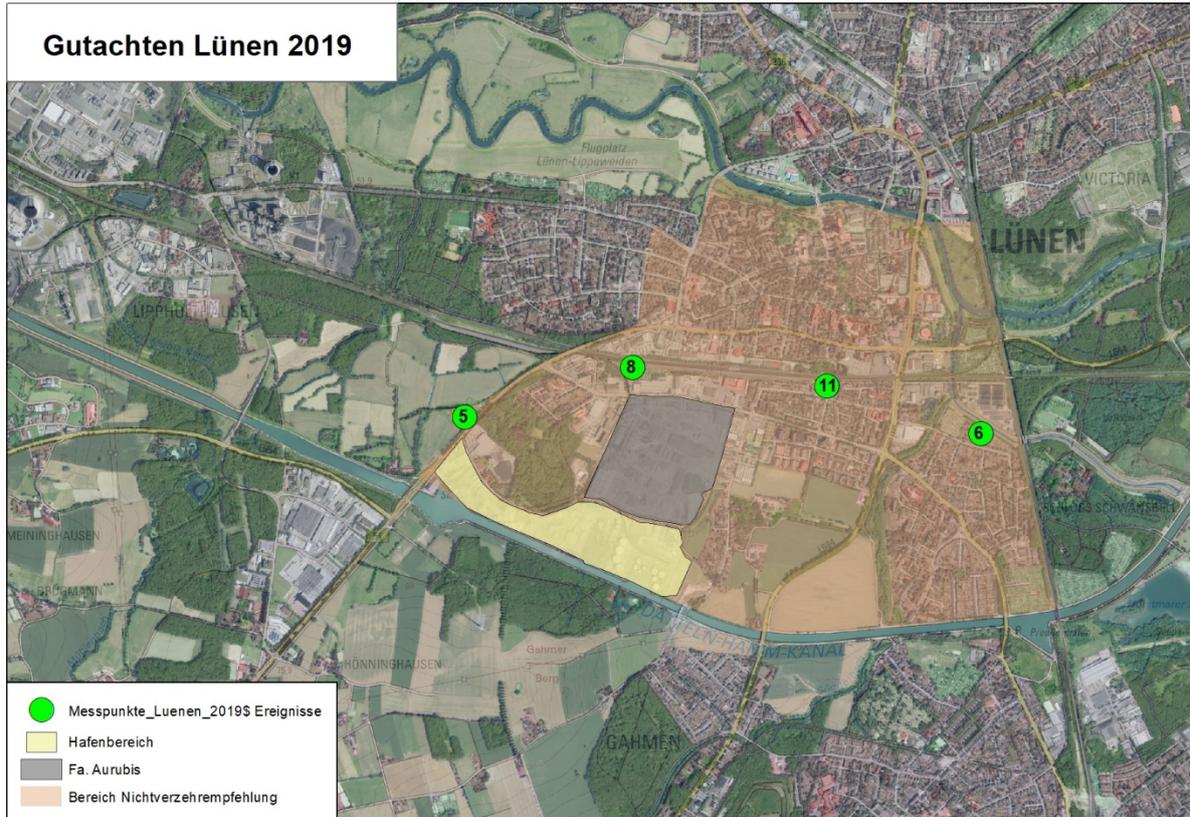


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten 2019, den Industriearalen des Stadthafens und der Fa. Aurubis sowie dem Bereich der bestehenden Nichtverzehrmpfehlung

Pro Messpunkt wurde ein Beet angelegt, in das 10 Grünkohlpflanzen gesetzt wurden. Zusätzlich wurde an allen Messpunkten ein Container aufgestellt, der mit einem Gemisch aus Einheitserde (ED 73) und Sand gefüllt und durch Textildochte mit einer automatischen Wasserversorgung verbunden war. Bei der Grünkohlexposition wurden pro Container 5 Pflanzen ausgebracht und nach einem Monat wurde die schwächste Pflanze entfernt. Die Pflanzen wurden nach 102 Tagen Expositionszeit geerntet. Bei der Ernte wurden jeweils nur verzehrfähige Blätter entnommen. Anschließend erfolgte die küchenfertige Aufarbeitung der Proben zu einer homogenen Mischprobe je Messpunkt. Das Pflanzenmaterial wurde gründlich gewaschen und anschließend getrocknet. Nach dem Vermahlen wurde das Pflanzenmaterial auf die Gehalte an Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Arsen, Kupfer und Zink untersucht.

3 Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen

Die Beurteilung der ermittelten Schadstoff-Gehalte der in Lünen in Containern exponierten Grünkohlpflanzen erfolgt anhand der Hintergrundbelastung in Grünkohl, die auf Grundlage von Messwerten des Wirkungsdauermessprogramms aus dem Zeitraum von 2009 bis 2018 an zehn nicht durch eine Quelle beeinflussten Messpunkten in NRW ermittelt wurde (s. LANUV-Fachbericht 61, 2015). Bei Schadstoffgehalten oberhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens wird definitionsgemäß davon ausgegangen, dass eine durch eine Quelle verursachte Immissionsbelastung vorliegt (vgl. Richtlinie VDI 2857 Blatt 2).

Die gesundheitliche Bewertung erfolgt anhand der ermittelten Schadstoff-Gehalte in den in den Gartenbeeten exponierten Grünkohlpflanzen, da diese sowohl einem Eintrag aus der Luft als auch aus dem Boden unterliegen können. Dazu wurden für Blei und Cadmium die in der EU nach der Verordnung Nr. 2015/1005 der Kommission vom 25. Juni 2015 sowie der EU-Verordnung Nr. 488/2014 der Kommission vom 12. Mai 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zulässigen Höchstgehalte in Blatt- und Kohlgemüse als Beurteilungsmaßstab herangezogen und in die Abbildungen eingetragen.

Die Messwerte der Pflanzenproben werden jeweils inklusive der Standardunsicherheit aufgetragen, die ein Maß für die Verfahrensstreuung darstellt.

3.1 Blei-Gehalte

Die im Jahr 2019 ermittelten Blei-Gehalte in Grünkohlpflanzen (Beet) betragen zwischen 0,13 +/- 0,011 (MP 6 und MP 11) bis 0,25 +/- 0,011 mg/kg FM (MP 8) (s. Abbildung 2 sowie Tabelle 1 im Anhang). Damit liegen die Blei-Gehalte der Beetpflanzen an allen Messpunkten unterhalb des in der EU zulässigen Höchstgehalt für Blei in Blatt- und Kohlgemüse von 0,30 mg/kg FM (EU-Verordnung Nr. 2015/1005 der Kommission vom 25. Juni 2015 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006).

Die im Jahr 2019 ermittelten Blei-Gehalte in Grünkohl aus dem Container mit Einheitserde betragen zwischen 0,043 +/- 0,011 (MP 6) bis 0,26 +/- 0,011 mg/kg FM (MP 8). Die Blei-Gehalte an drei von vier untersuchten Messpunkten in Lünen (MP 5, 8 und 11) liegen damit oberhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt in NRW von 0,043 mg/kg FM, was auf einen immissionsbedingten Eintrag von Blei an diesen Messpunkten hindeutet. Am Messpunkt 6, der weiter östlich liegt, wurde der OmH nicht überschritten.

Der jeweils höchste Blei-Gehalt bei Exposition im Boden und im Container mit Einheitserde wurde am MP 8 ermittelt und lag auf demselben Niveau (s. Abbildung 2, Tabelle 8 im Anhang). An den drei anderen Messpunkten waren die Blei-Gehalte der Grünkohlpflanzen, die im Beet exponiert wurden, etwas höher. Möglicherweise reicherten die Beetpflanzen zusätzlich zu der vorliegenden Immissionsbelastung auch durch den Boden über den Verschmutzungspfad Blei an. Eine systemische Aufnahme von Blei aus dem Boden (über den Wurzelpfad) ist nach den Untersuchungen aus dem Eintragspfadeversuch des LANUV (2014/2015) eher auszuschließen. Der Haupteintragspfad ist der Luftpfad.

