



Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Stolberg

2016

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen Wallneyer Straße 6 45133 Essen Recklinghausen (19. Juli 2017)
Autor	Jürgen Schmidt juergen.schmidt@lanuv.nrw.de 0201 – 7995-1236
Mitwirkende	Dr. Ralf Both, Marcel Buss, Dr. Katja Hombrecher, Alexandra Müller-Uebachs, Mario Rendina (alle FB 31), Udo van Hauten (FB 32), FB 32 (Bewertung von Schadstoffen in Böden), 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 Tafeln 177 bis 179

Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Methodik.....	5
3	Ergebnisse der Pflanzen- und Bodenuntersuchungen	6
3.1	Arsen-Gehalte	7
3.2	Blei-Gehalte	9
3.3	Cadmium-Gehalte	11
3.4	Chrom-Gehalte.....	14
3.5	Kupfer-Gehalte.....	16
3.6	Nickel-Gehalte.....	17
3.7	Zink-Gehalte	19
4	Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse	21
4.1	Arsen-Belastung.....	21
4.2	Blei-Belastung.....	23
4.3	Cadmium-Belastung.....	23
4.4	Chrom-Belastung	24
4.5	Kupfer-Belastung	24
4.6	Nickel-Belastung	25
4.7	Zink-Belastung	25
5	Fazit	26
6	Zusammenfassung	28
7	Weitere Vorgehensweise	29
8	Anlage	30
9	Literatur	34

1 Einleitung

Die Schwermetallbelastung von Nahrungspflanzen in Stolberg wurde bereits in den 1980-1990er Jahren ausführlich untersucht. Im Jahr 1982 hat die Stadt Stolberg wegen überhöhter Blei- und Cadmiumgehalte eine Anbauempfehlung für Obst und Gemüse herausgegeben. Die Empfehlung wurde 1990 durch eine Anbau- und Verzehrempfehlung für schwermetallbelastete Gärten durch die Stadt Stolberg, in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstwirtschaft sowie dem Regierungspräsidenten Köln überarbeitet und in 2011 aktualisiert.

Die für den Schadstoffausstoß früherer Jahre mitverantwortliche Firma Berzelius hat in den zurückliegenden Jahren mehrere emissionsmindernde Maßnahmen umgesetzt. Gemäß der Zielvereinbarung 2015 mit dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) sollte das LANUV im Jahr 2015 eine Untersuchung von Nahrungspflanzen in Stolberg durchführen, um die aktuelle Situation zu überprüfen.

Die Auswertung der 2015er Ergebnisse zeigte erwartungsgemäß Schwermetallimmissionen mit plausiblen Gradienten. An zwei Messpunkten ergaben sich offensichtlich aufgrund einer Vertauschung von Proben bei der Probenahme Unplausibilitäten (s. LANUV-Bericht vom 29.02.2016). Das LANUV hat im Jahr 2016 deshalb eine Wiederholung der Untersuchungsreihe durchgeführt.

Im Folgenden werden kurz die Untersuchungsmethodik des LANUV und die untersuchten Messpunkte vorgestellt; anschließend wird detailliert auf die Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen und deren Bewertung aus dem Jahr 2016 eingegangen.

Im Jahr 1988 hat die Vorgängerinstitution des LANUV (LÖLF) bereits bei einem Untersuchungsprogramm zum Transfer von Schwermetallen aus dem Boden in Gemüsepflanzen auch Untersuchungen von Blei, Cadmium und Zink in Grünkohl im Stadtgebiet Stolberg durchgeführt. Die damaligen Messpunkte sind mit den aktuellen nicht identisch. Im Folgenden wird zum Vergleich nur auf die Messpunkte eingegangen, für die zumindest eine räumliche Nähe gegeben ist: Der aktuelle Messpunkt (MP) 1 an der Ritzefeldstraße wird dem ca. 350 Meter nordnordöstlich entfernt liegenden 1988er Messpunkt Schulstraße und der Mittelwert der aktuellen Messpunkte 3 (Tulpenweg) und 5 (Josefstraße) dem ca. 250 Meter nördlich entfernt liegenden 1988er Messpunkt A sternweg gegenüber gestellt.

2 Methodik

An sieben Messpunkten (1, 2, 3, 4, 5, 9, 10) wurden vom 17. August bis 9. November 2016 jeweils fünf Grünkohlpflanzen in Pflanzcontainern, befüllt mit Einheitserde ED 73, exponiert; weiterhin wurden im gleichen Zeitraum je zehn Grünkohlpflanzen in Beeten von ca. 3 m² Ausdehnung exponiert. Die vermuteten Emittenten, z. B. die Firmen Aurubis und Berzelius, liegen im südlichen Stadtgebiet von Stolberg in Tallage. Der Messpunkt 10 liegt südlich direkt angrenzend an die Werksgebiete, der Messpunkt 1 ca. 1.000 Meter nördlich der Werke und, bedingt durch die Tallage der o. g. Firmen, in dessen Hauptwindrichtung.

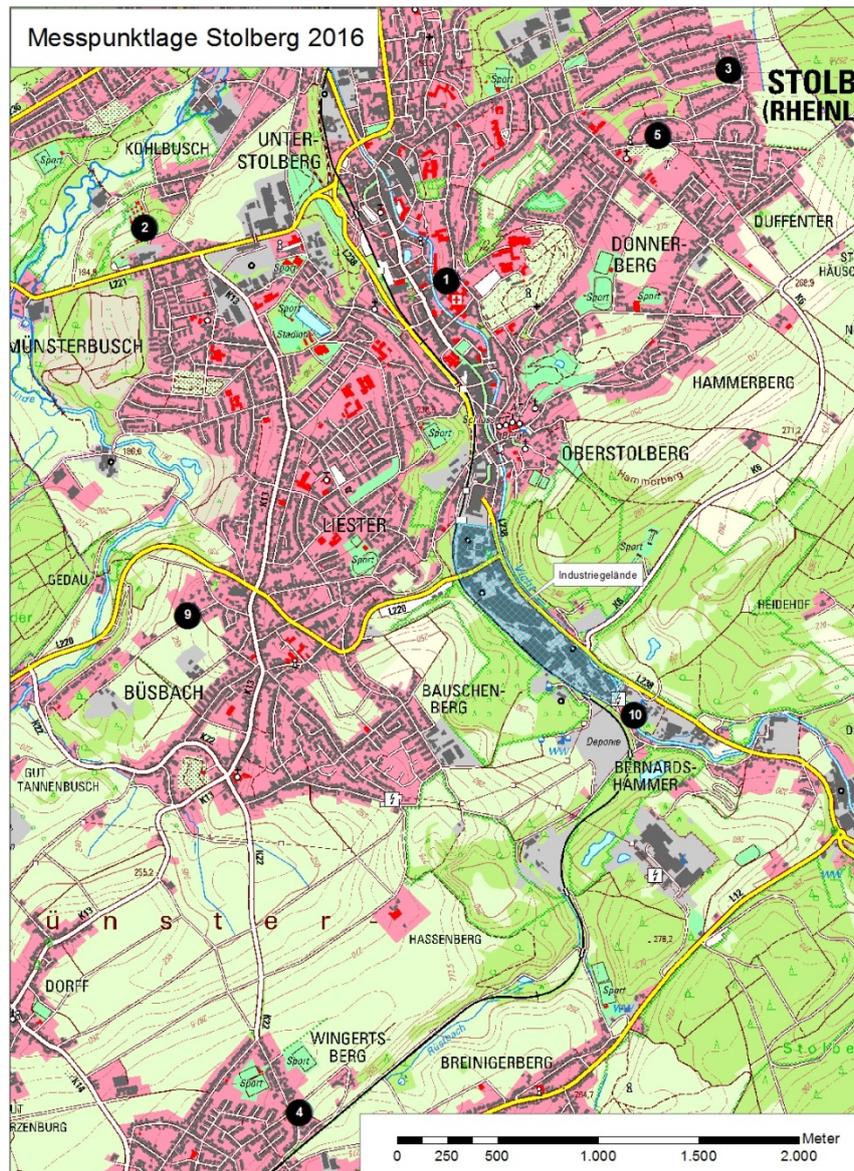


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten 2016

Die Messpunkte 3 und 5 liegen ca. 2.000 Meter nordöstlich des Werkes, die Messpunkte 2 und 4 entgegengesetzt in nordwestlicher und südwestlicher Richtung, Entfernung ca. 2.000 und 3.000 Meter (s. Abbildung 1). Bei Messpunkt 9 (ca. 1.000 Meter westlich der Werke) war aufgrund von Fraßschäden an den Grünkohlpflanzen im Beet keine Probenahme möglich.

Die Beete wurden umgegraben und erhielten eine Grunddüngung. Bei der Ernte am 9. November 2016 durch das LANUV wurden pro Beet ca. sechs Pflanzen zu einer Probe zusammengefasst und pro Container vier Pflanzen für die Probenahme ausgewählt. Die weiteren Arbeiten wurden durch die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LUFA NRW) in Münster durchgeführt: Das in Alufolie verpackte Probengut wurde gekühlt durch die LUFA abgeholt; in Münster erfolgte anschließend die küchenfertige Aufarbeitung des Gemüses zu einer homogenen Mischprobe je Messpunkt. Nach der Trocknung im Trockenschrank bei 70°C bis zur Gewichtskonstanz wurde das Probengut in einer nickel- und chromfreien Mühle vermahlen. Im LUFA-Labor wurden abschließend die Analysen auf Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink durchgeführt.

3 Ergebnisse der Pflanzen- und Bodenuntersuchungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Grünkohlexposition aus dem Jahr 2016 für jeden der untersuchten Schadstoffe beschrieben und mit der Hintergrundbelastung in NRW verglichen. Die Werte der Hintergrundbelastung für die einzelnen Schadstoffe basieren auf einer Auswertung von Messdaten aus dem Wirkungsdauermessprogramm NRW (WDMP); dargestellt werden das 50. und das 95. Perzentil der Gehalte in Grünkohl von zehn verschiedenen Hintergrundstationen aus dem 10-Jahreszeitraum von 2007 bis 2016 (s. LANUV-Fachbericht 61, 2015). Messwerte, erhoben an Containerpflanzen, die das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung überschreiten, werden als Hinweis auf eine erhöhte anlagenbedingte Immissionsbelastung durch den untersuchten Schadstoff gewertet. Zusätzlich wurden für Blei bzw. Cadmium die in der EU zulässigen Höchstgehalte in Blatt- und Kohlgemüse im Falle des Inverkehrbringens als Beurteilungsmaßstab herangezogen (Verordnungen (EU) 2015/1005 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bzw. Nr. 488/2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006).

Zu den Schwermetallen Blei, Cadmium und Zink erfolgt zusätzlich eine Gegenüberstellung mit 1988 analysierten Gehalten in Grünkohl, die im Beet exponiert waren.

Um einen möglichen Eintrag von Schadstoffen über belasteten Boden in die Nahrungspflanzen abzuschätzen, werden auch die Bodenbelastungen, die im Jahr 2015 ermittelt wurden, dargestellt und mit den Pflanzengehalten der im Beet exponierten Pflanzen verglichen. Die in den Gartenbeeten ermittelten Bodenbelastungen werden zusätzlich mit den Hintergrundwerten für NRW (ermittelt im Jahr 2013) verglichen.

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

3.1 Arsen-Gehalte

Die im Jahr 2016 ermittelten Arsen-Gehalte sind in Abbildung 2 und Tabelle 4 der Anlage dargestellt. Für Grünkohl/Beet liegen die Gehalte zwischen 0,0052 (MP 3) und 0,059 mg/kg Frischmasse/FM (MP 10). Die Gehalte für Grünkohl/Container liegen mit Werten zwischen 0,0042 mg/kg FM (MP 3) und 0,046 mg/kg FM (MP 10) leicht niedriger als die Gehalte im Grünkohl/Beet, zum Teil sogar nur im Bereich der Verfahrensstreuung von 0,0012 mg/kg FM. Die Grünkohlpflanzen am räumlich den vermuteten Emittenten nächsten Messpunkt 10 und der in Windrichtung nächstliegende Messpunkt 1 weisen sowohl bei den Beet- als auch bei den Containerpflanzen die höchsten Werte auf. Das 50. Perzentil der Hintergrundbelastung (0,0036 mg/kg FM) wird an allen Messpunkten Grünkohl/Container überschritten; das 95. Perzentil (0,0092 mg/kg FM) an den Messpunkten Grünkohl/Container 1, 9 und 10.

Die 2015 ermittelten Gesamtgehalte an Arsen an den Messpunkten in den Gartenböden streuen mit Werten zwischen 7,5 (MP 2), 38,1 mg/kg (MP 1) und 88 mg/kg Trockenmasse (TM) am Messpunkt 10 in dem für Gartenböden in Stolberg zu erwartenden Bereich. Die übrigen Messpunkte liegen deutlich darunter (s. Tabelle 1 der Anlage). Die Durchschnittswerte für Gartenböden ländlicher Bereiche in NRW aus dem Jahr 2013 liegen zwischen 8,0 (50. Perzentil) und 30,5 mg/kg TM (90. Perzentil). Der Prüfwert der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) für Nutzgärten im Wirkungspfad Boden-Pflanze von 200 mg/kg wird aber weit unterschritten.

Der pflanzenverfügbare Anteil an Arsen im Gartenboden (s. Tabelle 2 der Anlage) an den Messpunkten 1 und 10 liegt mit 62,3 und 84,8 µg/kg TM deutlich über den Werten an den übrigen Messpunkten (22,2 bis 37,7 µg/kg TM). Hierfür existieren keine entsprechenden Beurteilungswerte, die gemessenen Konzentrationen liegen aber stets weit unter 0,1 mg/kg TM. Hilfsweise kann der Prüfwert der BBodSchV für Ackerflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen (0,4 mg/kg) herangezogen werden; dieser Wert wird in allen Fällen weit unterschritten. Der Arsen-Prüfwert der BBodSchV für den Direktpfad (orale Bodenaufnahme) für Kinderspielflächen in Höhe von 25 mg/kg wird am Messpunkt 1 und der für diesen Wirkungspfad anzuwendende Prüfwert für Wohngebiete in Höhe von 50 mg/kg am Messpunkt 10 überschritten.

Die Daten der Pflanzen- und Bodenuntersuchungen weisen darauf hin, dass an den werksnahen Messpunkten 1 und 10 ein Eintrag über den Luftpfad dominiert. Zudem ist hier ein zusätzlicher Eintrag über den Boden (Verschmutzung) anzunehmen, da sich die Gehalte an Arsen in den Proben Grünkohl/Beet und Grünkohl/Container signifikant unterscheiden und zugleich die Bodengehalte an diesem Element sehr hoch sind.