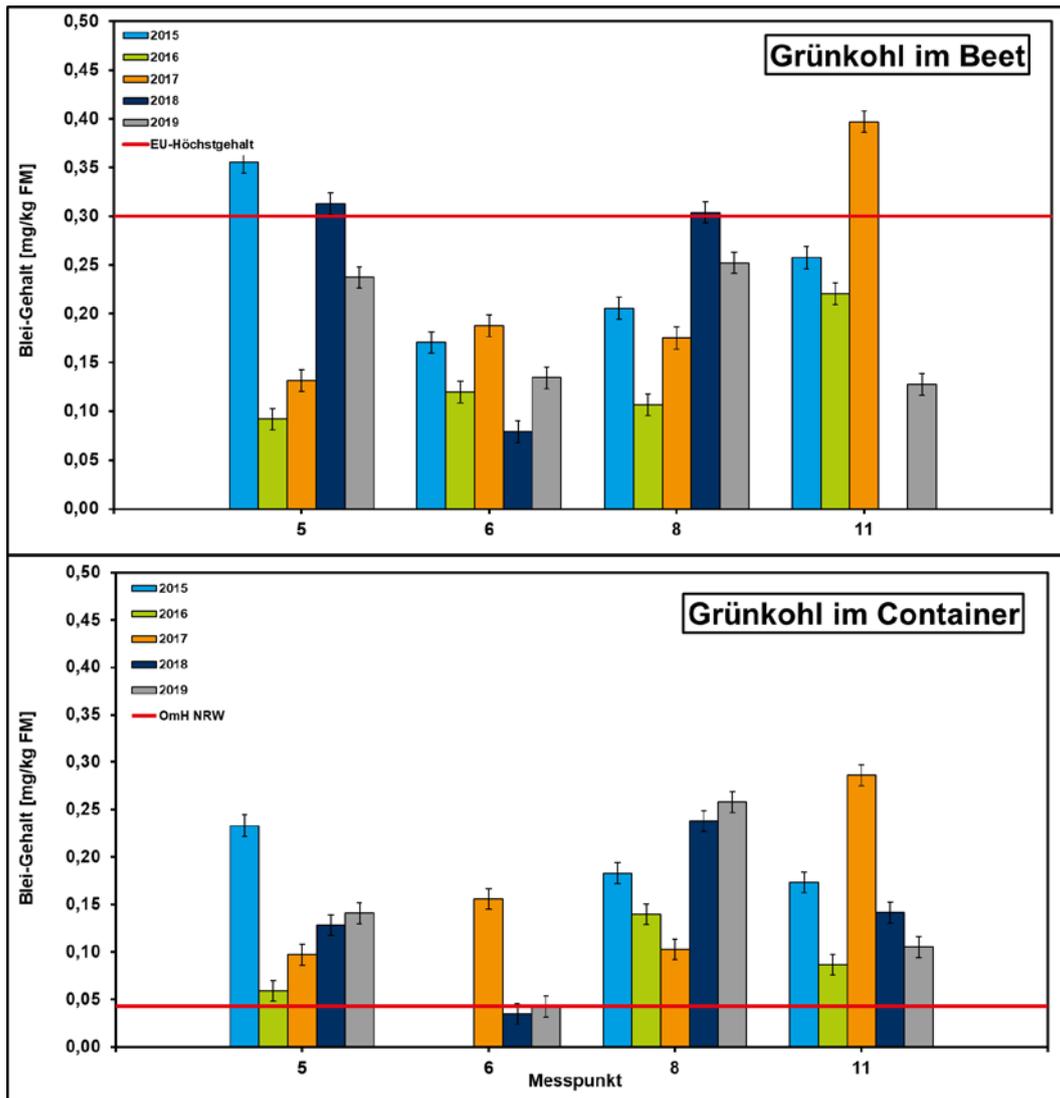


Abbildung 2: Blei-Gehalte in Grünkohl (Beet/ Container) an den Messpunkten in Lünen [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit], EU-Höchstgehalt für Blei, Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH NRW)

Die Ergebnisse der Staubniederschlagsmessungen des LANUV 2019 zeigen ebenfalls immissionsbedingte Einträge von Blei und an einigen Messpunkten auch Überschreitungen des Immissionswertes der TA Luft von $100 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Jahr 2019 an drei von vier untersuchten Messpunkten ein immissionsbedingter Eintrag von Blei in die Grünkohlpflanzen zu verzeichnen war, der zu einer Überschreitung des OmH geführt hat. Der höchste Wert wurde dabei, wie auch im Jahr 2018, nördlich der Fa. Aurubis am MP 8 ermittelt.

3.2 Cadmium-Gehalte

Die im Jahr 2019 ermittelten Cadmium-Gehalte in Grünkohlpflanzen (Beet) betragen zwischen 0,015 +/- 0,0023 mg/kg FM (MP 6) und 0,023 +/- 0,0023 mg/kg FM am Messpunkt 5 (s. Abbildung 3 sowie Tabelle 2 im Anhang). Der EU-Höchstgehalt für Cadmium in Blatt- und Kohlgemüse von 0,20 mg/kg FM wird an allen Messpunkten deutlich unterschritten.

Die Cadmium-Gehalte der Grünkohlpflanzen, die 2019 in einem Container mit Einheitserde exponiert wurden, liegen mit Werten von 0,0081 +/- 0,0023 mg/kg FM (MP 8) bis 0,019 +/- 0,0023 mg/kg FM (MP 3) alle unterhalb des OmH von 0,021 mg/kg FM (s. Abbildung 3 sowie Tabelle 8 im Anhang). Sie sind auf vergleichbarem Niveau wie die der im Beet exponierten Pflanzen.

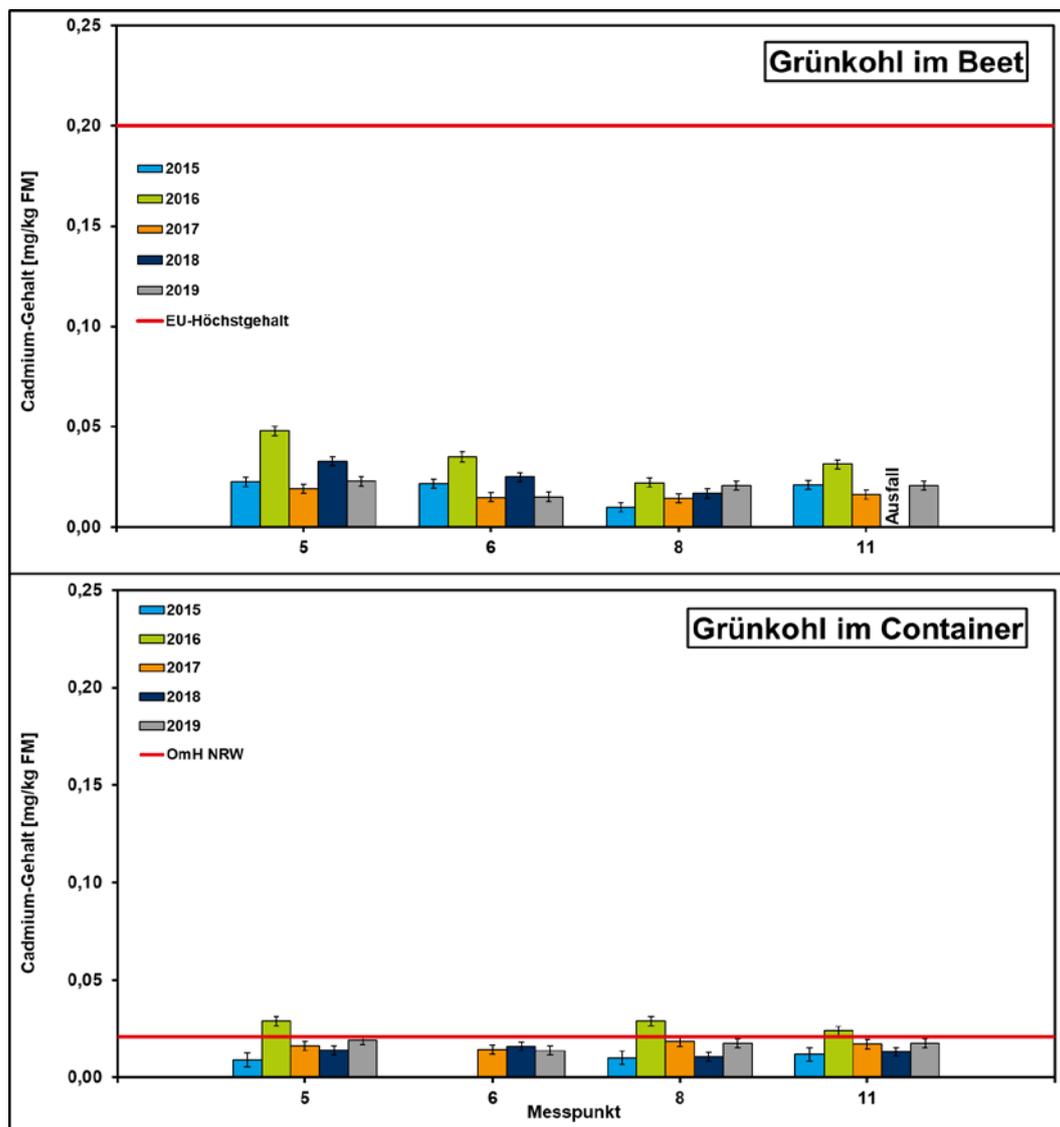


Abbildung 3: Cadmium-Gehalte in Grünkohl (Beet/ Container) an den Messpunkten in Lünen [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit], EU-Höchstgehalt für Cadmium, Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH NRW)

Im Rahmen des LANUV-Eintragspfadeversuchs (2014/2015) zeigte sich, dass Cadmium von den Grünkohlpflanzen über die Wurzel – also systemisch – aufgenommen wird. Da hier keine großen Unterschiede zwischen den Grünkohlpflanzen, die im Beet bzw. im Container mit Einheitsrede exponiert wurden, gefunden wurden, ist davon auszugehen, dass die ermittelten Cadmium-Gehalte in den Pflanzen durch die verfügbaren Substratgehalte bestimmt wurden und kein immissionsbedingter Eintrag vorliegt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass es in Lünen im Jahr 2019 wie in den Vorjahren hauptsächlich bodenbedingte Einträge von Cadmium in die Grünkohlpflanzen gab.

3.3 Chrom-Gehalte

In den Pflanzenproben wurde der Chrom_{gesamt}-Gehalt ermittelt, welcher in der Pflanze dem Gehalt an Chrom (III) entspricht.

Die im Jahr 2019 ermittelten Chrom-Gehalte in Grünkohl (Beet) liegen zwischen 0,039 +/- 0,023 (MP 11) bis 0,081 +/- 0,023 mg/kg FM (MP 5) (s. Abbildung 4 und Tabelle 3 im Anhang).

Bei den in Containern mit Einheitserde exponierten Pflanzen liegen die ermittelten Chrom-Gehalte im Jahr 2019 zwischen 0,013 +/- 0,023 (MP 8) bis 0,050 +/- 0,023 mg/kg FM (MP 5) und damit unter bzw. im Bereich der analytischen Bestimmungsgrenze (s. Abbildung 4 und Tabelle 8 im Anhang). Damit liegen alle Werte unterhalb des OmH von 0,10 mg/kg FM. Es liegt offensichtlich kein immissionsbedingter Eintrag von Chrom vor. Möglicherweise wurde Chrom über den Boden in die Beetpflanzen eingetragen. Im Eintragspfadeversuch des LANUV (2014/2015) konnte gezeigt werden, dass Chrom in der Regel nicht systemisch, sondern über den Verschmutzungspfad eingetragen wird.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es in Lünen im Jahr 2019 keine immissionsbedingten Einträge von Chrom in die untersuchten Nahrungspflanzen gab, die zu einer Überschreitung des OmH geführt haben. Grünkohlpflanzen, die in Beeten exponiert waren, zeigten eine geringe Aufnahme, die wahrscheinlich über den Verschmutzungspfad erfolgte.

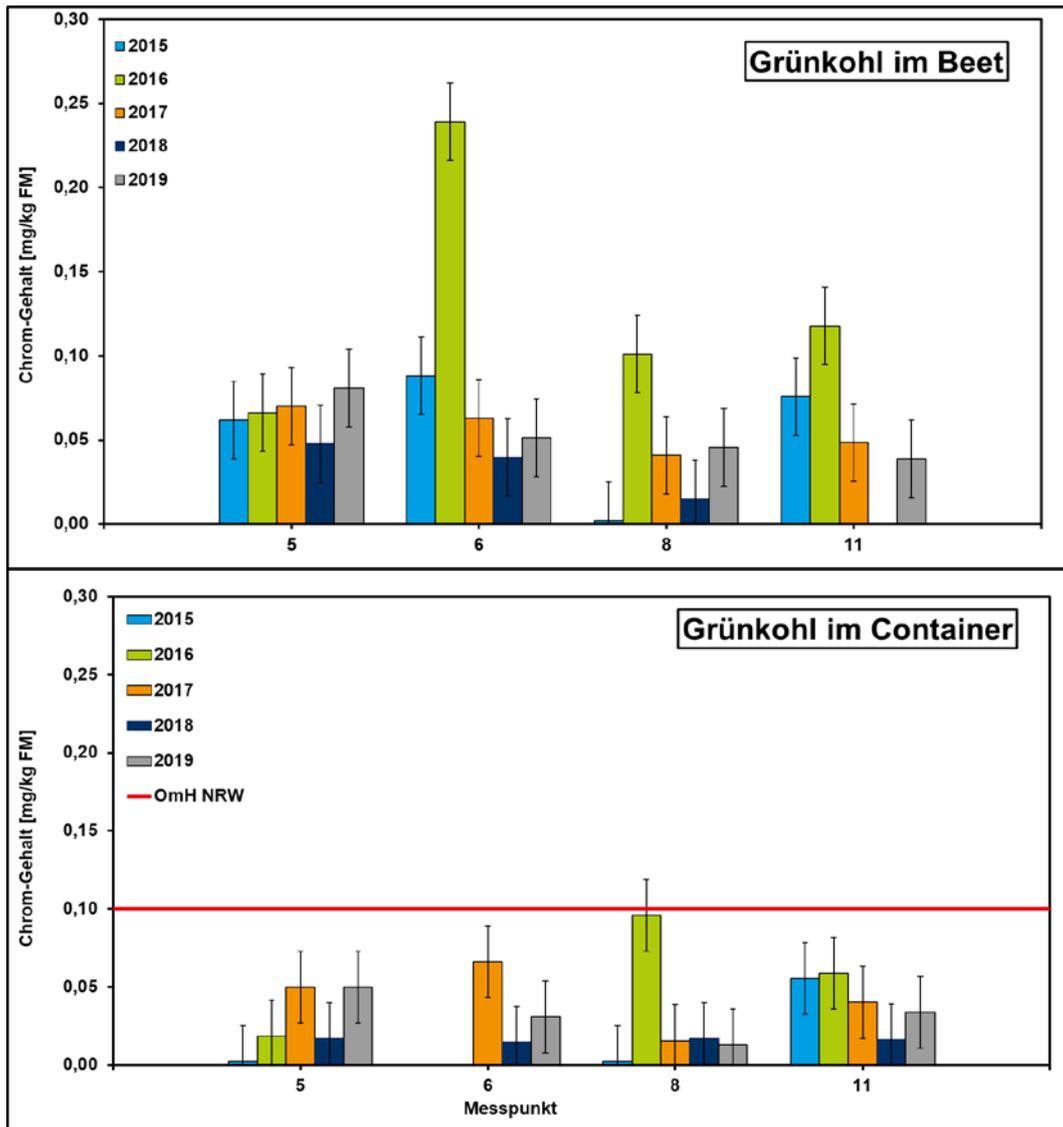


Abbildung 4: Chrom-Gehalte in Grünkohl (Beet/ Container) an den Messpunkten in Lünen [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit], Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH NRW)

3.4 Nickel-Gehalte

Die im Jahr 2019 ermittelten Nickel-Gehalte in den Grünkohlpflanzen (Beet) in Lünen betragen zwischen 0,050 +/- 0,019 mg/kg FM (MP 6) und 0,13 +/- 0,019 mg/kg FM am Messpunkt 5 (s. Abbildung 5 sowie Tabelle 4 im Anhang).

Bei den Grünkohlpflanzen, die in Containern mit Einheitserde exponiert wurden, liegen die Nickel-Gehalte mit Werten zwischen 0,040 +/- 0,019 mg/kg FM (MP 6) und 0,093 +/- 0,019 mg/kg FM (MP 5) an allen Messpunkten unterhalb des OmH von 0,19 mg/kg FM (s. Abbildung 5 und Tabelle 8 im Anhang). Demnach liegt keine aktuelle Immissionsbelastung durch Nickel vor.

Die Nickel-Gehalte der im Beet bzw. Container exponierten Pflanzen liegen in etwa auf demselben Niveau. Es ist davon auszugehen, dass Nickel hauptsächlich über den Boden bzw.

aus der Einheitserde in die Pflanzen aufgenommen wurde, denn auch in der eingesetzten Einheitserde konnte pflanzenverfügbares Nickel nachgewiesen werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nicht von einem immissionsbedingten Eintrag von Nickel in die Nahrungspflanzen auszugehen ist, der zu einer Überschreitung des OmH geführt hat. Die Grünkohlpflanzen haben Nickel möglicherweise über den belasteten Boden aufgenommen.

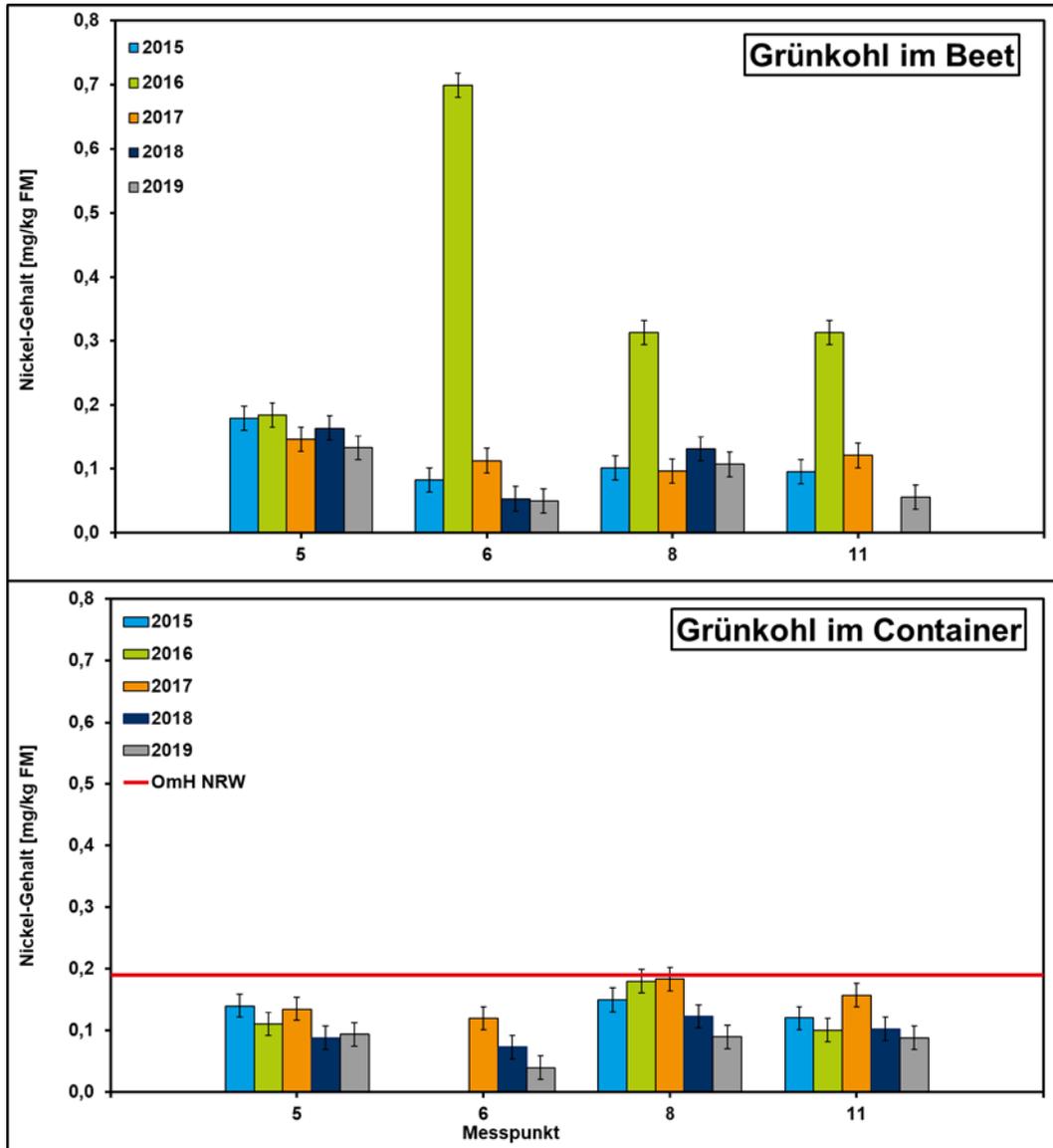


Abbildung 5: Nickel-Gehalte in Grünkohl (Beet/ Container) an den Messpunkten in Lünen [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit], Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH NRW)

3.5 Arsen-Gehalte

Die im Jahr 2019 ermittelten Arsen-Gehalte in Grünkohlpflanzen (Beet) liegen zwischen 0,0095 +/- 0,00054 mg/kg FM am Messpunkt 6 bis zu 0,042 +/- 0,00054 mg/kg FM am Messpunkt 8 (s. Abbildung 6 sowie Tabelle 5 im Anhang).

Die Arsen-Gehalte der in den Containern exponierten Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,0041 +/- 0,00054 mg/kg FM (MP 6) und 0,048 +/- 0,00054 mg/kg FM (MP 8). Die ermittelten Arsen-Gehalte liegen an drei von vier Messpunkten in Lünen (MP 5, 8, 11) oberhalb des OmH in NRW von 0,0075 mg/kg FM, was auf eine immissionsbedingte Belastung an diesen Messpunkten hindeutet. Am Messpunkt 6, der weiter östlich liegt, konnte keine Immissionsbelastung durch Arsen festgestellt werden.

Die Gehalte in den in Containern mit Einheitserde exponierten Grünkohlpflanzen sind an allen Messpunkten auf einem vergleichbaren Niveau.