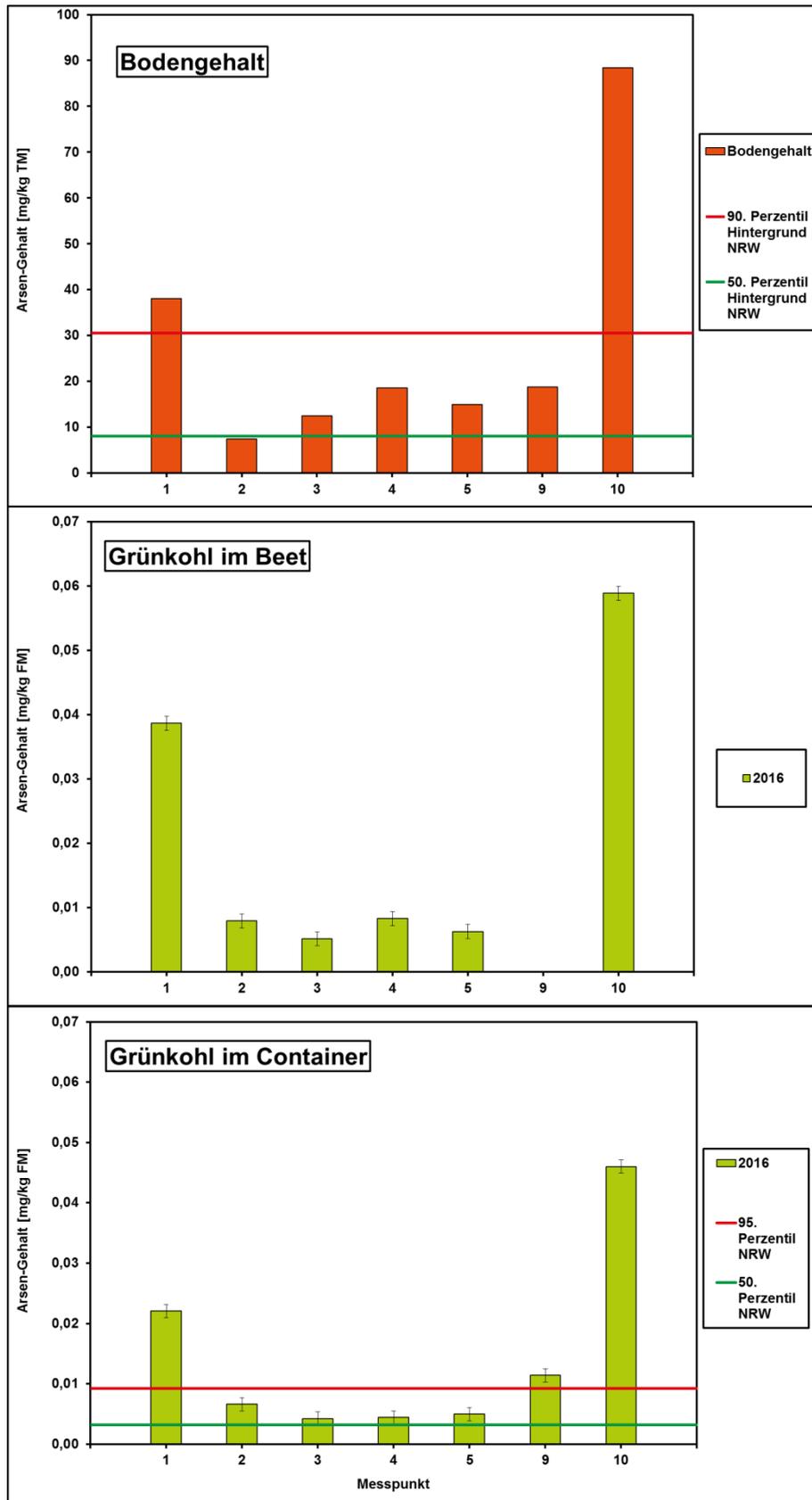


Abbildung 2: Arsen-Gehalte im Boden [mg/kg TM], Grünkohl im Beet und Grünkohl im Container [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit des Messverfahrens] an den Messpunkten in Stolberg, Hintergrundgehalte in NRW für Boden und Grünkohl

3.2 Blei-Gehalte

Die im Jahr 2016 ermittelten Blei-Gehalte sind in Abbildung 3 und Tabelle 5 der Anlage dargestellt. Die Gehalte Grünkohl/Beet betragen zwischen 0,094 (MP 3) und 1,7 mg/kg FM (MP 10). Im Vergleich dazu liegen die Blei-Gehalte für Grünkohl/Container mit Werten zwischen 0,039 (MP 3) und 1,5 mg/kg FM (MP 10) jeweils niedriger. Das 50. Perzentil der Hintergrundbelastung (0,018 mg/kg FM) wird an allen Messpunkten überschritten. In fünf Fällen wird auch das 95. Perzentil (0,056 mg/kg FM) überschritten. Der direkt an den o. g. Werken liegende Messpunkt 10 übertrifft das 95. Perzentil mit 1,53 mg/kg FM sogar erheblich. Der in der EU zulässige Höchstgehalt für Blei in Blatt- und Kohlgemüse von 0,30 mg/kg FM (Verordnung [EU] 2015/1005 zur Änderung der Verordnung [EG] Nr. 1881/2006) wird im Grünkohl/Beet an diesem Messpunkt 10 sowie am Messpunkt 1 (1,1 mg/kg FM) überschritten.

Die aktuellen Einträge weisen darauf hin, dass an den Messpunkten 1 und 10 ein relevanter Eintrag von Blei über den Luftpfad erfolgt, der zu einer Überschreitung des EU-Höchstgehaltes führt.

Die Gesamtgehalte an Blei in den untersuchten Gartenböden an den Messpunkten (102 bis 3.150 mg/kg TM, s. Tabelle 1 der Anlage) liegen im Bereich des bekannt hohen Gehaltsniveaus für Stolberg. Der Prüfwert der BBodSchV für den Direktpfad (orale Bodenaufnahme) für Kinderspielflächen (200 mg/kg) wird mit Ausnahme des Messpunktes 2 in allen Gärten überschritten. Der Prüfwert für Wohngebiete in Höhe von 400 mg/kg wird lediglich an den Messpunkten 2 und 3 unterschritten. An den Messpunkten 1 (1.860 mg/kg TM) und 10 (3.920 mg/kg TM) wird auch der Prüfwert für Park- und Freizeitflächen in Höhe von 1.000 mg/kg überschritten.

Die pflanzenverfügbaren Gehalte an Schadstoffen in den Gartenböden (s. Tabelle 2 der Anlage) überschreiten an den Messpunkten 1 und 10 mit Werten von 0,137 und 0,280 mg/kg den Prüfwert der BBodSchV für den Pfad Boden-Pflanze in Höhe von 0,1 mg/kg Boden.

Dies weist darauf hin, dass auch von einer Bleiaufnahme der Pflanzen über den Boden auszugehen ist.

Der in der Einleitung (s. Punkt 1.) beschriebene Vergleich der Bleigehalte in den Pflanzen aus den Jahren 1988 und 2016 zeigt keine einheitliche Tendenz. Es gibt aktuell sowohl höhere (z. B. an den Messpunkten 3 und 5) als auch geringere Messwerte (z. B. am MP 1). In der Untersuchung von 1988 wurden an mehreren Messpunkten in Grünkohlpflanzen aus Beeten Bleigehalte > 0,30 mg/kg FM ermittelt, die den aktuell geltenden EU-Höchstgehalt für Blei überschritten hätten. In der aktuellen Untersuchung wird dieser an den Messpunkten 1 und 10 überschritten.