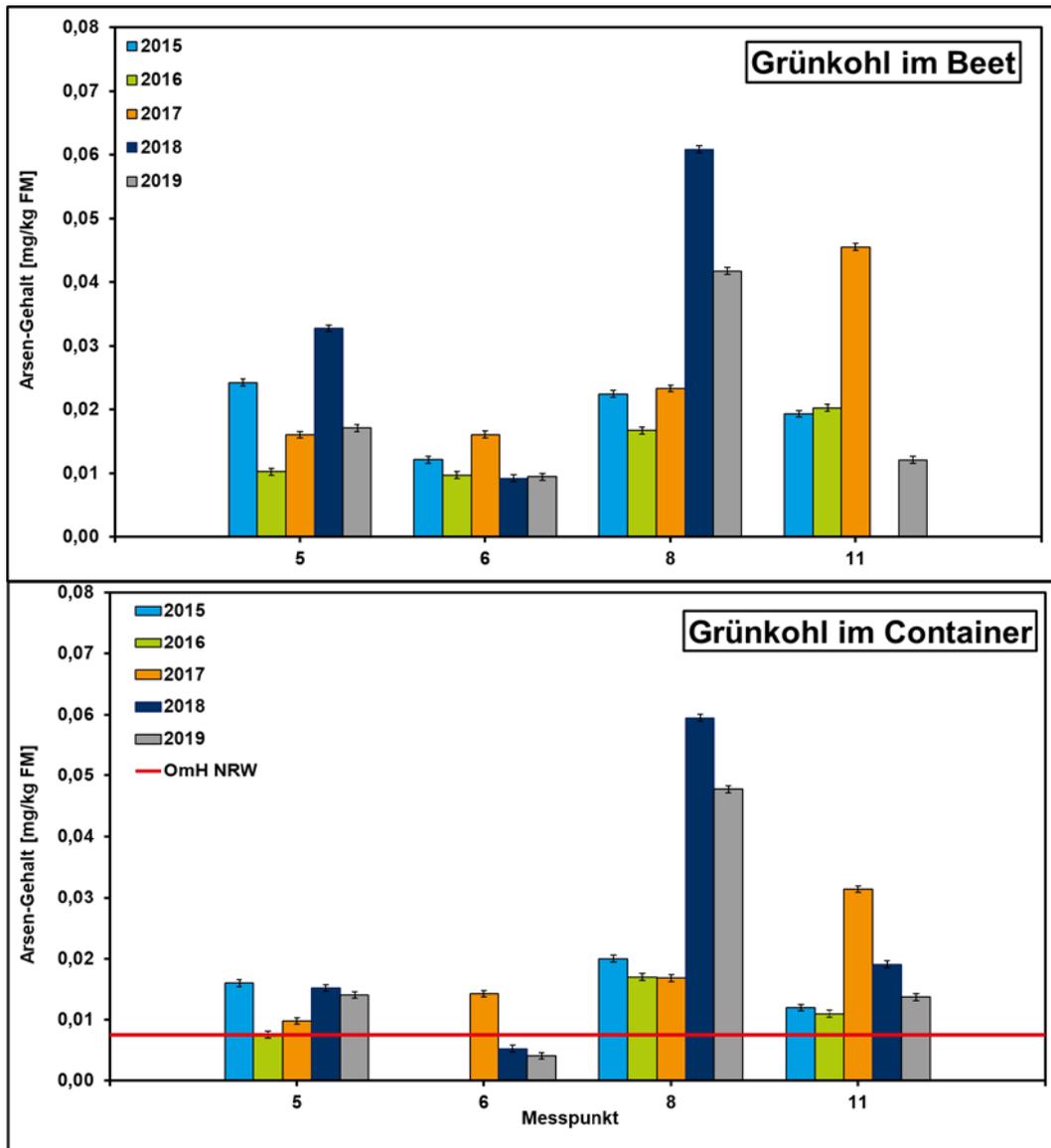


Abbildung 6: Arsen-Gehalte in Grünkohl (Beet/ Container) an den Messpunkten in Lünen [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit], Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH NRW)

Die Ergebnisse der Staubniederschlagsmessungen des LANUV 2019 zeigen ebenfalls immissionsbedingte Einträge von Arsen und an einigen Messpunkten eine Überschreitung des Immissionswertes der TA Luft.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass von einem immissionsbedingten Eintrag von Arsen in die Grünkohlpflanzen im Jahr 2019 an drei von vier Messpunkten auszugehen ist, der zu einer Überschreitung des OmH geführt hat.

3.6 Kupfer-Gehalte

Die im Jahr 2019 ermittelten Kupfer-Gehalte in Grünkohlpflanzen (Beet) betragen zwischen 0,70 +/- 0,12 mg/kg FM (MP 6) und 1,6 +/- 0,12 mg/kg FM (MP 5, MP 8) (s. Abbildung 7 sowie Tabelle 6 im Anhang).

Die in Containern mit Einheitserde exponierten Grünkohlpflanzen weisen mit Werten von 0,44 +/- 0,12 mg/kg FM (MP 6) bis 1,0 +/- 0,12 mg/kg FM (MP 8) unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit an keinem der untersuchten Messpunkte Kupfer-Gehalte oberhalb des OmH von 1,2 mg/kg FM auf (s. Abbildung 7 sowie Tabelle 8 im Anhang). Deshalb ist davon auszugehen, dass an den untersuchten Messpunkten keine nennenswerte Immissionsbelastung vorliegt.

An den untersuchten Messpunkten sind die Kupfer-Gehalte bei den im Beet exponierten Grünkohlpflanzen allerdings höher als bei den im Container exponierten Pflanzen. Das deutet auf einen Eintrag aus dem belasteten Boden hin.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es offensichtlich 2019 in Lünen keine nennenswerten immissionsbedingten Einträge von Kupfer in die untersuchten Nahrungspflanzen gab. Es ist bei den Grünkohlpflanzen von einem Eintrag von Kupfer aus dem belasteten Boden auszugehen.

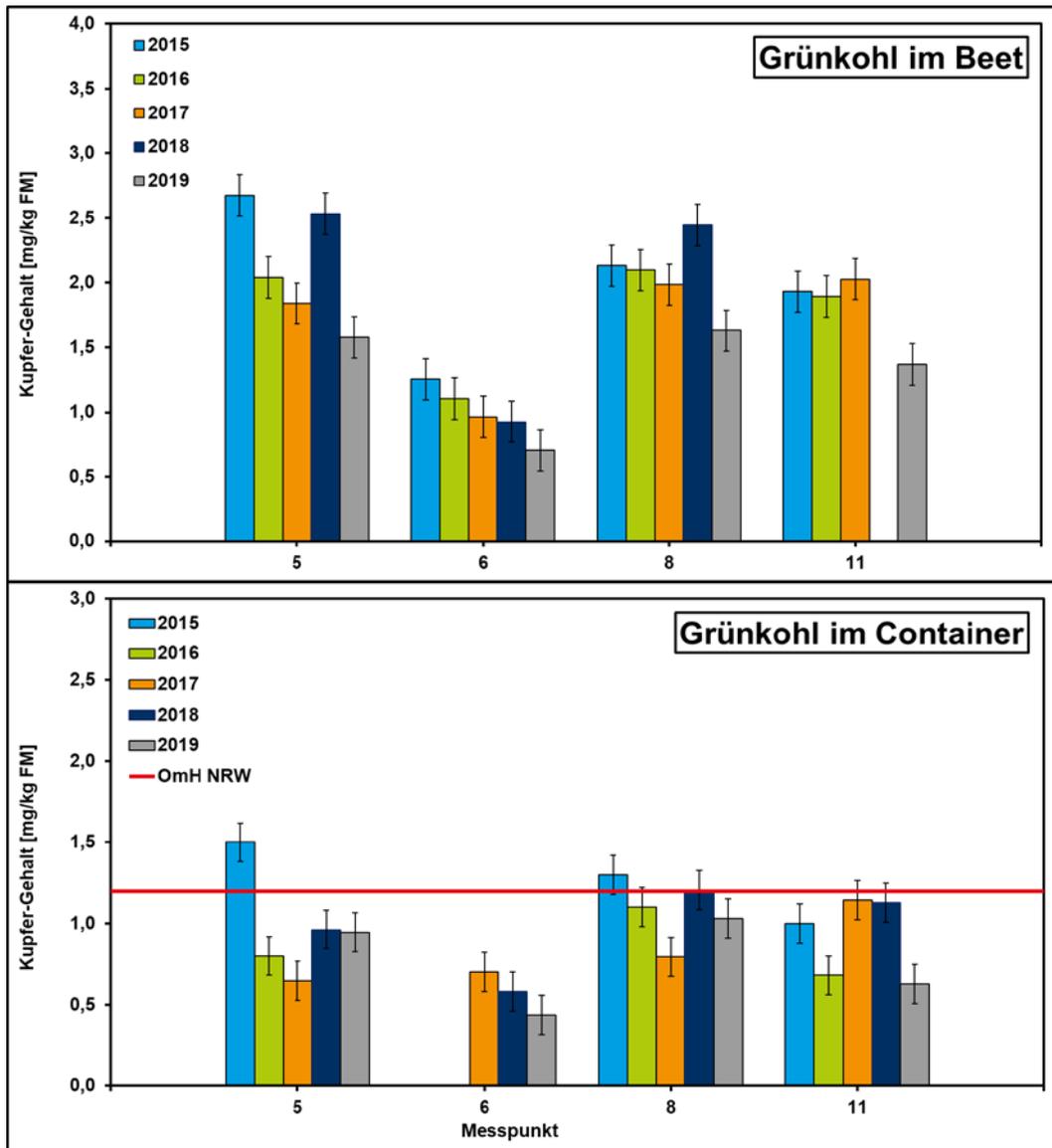


Abbildung 7: Kupfer-Gehalte in Grünkohl (Beet/ Container) an den Messpunkten in Lünen [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit], Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH NRW)

3.7 Zink-Gehalte

Die im Jahr 2019 ermittelten Zink-Gehalte in Grünkohlpflanzen (Beet) betragen zwischen 3,3 +/- 0,42 mg/kg FM (MP 5) und 6,9 +/- 0,42 mg/kg FM (MP 8) (s. Abbildung 8 sowie Tabelle 7 im Anhang).

Die Zink-Gehalte der in Containern mit Einheitserde exponierten Grünkohlpflanzen liegen mit Werten zwischen 2,3 +/- 0,42 mg/kg FM (MP 8) und 3,0 +/- 0,42 mg/kg FM (MP 3) an allen Messpunkten unterhalb des OmH in NRW von 5,1 mg/kg FM (s. Abbildung 8), was darauf hindeutet, dass es 2019 keinen immissionsbedingten Eintrag von Zink an diesen Messpunkten gegeben hat.