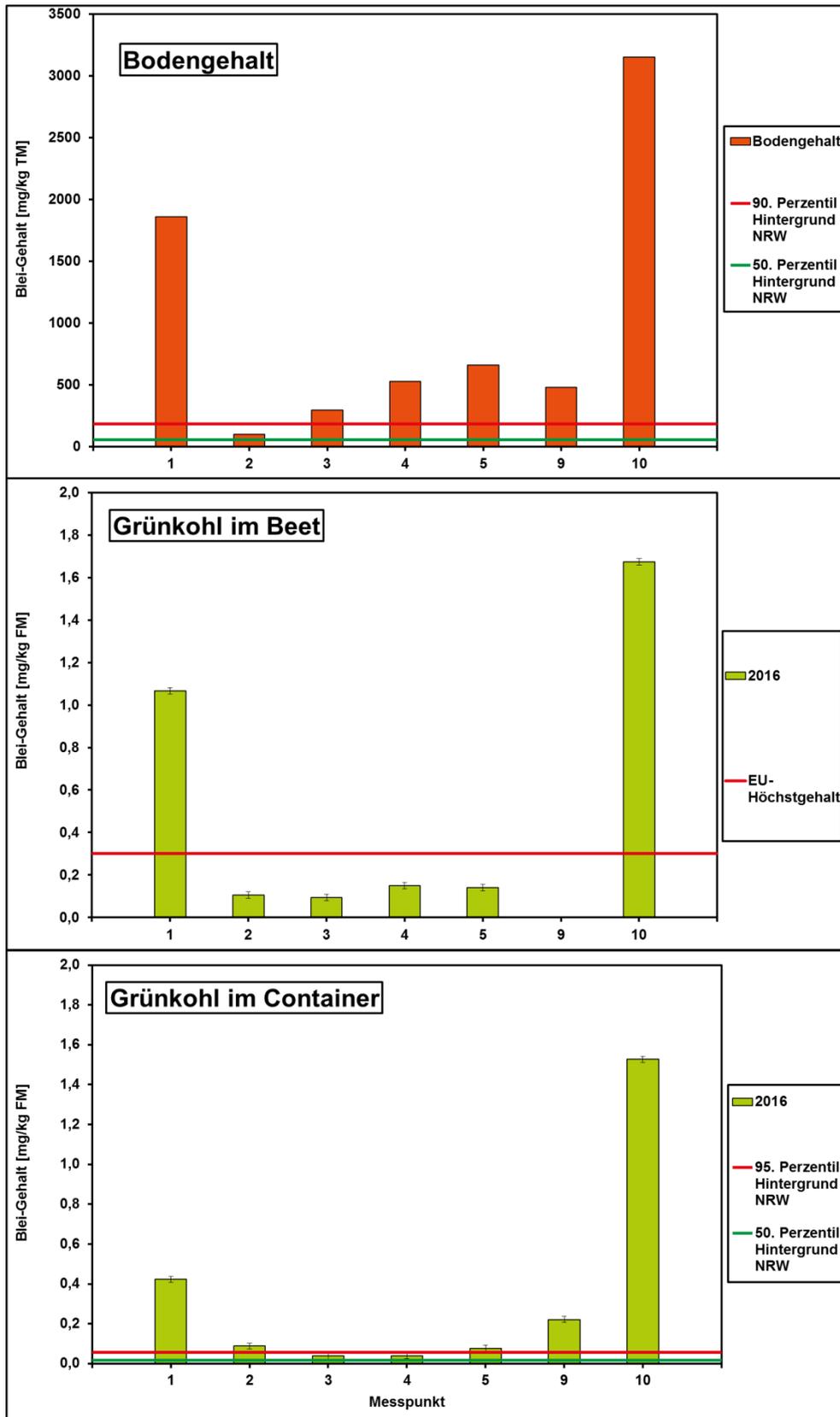


Abbildung 3: Blei-Gehalte im Boden [mg/kg TM], Grünkohl im Beet und Grünkohl im Container [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit des Messverfahrens] an den Messpunkten in Stolberg, Hintergrundgehalte in NRW für Boden und Grünkohl

3.3 Cadmium-Gehalte

Die im Jahr 2016 ermittelten Cadmium-Gehalte sind in Abbildung 4 und Tabelle 6 der Anlage aufgeführt. Die Werte Grünkohl/Beet liegen zwischen 0,052 (MP 2) und 1,1 mg/kg FM (MP 10). Die Cadmium-Gehalte für Grünkohl/Container liegen mit Werten zwischen 0,031 (MP 5) und 0,083 mg/kg FM (MP 10) weit unter denen für Grünkohl/Beet.

Der in der EU zulässige Höchstgehalt für Cadmium in Blatt- und Kohlgemüse von 0,20 mg/kg FM (Verordnung EU Nr. 488/2014 zur Änderung der Verordnung [EG] Nr. 1881/2006) wird bei Grünkohl/Beet am Messpunkt 10 (1,1 mg/kg FM), am Messpunkt 1 (0,53 mg/kg FM) und am Messpunkt 4 (0,22 mg/kg FM) überschritten.

Für Grünkohl/Container werden das 50. Perzentil (0,010 mg/kg FM) und auch das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung (0,018 mg/kg FM), wie bei Blei, in allen Fällen überschritten.

Die aktuellen Messwerte weisen darauf hin, dass neben der Aufnahme von Cadmium aus dem Boden an allen Messpunkten auch ein Eintrag von Cadmium über den Luftpfad erfolgt.

Die Gesamtgehalte an Cadmium in den Gartenböden (0,65 bis 28,5 mg/kg TM, s. Tabelle 1 der Anlage) liegen in Stolberg an allen Messpunkten im Bereich des aus einer Vielzahl von Untersuchungen bereits bekannten, z. T. sehr hohen Gehaltsniveaus. Der Prüfwert der BBodSchV für den Direktpfad (orale Bodenaufnahme) für Kinderspielflächen in Höhe von 10 mg/kg wird am Messpunkt 1 und der für diesen Wirkungspfad anzuwendende Prüfwert für Wohngebiete in Höhe von 20 mg/kg am Messpunkt 10 überschritten. Der Prüfwert für Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, in Höhe von 2,0 mg/kg wird – mit Ausnahme der Messpunkte 2 und 3 – in allen Gärten überschritten.

Auch die bodenschutzrechtlichen Maßnahmenwerte für Cadmium im Pfad Boden-Pflanze werden an den Messpunkten 1 (pflanzenverfügbarer Gehalt 120 µg/kg TM, s. Tabelle 2 der Anlage) und 10 (pflanzenverfügbarer Gehalt 280 µg/kg TM, s. Tabelle 2 der Anlage) überschritten. Dies gilt sowohl für den für stark cadmiumanreichernde Pflanzen geltende Maßnahmenwert von 0,04 mg/kg als auch für den ansonsten geltenden Maßnahmenwert von 0,10 mg/kg. Die zuständige Untere Bodenschutzbehörde ist über die Stadt Stolberg über diesen Befund im April 2016 unterrichtet worden.

Die bodenschutzrechtlichen Maßnahmenwerte für Cadmium im Pfad Boden-Pflanze beziehen sich auf die sogenannte „mobile“, NH_4NO_3 -extrahierbare Schwermetallfraktion, da die statistische Auswertung vorliegender Daten ergeben hatte, dass zwischen der mobilen Schwermetallfraktion im Boden und den zu erwartenden Schwermetallgehalten in Pflanzen enge Zusammenhänge bestehen. Allerdings bestehen auch zwischen dem Gesamtschwermetallgehalt und der mobilen Schwermetallfraktion in Böden mathematisch-statistisch be-

schreibbare Zusammenhänge, die von Zusammensetzung und Eigenschaften der Böden abhängig sind. Als mobilitätsbestimmender Faktor von herausragender Bedeutung ist dabei der pH-Wert des Bodens hervorzuheben.

Die Cadmiumgehalte Grünkohl/Beet liegen deutlich über denen von Grünkohl/Container. In Verbindung mit den hohen Cadmiumgehalten in den untersuchten Gartenböden ist davon auszugehen, dass ein relevanter Eintrag in die Pflanzen über den Boden (systemisch) vorliegt.

Der in der Einleitung (s. Punkt 1.) beschriebene Vergleich der Cadmiumgehalte in den Pflanzen aus den Jahren 1988 und 2016 zeigt keine einheitliche Tendenz. Es gibt aktuell sowohl höhere (z. B. an den Messpunkten 3 und 5) als auch geringere Messwerte (z. B. am MP 1). In der Untersuchung von 1988 wurde an keinem Messpunkt ein Cadmiumgehalt $> 0,20$ mg/kg FM ermittelt, der den aktuell geltenden EU-Höchstgehalt für Cadmium überschritten hätte. In der aktuellen Untersuchung wird dieser an den Messpunkten 1, 4 und 10 überschritten.