Die höheren Gehalte in den im Beet exponierten Pflanzen deuten allerdings auch auf einen Eintrag über den Boden hin.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es im Jahr 2019 keinen immissionsbedingten Eintrag von Zink in die Grünkohlpflanzen gegeben hat, der zu einer Überschreitung des OmH geführt hat. Zink wurde möglicherweise über den belasteten Boden eingetragen.

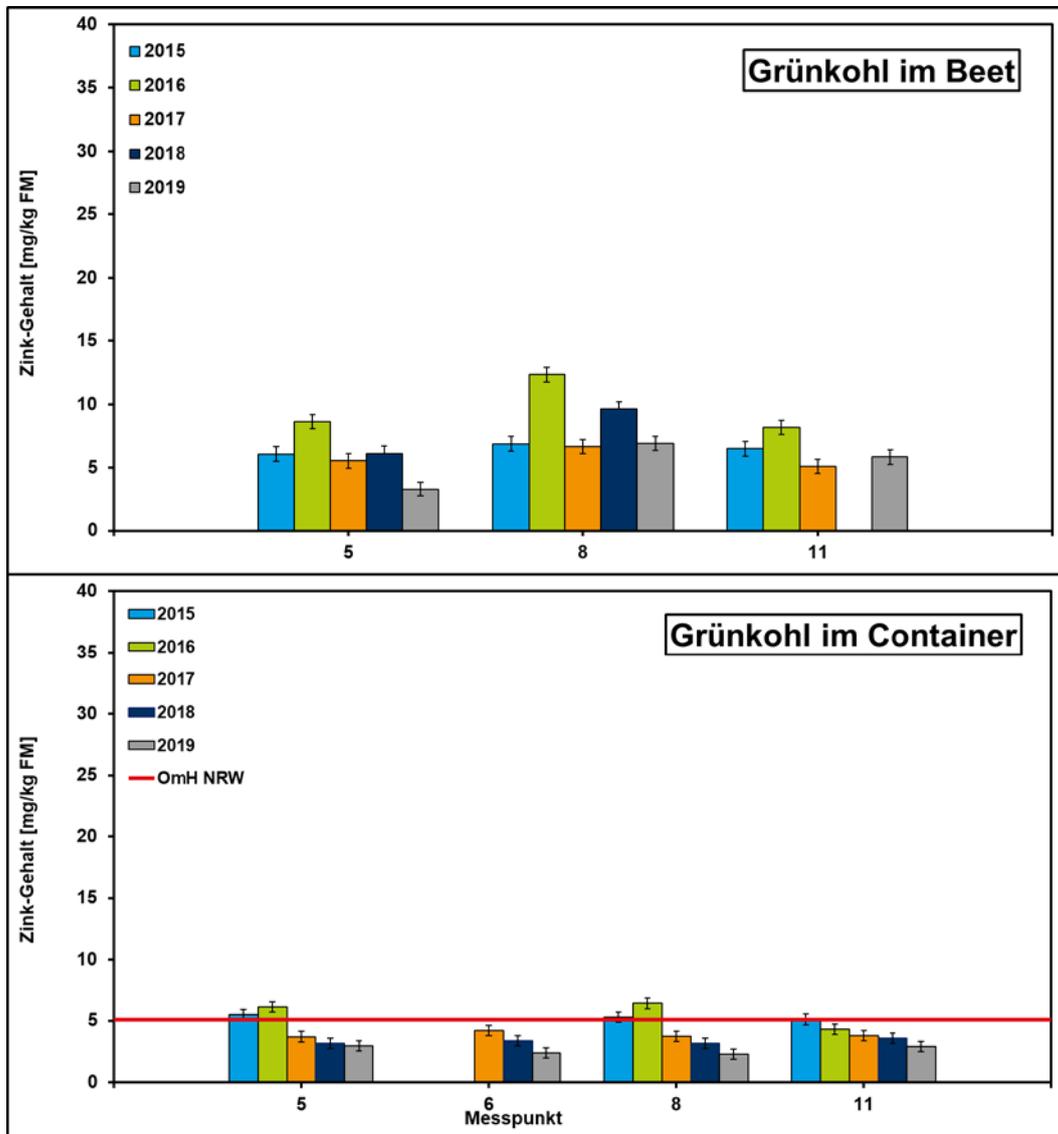


Abbildung 8: Zink-Gehalte in Grünkohl (Beet/ Container) an den Messpunkten in Lünen [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit], Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH NRW)

4 Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse

Im vorliegenden Fall wird, wie bisher als Konvention bei der Berechnung, ein Verzehr von 250 g Grünkohl pro Tag (stellvertretend für gesamtverzehrtes Gemüse) und ein Körpergewicht für einen erwachsenen Menschen von 70 kg zu Grunde gelegt.

Für die gesundheitliche Bewertung wurden nur die Gehalte der in den Beeten exponierten Grünkohlpflanzen herangezogen, da nur diese Pflanzen sämtliche Einflüsse, sei es über Boden- oder Luftpfad, widerspiegeln.

Das LANUV wählt für seine Untersuchungen standardmäßig Grünkohlpflanzen aus, da diese die hier interessierenden Schadstoffe im Vergleich zu anderen Gemüsepflanzen besonders stark anreichern. Somit kommt es bei der Berechnung der insgesamt aufgenommenen Schadstoffdosen über das Gemüse aus eigenem Anbau mit hoher Wahrscheinlichkeit eher zu einer Überschätzung der tatsächlichen Aufnahme.

4.1 Blei-Belastung

Die höchste Bleibelastung wurde am Messpunkt 8 mit 0,25 mg/kg FM ermittelt.

Die Beurteilung der Belastung erfolgt auf Basis der Verordnung (EU) 2015/1005 der Kommission vom 25. Juni 2015 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Blei in bestimmten Lebensmitteln.

Der in der EU-Verordnung festgelegte Höchstgehalt für Blei in Blattkohl beträgt 0,30 mg/kg Frischgewicht. Der EU-Höchstgehalt für Blei wird somit an allen Messpunkten unterschritten.

4.2 Cadmium-Belastung

Die höchste Cadmiumbelastung wurde am Messpunkt 5 mit 0,023 mg/kg FM ermittelt.

Die Beurteilung der Belastung erfolgt auf Basis der EU-Verordnung Nr. 488/2014 (12. Mai 2014) zur Änderung der Verordnung EG Nr. 1881/2006.

Der in der EU-Verordnung festgelegte Höchstgehalt für Cadmium in Blattkohl beträgt 0,20 mg/kg Frischgewicht. Der EU-Höchstgehalt für Cadmium wird somit an allen Messpunkten unterschritten.

4.3 Chrom-Belastung

Für Chrom (III) wurde von der EFSA (2014a) ein TDI-Wert in Höhe von 300 µg/kg KG/d abgeleitet.

Für Deutschland wird 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, sodass sich insgesamt eine Hintergrundbelastung über den allgemeinen Warenkorb von 13,81 µg/kg KG/d bis maximal 23,10 µg/kg KG/d ergeben kann (EFSA 2014a).

Die höchste Chrombelastung wurde am Messpunkt 5 mit 0,081 mg/kg FM ermittelt.

Unter Berücksichtigung der oben getroffenen Annahmen ergibt sich rein rechnerisch eine maximale Zusatzbelastung durch den Grünkohl am Messpunkt 5 von 0,29 µg/kg KG/d.

Damit würde der TDI-Wert für Chrom(III) in Höhe von 300 µg/kg KG/d, selbst unter Einbezug der maximalen Belastung über den allgemeinen Warenkorb in Höhe von 23,10 µg/kg KG/d, bei Verzehr aller hier untersuchten Proben erheblich unterschritten werden.

4.4 Nickel-Belastung

Für die chronische orale Aufnahme von Nickel wurde von der EFSA (2015) ein TDI-Wert in Höhe von 2,8 µg/kg KG/d abgeleitet. Die Hintergrundbelastung über den allgemeinen Warenkorb wird von der EFSA zwischen 2,7 (Minimum untere Grenze¹) und 3,4 µg/kg KG/d (Maximum obere Grenze²) abgeschätzt.

Eine gesundheitliche Bewertung der Nickelbelastung in der Nahrungspflanze „Grünkohl“ auf Grundlage des TDI-Wertes ist nicht zielführend, da der TDI-Wert allein über die Hintergrundbelastung aus dem allgemeinen Warenkorb jeden Tag nahezu ausgeschöpft bzw. überschritten wird.

Eine Einschätzung der Nickelbelastung des hier vorliegenden Grünkohls aus Lünen aus dem Anbaujahr 2019 sollte daher mittels statistischer Einordnung der Belastungshöhe des Grünkohls mit in NRW angebauten Grünkohl anhand der Daten aus dem Wirkungsdauermessprogramm (WDMP) erfolgen (s. Kapitel 3.4).

Da die Nickelkonzentrationen aller untersuchten Messpunkte in Lünen unterhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW liegen, kann davon ausgegangen werden, dass sich in Bezug auf die Nickelkonzentration bei Verzehr des Grünkohls aus Lünen keine andere gesundheitliche Bewertung ergeben würde, als

¹ Lower bound-Ansatz: für Proben, deren Nickel-Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, wird der Wert der vollen Bestimmungsgrenze eingerechnet

² Upper bound- Ansatz: für Proben, deren Nickel-Gehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen, wird der Wert „null“ eingerechnet

bei Verzehr von Grünkohl, der an anderen für NRW eher gering belasteten Standorten angebaut wurde.