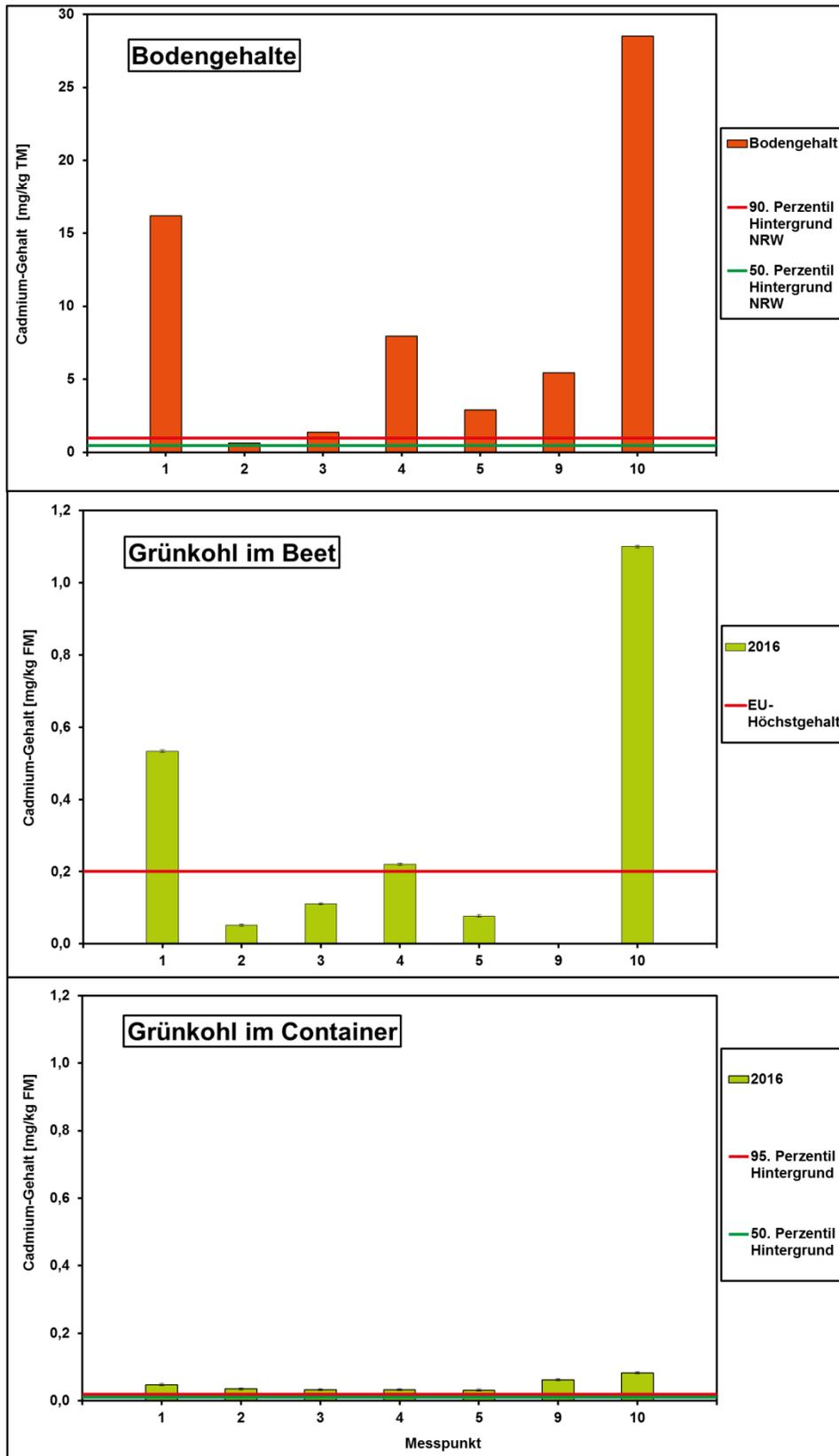


Abbildung 4: Cadmium-Gehalte im Boden [mg/kg TM], Grünkohl im Beet und Grünkohl im Container [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit des Messverfahrens] an den Messpunkten in Stolberg, Hintergrundgehalte in NRW für Boden und Grünkohl

3.4 Chrom-Gehalte

In den Pflanzenproben wurde der $\text{Chrom}_{\text{gesamt}}$ -Gehalt ermittelt, welcher in der Pflanze dem Gehalt an Chrom (III) entspricht. Die im Jahr 2016 ermittelten Gehalte sind in Abbildung 5 und Tabelle 7 der Anlage aufgeführt. Für Grünkohl/Beet betragen sie zwischen 0,061 (MP 5) und 0,16 mg/kg FM (MP 3). Die Chrom-Gehalte für Grünkohl/Container liegen zwischen 0,040 (MP 3) und 0,13 mg/kg FM (MP 9) und damit auf ähnlichem Niveau. Das 50. Perzentil (0,020 mg/kg FM) wird an allen Messpunkten Grünkohl/Container überschritten; das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung (0,12 mg/kg FM) wird am Messpunkt 9 (0,13 mg/kg FM) im Grünkohl/Container überschritten.

Im Gegensatz zu den zuvor behandelten Schadstoffen liegen die Gesamtgehalte an Chrom in Gartenböden an den Messpunkten in Stolberg (s. Tabelle 1 der Anlage) auf dem Niveau der landesweiten Hintergrundgehalte für Gartenböden ländlicher Bereiche (Chrom: 50. Perzentil = 21 mg/kg – 90. Perzentil = 35 mg/kg). Der Prüfwert für den Direktpfad wird nicht erreicht. Für pflanzenverfügbare Chromgehalte in Gartenböden, die in den untersuchten Gärten in fünf von sieben Fällen unterhalb und in zwei Fällen knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze liegen (s. Tabelle 1 der Anlage), existieren keine Beurteilungswerte.

Das Zahlenmaterial weist auf keinen relevanten Eintrag in die Pflanzen über den Luftpfad hin, der auf die vermuteten Emittenten zurückgeführt werden könnte. Auch relevante Chrom-Einträge über den Bodenpfad sind in Stolberg unwahrscheinlich oder auszuschließen. Nicht erklärbar ist der höchste Chromwert am MP 9 im Grünkohl/Container, der für einen Eintrag über den Luftpfad sprechen würde. Die ca. 1.200 Meter in westlicher Richtung liegenden Emittenten scheinen hierfür nicht in Frage zu kommen.