4.5 Arsen-Belastung

Die EFSA (2009) leitete nach Auswertung zahlreicher epidemiologischer Studien für Arsen verschiedene Benchmark Dosen (BMDL₀₁-Werte; untere Grenze des Vertrauensbereiches der Benchmarkdosis für einen 1%-igen Anstieg) für die Wirkpunkte dermale Läsionen, Hautkrebs, Lungenkrebs und Blasenkrebs im Bereich von 0,3 bis 8 µg/kg KG/d ab. Für die Risikocharakterisierung empfiehlt die EFSA (2009) den MOE-Ansatz (Margin of Exposure). Bei dem MOE handelt es sich um das Verhältnis zwischen der aus epidemiologischen Studien ermittelten Dosis (Referenzpunkt BMDL³) und der Exposition der Verbraucherinnen/Verbraucher. Bei dieser Dosis wird ein vordefinierter geringfügiger jedoch messbarer negativer gesundheitlicher Effekt in Tierversuchen oder auch beim Menschen festgestellt. Für die Risikocharakterisierung und die Kalkulation des MOE für Arsen soll nach EFSA (2009) der Bereich von 0,3 bis 8 µg/kg KG/d anstelle eines einzelnen Referenzpunktes verwendet werden. Die EFSA hält die epidemiologischen Daten für ungeeignet, um eine tolerable Aufnahmedosis in Form von TDI- oder PTWI-Werten abzuleiten, die kein nennenswertes gesundheitliches Risiko bergen (BfR 2012).

Die mittlere Aufnahme von anorganischem Arsen über den allgemeinen Warenkorb liegt laut EFSA (2014b) für erwachsene Personen in Deutschland zwischen 0,11 (untere Grenze) und 0,31 µg/kg KG/d (obere Grenze)⁴ und damit im Bereich der BMDL₀₁-Werte von 0,3 bis 8,0 µg/kg KG/d. Infolge dessen kommt die EFSA (2009) zu dem Ergebnis, dass kein oder nur ein sehr geringer MOE vorhanden ist und „ein Risiko für einige Verbraucherinnen und Verbraucher durch die Aufnahme von anorganischem Arsen über alle Lebensmittel nicht auszuschließen ist“.

Daher wird es auch hier als sinnvoll angesehen eine statistische Einordnung der Belastungshöhe des Grünkohls aus Lünen anhand von Daten aus dem Wirkungsdauermessprogramm durchzuführen (s. Kapitel 3.5).

Die im Jahr 2019 ermittelten Arsen-Gehalte in Grünkohlpflanzen (Beet) liegen an drei von vier untersuchten Messpunkten (MP 5, 8 und 11) oberhalb des OmH in NRW von 0,0075 mg/kg FM, was auf eine immissionsbedingte Belastung an diesen Messpunkten hindeutet.

³ Unter Berücksichtigung eines Konfidenzbereichs wird die Benchmark-Dosis der unteren Konfidenzgrenze (BMDL; benchmark dose lower confidence limit) als solcher Referenzpunkt herangezogen.

⁴ 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)) (EFSA 2014)

4.6 Kupfer-Belastung

Kupfer ist ein für den menschlichen Organismus essentielles Element. Nach Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2019a) sollten Erwachsene bis zu 1,5 mg Kupfer pro Tag aufnehmen. Nach EFSA (2018) sollte die tägliche Kupferaufnahme die obere Grenze (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 nicht überschreiten. Nach der Nationalen Verzehrstudie von 1994 (BfR 2004) betrug die tägliche Zufuhr von Kupfer bei Männern 2,25 mg und bei Frauen 1,84 mg (Median-Werte).

Die höchste Kupfer-Belastung findet sich im Grünkohl am Messpunkt 5 und 8 mit einer Konzentration von 1,6 mg/kg FM. Bei einem Verzehr von 250 g Grünkohl pro Tag ergibt sich rein rechnerisch eine zusätzliche Kupferaufnahme über den Grünkohl aus Lünen von maximal 0,40 mg/Tag.

Unter Berücksichtigung der Zufuhr aus anderen Lebensmitteln ergibt sich für Männer eine Aufnahme von ca. 2,7 mg/Tag und für Frauen von ca. 2,2 mg/Tag. Für Frauen und Männer liegt die Konzentration somit unterhalb der von der EFSA (2018) angegebenen oberen tolerierbaren Grenze für Kupfer in Höhe von 5 mg/d.

4.7 Zink-Belastung

Zink ist für den Menschen essentiell, die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE 2019b) empfiehlt, dass männliche Erwachsene 11 bis 16 mg und weibliche Erwachsene 7 bis 10 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.

Nach EFSA (2018) sollte die tägliche Zinkaufnahme die obere Grenze (tolerable upper intake level) in Höhe von 25 mg/d nicht überschreiten. Nach der „Nationalen Verzehrsstudie“ von 2008 (MRI 2008) lag der Medianwert der täglichen Zinkaufnahme von Männern bei 11,6 mg/d und von Frauen bei 9,1 mg/d.

Der höchste Zinkgehalt findet sich mit 6,9 mg/kg FM im Grünkohl am Messpunkt 8. Bei Verzehr von 250 g Grünkohl würde eine zusätzliche Zinkaufnahme von ca. 1,7 mg/d resultieren. Mit der zusätzlichen Aufnahme von Zink über die maximal belastete Grünkohlprobe ergäbe sich bei Männern rein rechnerisch eine maximale Zinkaufnahme von ca. 13 mg/d und bei Frauen von ca. 11 mg/d. Beide Werte liegen unterhalb der oben angegebenen oberen tolerierbaren Grenze für Zink in Höhe von 25 mg/d.

4.8 Fazit der gesundheitlichen Bewertung

Blei, Cadmium und Chrom(III)

In allen untersuchten Grünkohlpflanzen aus Lünen wird der Höchstgehalt für Blei und Cadmium unterschritten. Auch der TDI-Wert für Chrom(III) würde bei Verzehr der untersuchten Grünkohlpflanzen unterschritten. Im Hinblick auf die Schwermetalle Blei, Cadmium und Chrom ist der Verzehr der Grünkohlpflanzen aus Lünen somit gesundheitlich unbedenklich.

Kupfer und Zink

Bei den für den Menschen essentiellen Elementen Kupfer und Zink wurden die von der EFSA empfohlenen oberen tolerierbaren Grenzen sowohl für Kupfer als auch für Zink bei Verzehr aller hier untersuchten Grünkohlpflanzen unterschritten. Im Hinblick auf diese beiden Elemente wäre der Verzehr aller Nahrungspflanzen aus Lünen somit gesundheitlich unbedenklich.

Arsen und Nickel

Bezüglich der zu bewertenden Arsen- und Nickelkonzentration ist anzumerken, dass die Ableitung einer Verzehrempfehlung auf Basis der für Arsen und Nickel zur Verfügung stehenden Beurteilungskriterien (MOE bzw. TDI) als nicht zielführend angesehen wird, da die aus den gesundheitlichen Bewertungskriterien abgeleitete gesundheitlich unbedenkliche tägliche Aufnahmemenge für Arsen oder Nickel schon allein über die Hintergrundbelastung aus dem allgemeinen Warenkorb nahezu ausgeschöpft bzw. überschritten wird.

Zur Einordnung der Arsen- und Nickelbelastung der Nahrungspflanzen aus Lünen aus dem Anbaujahr 2019 wird auf den OmH NRW verwiesen, mittels dessen eine statistische Einordnung der Schadstoffgehalte erfolgen kann.

Da die Nickelkonzentrationen aller untersuchten Messpunkte in Lünen unterhalb des OmH in NRW liegen, kann davon ausgegangen werden, dass sich in Bezug auf die Nickelkonzentration bei Verzehr des Grünkohls aus Lünen keine andere gesundheitliche Bewertung ergeben würde, als bei Verzehr von Grünkohl, der an anderen für NRW eher gering belasteten Standorten angebaut wurde.

Personen, die sich bewusst nickelarm ernähren möchten, wird empfohlen, nicht den Verzehr des Gemüses aus dem eigenen Garten einzuschränken, sondern auf Lebensmittelprodukte mit hoher Nickelbelastung zu verzichten. Zur Minderung der Nickelbelastung sind vor allem die Reduzierung des Verzehrs folgender Produkte geeignet: Pecannüsse, Cashewkerne, schwach entöltes Kakaopulver, schwarzer Tee, Sojabohnen, Vollfett-Sojamehl und milchfreie Schokolade.

Dagegen liegen die im Jahr 2019 ermittelten Arsen-Gehalte in Grünkohlpflanzen (Beet) an drei von vier untersuchten Messpunkten (MP 5, 8 und 11) oberhalb des OmH in NRW.

Aufgrund der hohen Aufnahme an Arsen über den allgemeinen Warenkorb ist es nicht sinnvoll, zur Minderung der Arsenaufnahme ausschließlich bei den im eigenen Garten angebauten Pflanzen anzusetzen, zumal der Verzehr von Gemüse aus dem eigenen Garten auch mit gesundheitlichem Nutzen verbunden ist. Zur Minderung der Arsenbelastung ist vor allem die Reduzierung des Verzehrs von z. B. Reis (insbesondere brauner Reis) und von auf Reis basierenden Produkten geeignet (BfR 2014, AGES 2015).

5 Zusammenfassung

Im Jahr 2019 wurden in Lünen im Umfeld der Fa. Aurubis und des Stadthafens Grünkohluntersuchungen durchgeführt. Dazu wurden Grünkohlpflanzen an vier Messpunkten in Gartenbeeten und zusätzlich auch in Containern mit Einheitserde exponiert und auf ihre Gehalte an Schwermetallen analysiert.

Im Jahr 2019 wurden in Lünen an drei von vier untersuchten Messpunkten in den Grünkohlpflanzen immissionsbedingte Einträge von **Blei** und **Arsen** ermittelt, die zu einer Überschreitung des OmH geführt haben. Die betroffenen Messpunkte 5, 8 und 11 liegen in unmittelbarer Nähe der betrachteten Industrieanlagen. Der weiter entfernte Messpunkt 6 zeigte keine immissionsbedingten Einträge.

Zusätzlich dazu wurden Einträge von diesen und den weiteren Elementen **Cadmium**, **Nickel**, **Kupfer**, **Chrom** und **Zink** über den belasteten Boden gefunden.

Die Gehalte an **Blei**, **Cadmium**, **Chrom**, **Nickel**, **Kupfer** und **Zink** in den untersuchten Nahrungspflanzen würden im Jahr 2019 zu keiner Verzehrempfehlung führen. An drei Messpunkten (MP 5, 8 und 11) wurden allerdings Arsen-Gehalte oberhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) für NRW ermittelt. Deshalb sollten die Hinweise am Ende von Kapitel 4.8 beachtet werden.

6 Weitere Vorgehensweise:

In den letzten Jahren wurden an den Messpunkten in unmittelbarer Nähe der Industrieanlagen zwischen Kupferstraße und Datteln-Hamm-Kanal (MP 3, 5, 8 und 11) immissionsbedingte Einträge insbesondere von Blei in die Nahrungspflanzen festgestellt. Während die Belastung von Kopfsalat und Endivie über die Jahre auf unkritische Werte zurückgegangen ist, lag die Belastung des Grünkohls durch Blei an diesen Messpunkten teilweise (geringfügig) oberhalb des EU-Höchstgehaltes für Blatt- und Kohlgemüse. So zeigte der Messpunkt 11 eine Überschreitung des EU-Höchstgehaltes im Jahr 2017 und der Messpunkt 5 in den Jahren 2015 und 2018. Im Jahr 2016 gab es erstmalig an keinem der untersuchten Messpunkte eine Überschreitung des EU-Höchstgehaltes. Dies konnte in 2019 erneut festgestellt werden. Auch wenn der EU-Höchstgehalt für Blei in 2019 an allen Messpunkten unterschritten wird, wird empfohlen, vorerst vorsorglich in diesem Bereich weiterhin auf den Verzehr von Grünkohl zu verzichten.

Demgegenüber zeigten der bis 2016 weiter nördlich untersuchte Messpunkt 10 sowie die weiter östlich gelegenen Messpunkte 6 und 7 (bis 2012) keine immissionsbedingten Einträge, die zu einer Überschreitung des OmH geführt haben, und auch in den Staubniederschlagsmessungen des LANUV zeigen sich in diesen Bereichen keine erhöhten Einträge z. B. an Blei und Arsen. Daher schlägt das LANUV vor, den Bereich der Verzehrempfehlung zu verkleinern. Die südliche und westliche Abgrenzung des Gebietes sollte bestehen bleiben. Nördlich sollte die Verzehrempfehlung von der B 54 (Victoriastraße) und östlich von der Gahmener Straße/ Kurt-Schumacher-Straße begrenzt werden (s. Abbildung 9).

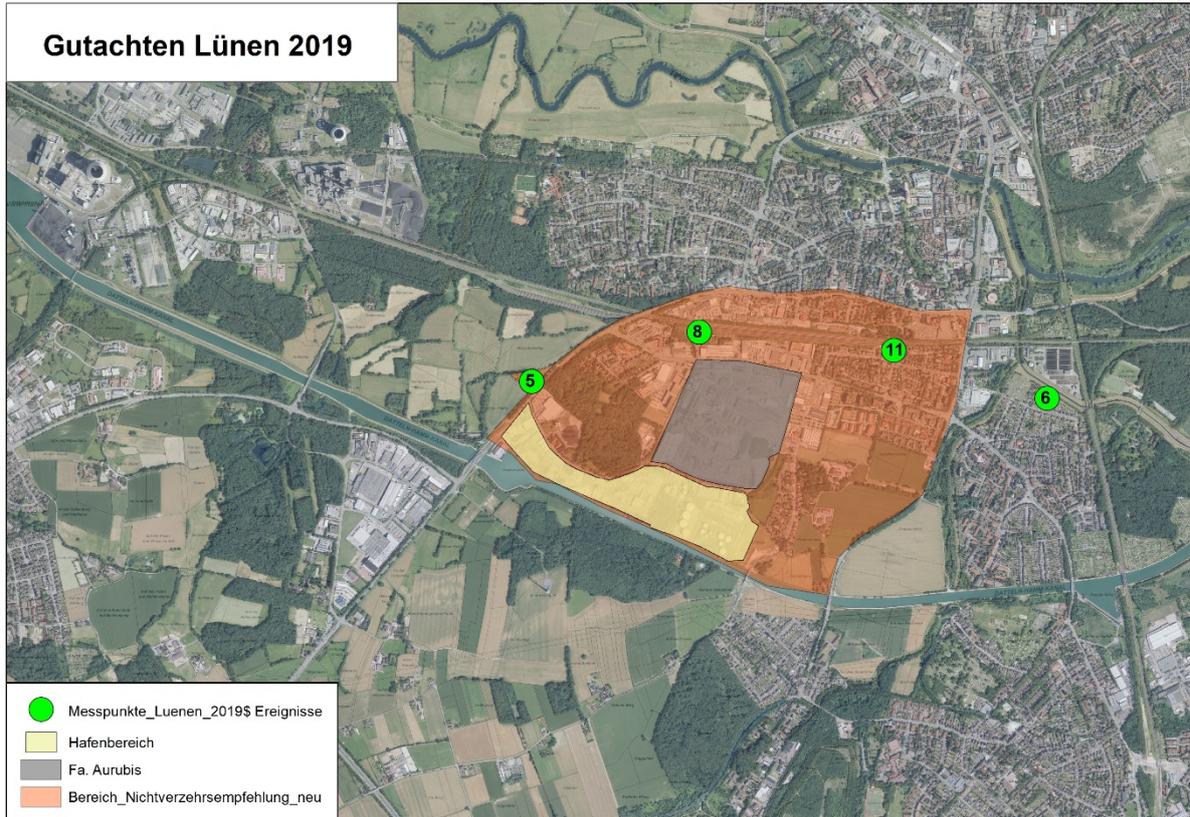


Abbildung 9: Vorschlag für einen reduzierten Bereich der Nichtverzehrsempfehlung

Da sich die Gehalte der untersuchten (Schwer-)Metalle in den letzten Jahren auf einem vergleichbaren Niveau bewegen, schlägt das LANUV zudem vor, die Nahrungspflanzenuntersuchungen im Jahr 2020 auszusetzen und spätestens nach fünf Jahren eine Überprüfung der Gehalte durchzuführen oder erneut tätig zu werden, wenn bei den Staubniederschlagsmessungen in der Zwischenzeit deutlich erhöhte Immissionsbelastungen festgestellt werden. Diese sollte, wenn möglich, an den gleichen Standorten erfolgen.

7 Anlage

Tabelle 1: Blei-Gehalte in Grünkohl (Beet)

Blei [mg/kg FM]											
Grünkohl											
Messpunkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R	0,14	0,13	0,089	0,15	0,029	0,11	0,040	0,048			
2	0,15	0,089	0,11	0,10	0,055	0,056					
3	0,57	0,44	0,22	0,31	0,34	Ausfall	0,13	0,26	0,27	0,19	
4 R	0,068	0,20	0,15	0,090	0,061	0,12	0,045	0,042			
5	1,1	0,64	0,96	0,30	0,16	0,35	0,36	0,092	0,13	0,31	0,24
6	0,19	0,29	0,21	0,19	0,21	0,62	0,17	0,12	0,19	0,08	0,130
7	0,22	0,24	0,18	0,16	Ausfall						
8	2,0	0,45	0,62	1,1	0,37	0,42	0,21	0,11	0,18	0,30	0,25
9	1,3	0,84	0,33	0,65	0,99						
10 R	0,31	0,14	0,15	0,20	0,19	0,18	0,070	0,055			
11						0,53	0,26	0,22	0,40	Ausfall	0,13

Tabelle 2: Cadmium-Gehalte in Grünkohl (Beet)

Cadmium [mg/kg FM]											
Grünkohl											
Messpunkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R	0,026	0,024	0,026	0,027	0,012	0,017	0,018	0,037			
2	0,040	0,037	0,035	0,033	0,023	0,055					
3	0,034	0,021	0,022	0,017	0,015	Ausfall	0,017	0,039	0,015	0,017	
4 R	0,024	0,018	0,023	0,023	0,015	0,021	0,017	0,031			
5	0,059	0,041	0,031	0,033	0,020	0,029	0,022	0,048	0,019	0,033	0,023
6	0,023	0,027	0,023	0,019	0,019	0,032	0,022	0,035	0,015	0,025	0,015
7	0,027	0,028	0,019	0,024	Ausfall						
8	0,070	0,023	0,026	0,023	0,013	0,012	0,010	0,022	0,014	0,017	0,016
9	0,045	0,036	0,030	0,027	0,066						
10 R	0,029	0,028	0,035	0,030	0,028	0,024	0,018	0,039			
11						0,031	0,021	0,031	0,016	Ausfall	0,021

Tabelle 3: Chrom-Gehalte in Grünkohl (Beet)

Chrom [mg/kg FM]											
Grünkohl											
Messpunkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R	0,11	0,18	0,26	0,12	Ausfall	0,069	0,042	0,048			
2	0,066	0,089	0,16	0,074	0,056	0,055					
3	0,25	0,18	0,24	0,12	0,16	Ausfall	0,059	0,20	0,052	0,055	
4 R	0,07	0,16	0,17	0,13	0,083	0,19	0,043	0,072			
5	0,42	0,43	0,31	0,18	0,12	0,15	0,062	0,066	0,070	0,048	0,081
6	0,13	0,24	0,31	0,11	0,14	0,27	0,088	0,24	0,063	0,040	0,051
7	0,14	0,18	0,30	0,12	Ausfall						
8	0,27	0,12	0,29	0,13	Ausfall	0,065	<0,0037	0,10	0,041	<0,030	0,046
9	0,16	0,19	0,17	0,089	0,19						
10 R	0,10	0,081	0,15	0,10	0,14	0,070	<0,0035	0,046			
11						0,21	0,076	0,12	0,049	Ausfall	0,039

Tabelle 4: Nickel-Gehalte in Grünkohl (Beet)

Nickel [mg/kg FM]											
Grünkohl											
Messpunkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R	0,077	0,11	0,32	0,078	0,037	0,072	0,048	0,14			
2	0,083	0,089	0,22	0,052	0,044	0,11					
3	0,33	0,21	0,28	0,16	0,21	Ausfall	0,10	0,57	0,12	0,12	
4 R	0,051	0,099	0,18	0,044	0,049	0,11	0,040	0,10			
5	0,42	0,41	0,61	0,21	0,092	0,24	0,18	0,18	0,15	0,16	0,13
6	0,078	0,16	0,19	0,11	0,090	0,23	0,082	0,70	0,11	0,05	0,050
7	0,11	0,14	0,15	0,12	Ausfall						
8	0,67	0,18	0,50	0,46	0,13	0,15	0,10	0,31	0,096	0,131	0,107
9	0,38	0,34	0,30	0,31	0,60						
10 R	0,10	0,10	0,23	0,11	0,10	0,085	0,074	0,15			
11						0,18	0,095	0,31	0,12	Ausfall	0,06