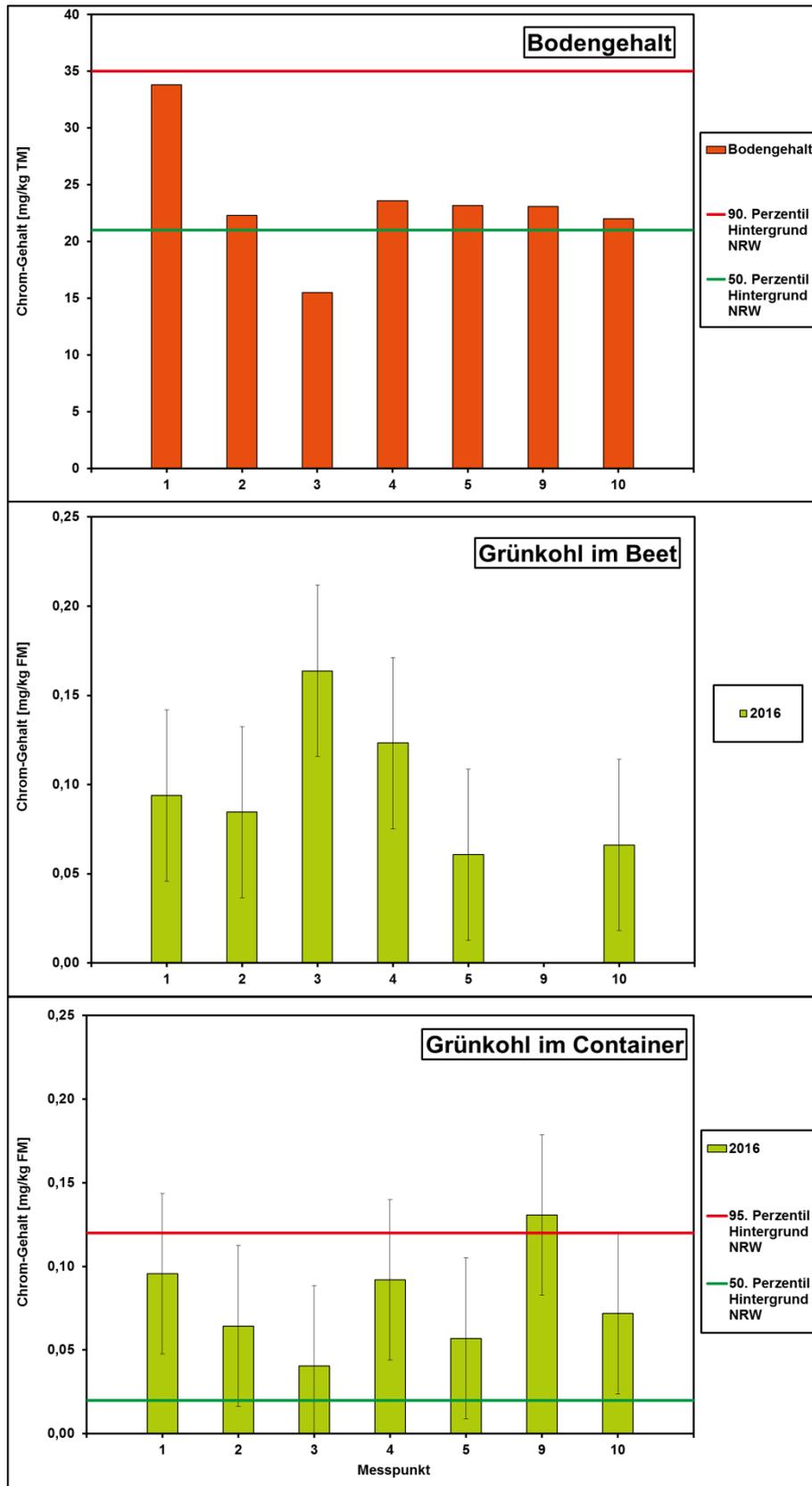


Abbildung 5: Chrom-Gehalte im Boden [mg/kg TM], Grünkohl im Beet und Grünkohl im Container [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit des Messverfahrens] an den Messpunkten in Stolberg, Hintergrundgehalte in NRW für Boden und Grünkohl

3.5 Kupfer-Gehalte

Die für das Jahr 2016 ermittelten Gehalte sind aus Abbildung 6 und Tabelle 8 der Anlage ersichtlich. Sie betragen bei Grünkohl/Beet zwischen 0,83 (MP 2) und 2,1 mg/kg FM (MP 1). Die Gehalte bei Grünkohl/Container liegen unter Berücksichtigung der Messunsicherheit (0,18 mg/kg FM) in vier Fällen (Messpunkte 2 bis 5) auf gleichem Niveau wie die Werte Grünkohl/Beet. An den Messpunkten 1 und 10 liegen die Werte im Grünkohl/Beet (2,1 bzw. 2,0 mg/kg FM) deutlich über denen im Grünkohl/Container (0,64 bzw. 0,88 mg/kg FM). Alle Werte im Grünkohl/Container liegen im Bereich des 50. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW (50. Perzentil = 0,64 mg/kg FM) und deutlich unterhalb des 95. Perzentils (1,1 mg/kg FM).

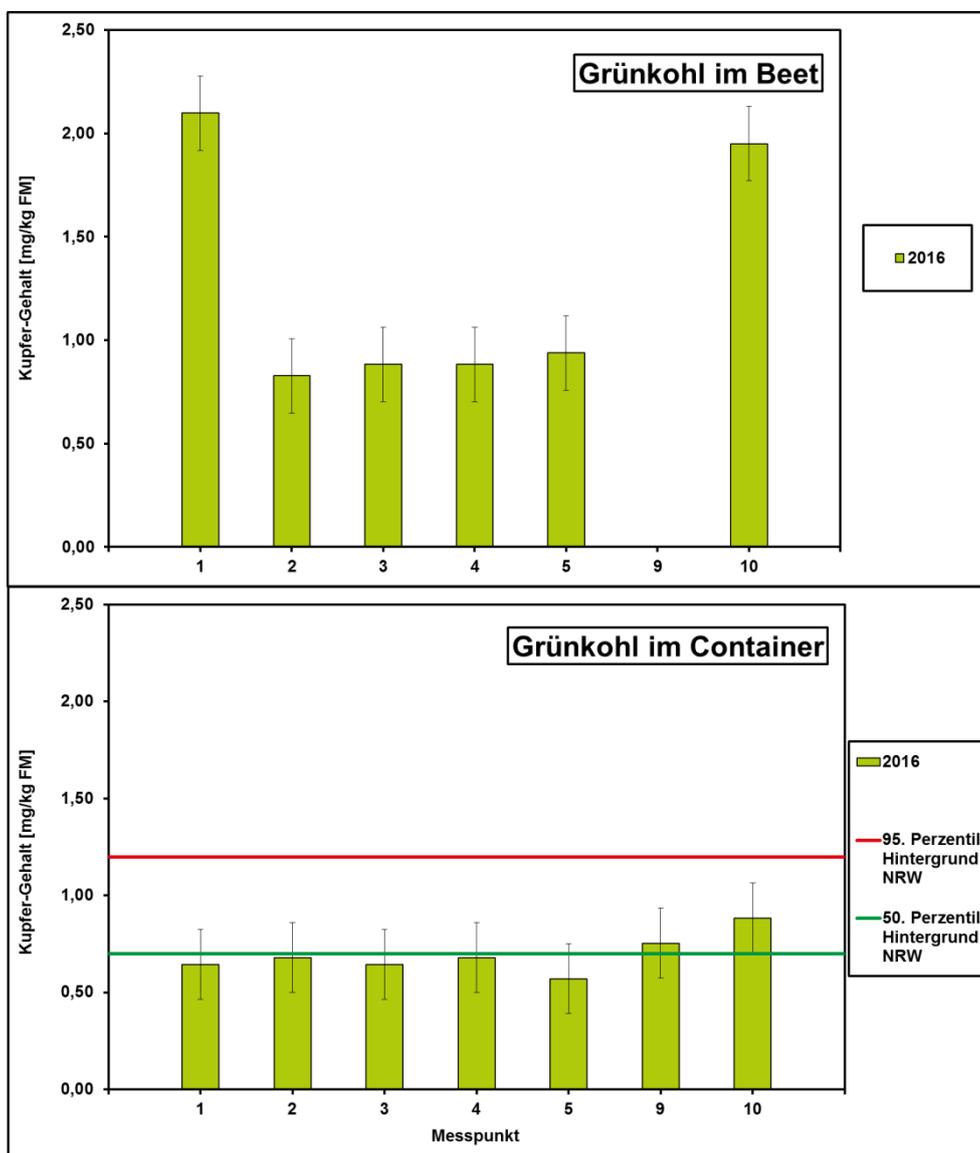


Abbildung 6: Kupfer-Gehalte in Grünkohl im Beet und Grünkohl im Container [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit des Messverfahrens] an den Messpunkten in Stolberg, Hintergrundgehalte in NRW für Grünkohl

3.6 Nickel-Gehalte

Die im Jahr 2016 ermittelten Nickel-Gehalte sind in Abbildung 7 und Tabelle 9 der Anlage aufgeführt. Sie betragen bei Grünkohl/Beet zwischen 0,094 (MP 5) und 0,29 mg/kg FM (MP 4). Die Gehalte für Grünkohl/Container bewegen sich auf ähnlichem, leicht niedrigerem Niveau mit Werten zwischen 0,068 mg/kg FM (MP 5) und 0,22 mg/kg FM (MP 9). Das 50. Perzentil der Hintergrundbelastung (0,078 mg/kg FM) wird im Grünkohl/Container an sechs der sieben Messpunkten Grünkohl/Container überschritten, das 95. Perzentil (0,20 mg/kg FM) nur am Messpunkt 9 Grünkohl/Container.

Die Gesamtgehalte an Nickel in den Gartenböden in Stolberg liegen an drei Messpunkten (s. Tabelle 1 der Anlage) mit Werten von 27,2 (MP 1), 42,3 (MP 4) und 42,0 mg/kg TM (MP 10) oberhalb der landesweiten Hintergrundgehalte für Gartenböden ländlicher Bereiche (Nickel: 50. Perzentil = 12 mg/kg – 90. Perzentil = 23 mg/kg). Der Prüfwert für den Direktpfad wird nicht erreicht. Die pflanzenverfügbaren Nickelgehalte (s. Tabelle 2 der Anlage) liegen mit Maximalwerten von 0,035 mg/kg Boden weit unterhalb des für Ackerflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kulturpflanzen anzuwendenden Prüfwertes von 1,5 mg/kg Boden.

Das Zahlenmaterial weist auf keinen relevanten Eintrag in die Pflanzen über den Luftpfad hin, der auf die vermuteten Emittenten zurückgeführt werden könnte. Allerdings finden relevante Nickel-Einträge über den Bodenpfad an den Messpunkten 1, 2, 4 und mit Einschränkung am Messpunkt 10 statt. Nicht erklärbar ist der Nickelgehalt am MP 9 im Grünkohl/Container, der für einen Eintrag über den Luftpfad sprechen würde. Die ca. 1.200 Meter in westlicher Richtung liegenden Emittenten scheinen hierfür aber nicht in Frage zu kommen. Leider fehlt aufgrund des Ausfalls der Beetpflanzen ein Vergleichswert, der eine Aussage zum Pfad Boden-Pflanze erlauben würde.

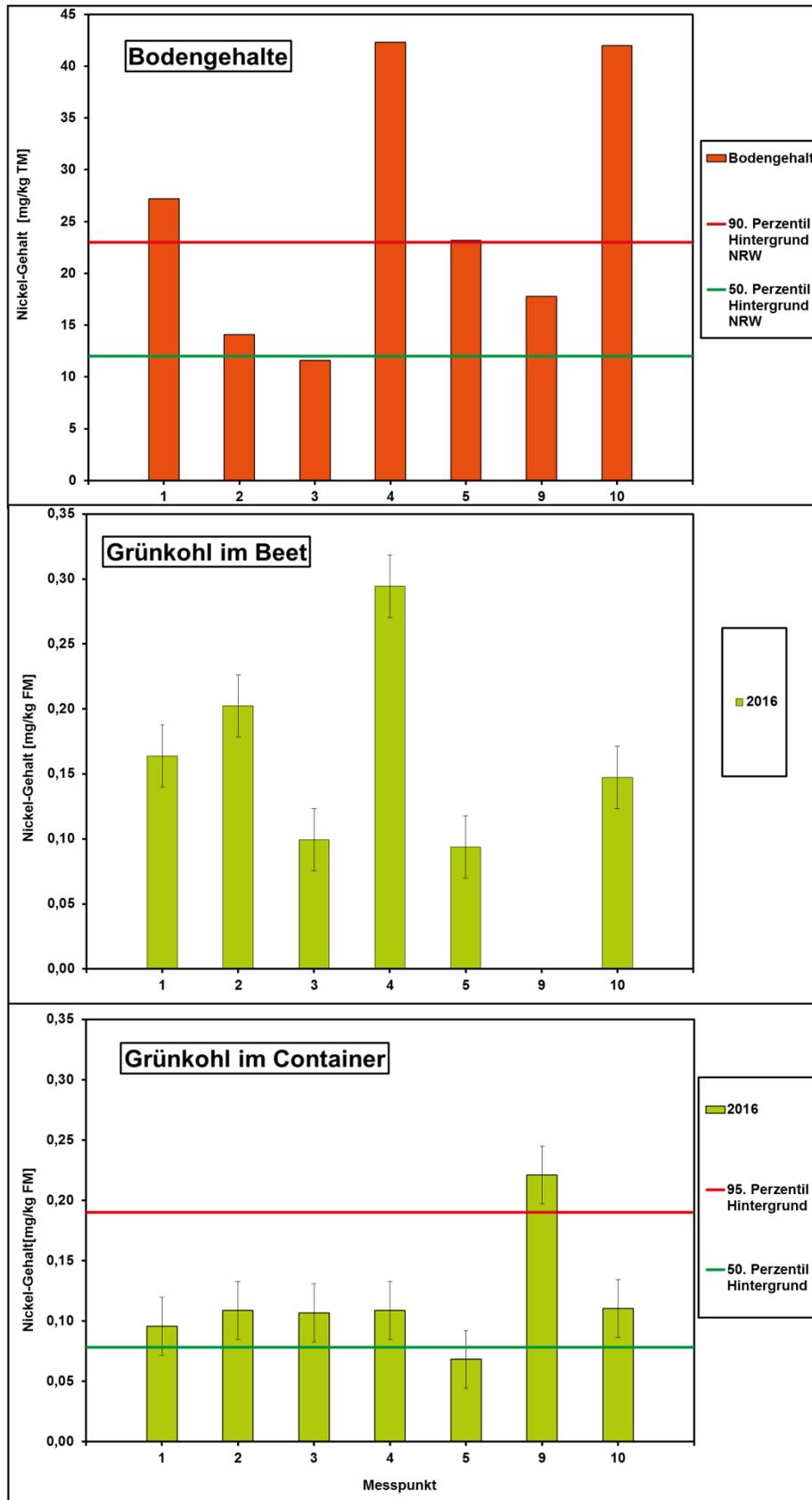


Abbildung 7: Nickel-Gehalte im Boden [mg/kg TM], Grünkohl im Beet und Grünkohl im Container [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit des Messverfahrens] an den Messpunkten in Stolberg, Hintergrundgehalte in NRW für Boden und Grünkohl

3.7 Zink-Gehalte

Die im Jahr 2016 ermittelten Gehalte sind in Abbildung 8 und Tabelle 10 der Anlage aufgeführt. Für Grünkohl/Beet wurden Werte zwischen 10 (Messpunkte 2 und 5) und 125 mg/kg FM (MP 1) analysiert. Demgegenüber sind die Zink-Gehalte für Grünkohl/Container in allen Fällen deutlich niedriger und liegen mit Werten zwischen 4,3 und 7,3 mg /kg FM zwischen dem 50. (3,3 mg/kg FM) und 95. Perzentil (5,2 mg/kg FM) bzw. leicht über dem 95. Perzentil. In zwei Fällen ist die Differenz zwischen Grünkohl/Container und Grünkohl/Beet erheblich: Messpunkt 1 – 5,9 mg/kg FM zu 125 mg/kg FM und Messpunkt 10 – 6,0 mg/kg FM zu 56 mg/kg FM.

Die Gesamtgehalte von Zink in den Gartenböden an den Messpunkten in Stolberg (siehe Tabelle 1 der Anlage) liegen mit 298 (MP 3) bis 1.950, 3.830 und 3.920 mg/kg TM (Messpunkte 4, 1 und 10) in allen Fällen über den Durchschnittswerten für Gartenböden ländlicher Bereiche NRW (50. Perzentil – 100, 90. Perzentil – 223 mg/kg TM). Zink – wie auch Blei und Cadmium – ist geogen bedingt in Böden im Raum Stolberg in erhöhter Konzentration vorhanden. Bergbauliche Aktivitäten haben diese Konzentrationen weiter gesteigert. Der pflanzenverfügbare Anteil (s. Tabelle 2 der Anlage) am Messpunkt 1 beträgt 6.870 µg/kg TM; für den Messpunkt 10 lautet der Wert 2.600 µg/kg TM.