Tabelle 5: Arsen-Gehalte in Grünkohl (Beet)

Arsen [mg/kg FM]											
Grünkohl											
Messpunkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R	0,022	0,018	0,023	0,024	0,006	0,011	0,0068	0,0092			
2	0,010	0,009	0,011	0,008	0,005	<0,003					
3	0,029	0,025	0,017	0,025	0,019	Ausfall	0,0095	0,018	0,015	0,015	
4 R	<0,0085	0,022	0,010	0,005	0,006	0,011	<0,0035	0,0040			
5	0,047	0,031	0,052	0,015	0,010	0,027	0,024	0,010	0,016	0,033	0,017
6	0,011	0,016	0,016	0,011	0,013	0,057	0,012	0,010	0,016	0,009	0,0095
7	0,014	0,014	0,014	0,011	Ausfall						
8	0,083	0,027	0,056	0,049	0,025	0,035	0,022	0,017			0,042
9	0,049	0,040	0,033	0,043	0,052				0,023	0,061	
10 R	0,017	0,020	0,020	0,025	0,022	0,028	0,0072	0,013			
11						0,041	0,019	0,020	0,046	Ausfall	0,012

Tabelle 6: Kupfer-Gehalte in Grünkohl (Beet)

Kupfer [mg/kg FM]											
Grünkohl											
Messpunkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R	0,54	0,88	0,65	0,78	0,42	0,49	0,70	0,79			
2	0,75	0,92	0,85	0,78	0,60	0,66					
3	2,7	1,8	1,5	1,5	1,3	Ausfall	1,0	1,9	1,2	1,2	
4 R	0,44	0,80	0,74	0,77	0,61	0,67	0,93	0,72			
5	5,6	4,3	6,9	2,3	1,1	2,7	2,7	2,0	1,8	2,5	1,6
6	0,88	1,5	1,4	1,1	0,84	1,8	1,3	1,1	0,96	0,93	0,70
7	0,83	1,4	1,9	0,97	Ausfall						
8	9,5	3,3	6,2	5,1	2,2	2,9	2,1	2,1	2,0	2,4	1,6
9	6,4	4,6	3,5	3,3	6,9						
10 R	1,2	0,99	1,2	1,0	0,84	0,91	0,69	0,77			
11						2,8	1,9	1,9	2,0	Ausfall	1,4

Tabelle 7: Zink-Gehalte in Grünkohl (Beet)

Zink [mg/kg FM]											
Grünkohl											
Messpunkt	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R	5,9	6,6	7,3	9,5	3,5	5,1	5,3	13			
2	3,1	5,3	4,1	4,4	3,5	6,7					
3	7,9	9,9	7,7	8,4	6,1	Ausfall	7,2	16	6,0	7,1	
4 R	3,8	5,2	4,6	5,9	4,8	6,6	8,5	7,2			
5	7,5	9,1	8,4	7,1	3,7	5,8	6,1	8,6	5,5	6,1	3,3
6	5,2	8,8	5,4	5,7	5,1	10	6,1	8,5	4,6	6,3	4,2
7	4,2	9,3	5,7	6,9	Ausfall						
8	10	8,6	11	10	5,6	5,6	6,9	12	6,7	9,6	6,9
9	6,5	12	12	9,5	37						
10 R	4,2	7,7	7,1	6,0	6,1	6,1	5,7	9,9			
11						8,7	6,5	8,2	5,1	Ausfall	5,8

Tabelle 8: Metall-Gehalte in Grünkohl (Container)

Grünkohl Container (ED 73) [mg/kg FM]											
Blei											
Messpunkt	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R											
2											
3									0,25	0,06	
4 R	0,037	0,031	0,089	0,038	0,032	0,073	0,037	0,033			
5		0,11	0,31	0,97	0,096	0,21	0,23	0,059	0,097	0,128	0,141
6									0,16	0,03	0,043
7											
8	0,77	0,18	0,20	0,29	0,22	0,34	0,18	0,14	0,10	0,24	0,26
9	1,0	0,12	0,08	0,16	0,62	0,29					
10 R											
11						0,11	0,17	0,086	0,29	0,14	0,11
Cadmium											
Messpunkt	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R											
2											
3									0,011	0,061	
4 R	0,011	0,0046	0,0076	0,011	0,0075	0,0082	0,0080	0,024			
5		0,011	0,012	0,018	0,012	0,012	0,0090	0,029	0,016	0,128	0,019
6									0,014	0,035	0,014
7											
8	0,033	0,012	0,011	0,015	0,012	0,013	0,010	0,029	0,018	0,238	0,008
9	0,042	0,0084	0,0086	0,0082	0,013	0,017					
10 R											
11						0,010	0,012	0,024	0,017	0,142	0,018
Chrom											
Messpunkt	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R											
2											
3											
4 R	0,037	0,107	0,065	0,073	0,059	0,069	<0,0043	<0,037	0,048	<0,028	
5		0,05	0,07	0,11	0,094	0,079	<0,0042	<0,037	0,050	<0,034	0,050
6									0,066	<0,029	0,03
7											
8	0,11	0,08	<0,043	0,06	0,04	<0,040	<0,0044	0,10	<0,031	<0,034	0,01
9	0,1	0,17	<0,037	0,12	0,12	0,071					
10 R											
11						0,05	0,06	0,059	0,04	<0,032	0,03
Nickel											
Messpunkt	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R											
2											
3									0,12	0,07	
4 R	0,092	0,18	0,080	0,18	0,14	0,16	0,10	0,12			
5		0,14	0,18	0,52	0,18	0,21	0,14	0,11	0,14	0,09	0,093
6									0,12	0,07	0,040
7											
8	0,33	0,15	0,14	0,27	0,22	0,36	0,15	0,18	0,18	0,12	0,09
9	0,37	0,19	0,079	0,56	0,41	0,29					
10 R											
11						0,250	0,12	0,10	0,16	0,10	0,09
Arsen											
Messpunkt	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R											
2											
3									0,011	0,007	
4 R	<0,009	<0,0031	0,005	<0,0036	0,0040	<0,004	<0,0043	0,0048			
5		0,011	0,017	0,037	0,0060	0,011	0,016	0,0075	0,010	0,015	0,014
6									0,014	0,005	0,0041
7											
8	0,035	0,013	0,021	0,020	0,015	0,044	0,020	0,017	0,017	0,060	0,048
9	0,042	0,0050	0,0088	0,0077	0,030	0,013					
10 R											
11						<0,004	0,012	0,011	0,031	0,019	0,014
Kupfer											
Messpunkt	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R											
2											
3									0,99	0,67	
4 R	0,61	0,40	0,85	0,55	0,49	0,56	0,73	0,61			
5		0,67	1,9	3,9	0,73	1,2	1,5	0,80	0,65	0,96	0,95
6									0,70	0,58	0,44
7											
8	3,2	0,89	1,5	1,7	1,2	1,9	1,3	1,1	0,80	1,21	1,03
9	4,7	0,89	0,81	0,88	3,1	1,6					
10 R											
11						0,89	1,00	0,68	1,14	1,13	0,63
Zink											
Messpunkt	2009*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 R											
2											
3									4,5	3,8	
4 R	3,9	2,4	0,9	5,2	3,0	4,5	4,6	5,0			
5		2,3	1,9	7,0	3,8	4,3	5,5	6,1	3,7	3,2	3,0
6									4,2	3,3	2,4
7											
8	5,9	2,4	1,5	5,8	4,8	4,8	5,3	6,4	3,7	3,1	2,3
9	6,6	2,7	0,8	4,4	4,1	5,1					
10 R											
11						3,3	5,1	4,3	3,8	3,6	2,9

8 Literatur

AGES (2015): Aufnahme von Arsen über Lebensmittel, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Juli 2015

Abrufbar unter: https://www.ages.at/download/0/0/7feebac4dfd5a9ff3512d2bf4fc8e3f1b70887b7/fileadmin/AGES2015/Themenbericht_Arsen_20151113.pdf

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

unter: http://www.bfr.bund.de/cm/350/verwendung_von_mineralstoffen_in_lebensmitteln_bfr_wissenschaft_4_2004.pdf

BfR (2012): Gesundheitliche Risiken durch Schwermetalle aus Spielzeug. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 034/2012 des BfR vom 10. August 2012. Abrufbar unter:

<http://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitsliche-risiken-durch-schwermetalle-aus-spielzeug.pdf>

BfR (2014): Arsen in Reis und Reisprodukten. Stellungnahme Nr. 018/2015 des BfR vom 24.06.2014. Abrufbar unter: <http://www.bfr.bund.de/cm/343/arsen-in-reis-und-reisprodukten.pdf>

DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung)(2019a): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr: Kupfer, Mangan, Chrom, Molybdän.

<https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/kupfer-mangan-chrom-molybdaen/> [aufgerufen am 05.02.2019]

DGE (2019b): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Empfohlene Zufuhr: Zink

<https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/zink/> [aufgerufen am 05.02.2019]

EFSA (European Food Safety Authority) (2008): Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance copper compounds. EFSA Journal 2008;6(10):RN-187, 101 pp.<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.187r>. Abrufbar unter:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.187r/epdf>

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.

Abrufbar unter: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1351/epdf>

EFSA (2014a): 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), Parma, Italy, EFSA Journal (2014); 12(3):3595. Abrufbar unter:

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2009.1351/epdf>

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

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2014.3597/epdf>

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.
Abrufbar unter: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2015.4002/epdf>

EFSA (2018): Overview on Tolerable Upper Intake Levels as derived by the Scientific Committee on Food (SCF) and the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) - version 4 (September 2018)

Abrufbar unter: https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/UL_Summary_tables.pdf

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

MRI (Max Rubner Institut) (2008): Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht, Teil 2, Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen. Aufrufbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/NVS_ErgebnisberichtTeil2.pdf?blob=publicationFile

VDI 3857 Blatt 2 (2020): Beurteilungswerte für immissionsbedingte Stoffanreicherungen in standardisierten Graskulturen: Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte ausgewählter anorganischer Luftverunreinigungen, Entwurf, KRdL 2020

Verordnung (EU) Nr. 488/2014 der Kommission vom 12. Mai 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Cadmium in Lebensmitteln

Verordnung (EU) 2015/1005 der Kommission vom 25. Juni 2015 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Blei in bestimmten Lebensmitteln