Die sehr hohen Bodengehalte an Zink spiegeln sich in den Zink-Gehalten der Grünkohl-Beet-Pflanzen an den beiden Messpunkten 1 und 10 wider. In abgeschwächter Form gilt diese Aussage auch für den Messpunkt 4. Da die Werte der Containerpflanzen im Bereich des 95. Perzentils bzw. nur geringfügig oberhalb liegen, ist 2016 von keinem bzw. nur von einem geringfügigen Eintrag über den Luftpfad auszugehen.

Der in der Einleitung (s. Punkt 1.) beschriebene Vergleich der Zinkgehalte in den Pflanzen aus den Jahren 1988 und 2016 zeigt am MP1 aktuell einen deutlich höheren Wert von 125 mg/kg FM gegenüber 12 mg/kg FM 1988. An den Messpunkten 3 und 5 wurde dagegen ein Wert in etwa der gleichen Größenordnung wie 1988 ermittelt.

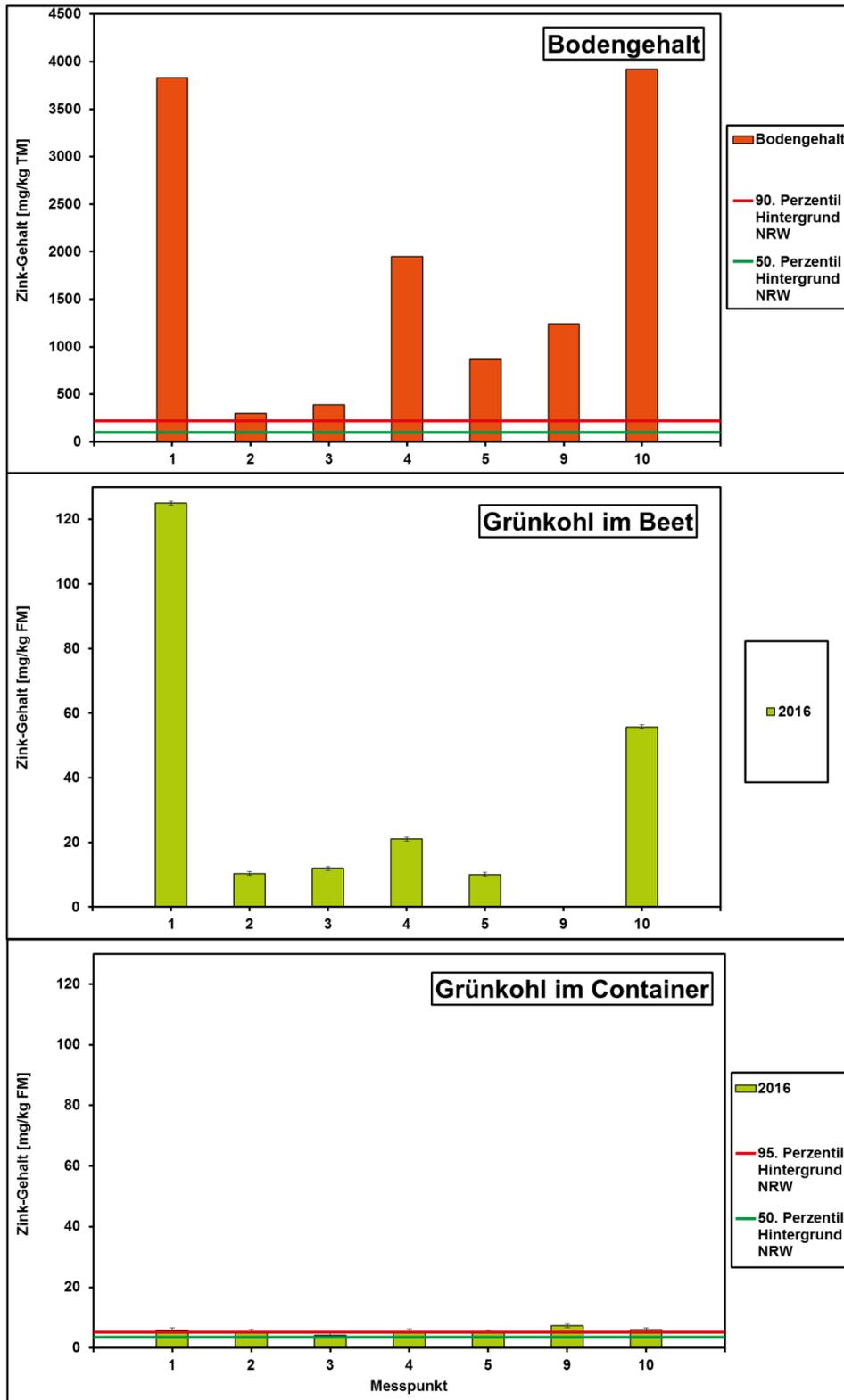


Abbildung 8: Zink-Gehalte im Boden [mg/kg TM], Grünkohl im Beet und Grünkohl im Container [mg/kg FM; inkl. Standardunsicherheit des Messverfahrens] an den Messpunkten in Stolberg, Hintergrundgehalte in NRW für Boden und Grünkohl

4 Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse

Im vorliegenden Fall werden wie bisher als Konvention bei der Berechnung 250 g Grünkohl pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrtes Gemüse - aus den hier beprobten Beeten und ein durchschnittliches Körpergewicht 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 Arsen-Belastung

2009 leitete die EFSA (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit) 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 Wirkendpunkte 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 der MOE handelt es sich um das Verhältnis zwischen der aus epidemiologischen Studien ermittelten Dosis (Referenzpunkt – BMDL¹) und der Exposition der Verbraucherinnen und Verbraucher. Bei dieser Dosis wird ein vordefinierter geringfügiger, jedoch messbarer negativer gesundheitlicher Effekt in Tierversuchen oder auch beim Menschen ausgelöst. Für die Risikocharakterisierung und die Kalkulation des MOE für Arsen soll nach EFSA (2009) der Bereich von 0,3 bis 8 µg/kg KG/Tag 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 (Stellungnahme Nr. 034/2012 des BfR vom 10. August 2012).

Die mittlere Aufnahme von anorganischem Arsen über den allgemeinen Warenkorb liegt laut EFSA (2014) für erwachsene Personen in Deutschland zwischen 0,11 und 0,31 µg/kg KG/d (untere Grenze (LB) und obere Grenze (UB))² und damit im Bereich der BMDL₀₁-Werte von

¹ Unter Berücksichtigung eines Konfidenzbereichs wird die Benchmark-Dosis der unteren Konfidenzgrenze (BMDL; benchmark dose lower confidence limit) als solcher Referenzpunkt herangezogen.

² EFSA Journal 2014; 12(3):3597: Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population, European Food Safety Authority, 2014, S 46; 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

0,3 bis 8 µg/kg KG/d. Im Jahr 2009 lag die mittlere Aufnahme von anorganischem Arsen über den allgemeinen Warenkorb in Europa laut EFSA zwischen 0,13 – 0,56 µg/kg KG/d. Infolge dessen kam 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 die Bewertung der Arsenbelastungen der hier untersuchten Grünkohlproben und die Ableitung einer Verzehrempfehlung auf Basis des MOE-Ansatzes als nicht zielführend angesehen.

Um trotzdem eine Einordnung bei Verzehr des Gemüses aus Stolberg vorzunehmen, wird im Folgenden ein Vergleich der hier untersuchten Grünkohlproben mit im Handel erhältlichen Nahrungspflanzen angestellt.

Die zu bewertenden Arsengehalte in den Grünkohlpflanzen liegen zwischen 0,0052 mg/kg FM am Messpunkt 3 und 0,059 mg/kg FM am Messpunkt 10.

Für Kohlgemüse liegt die obere Grenze des mittleren Arsengehaltes laut EFSA (2014) bei 0,0078 mg/kg FM und die untere Grenze bei 0,0033 mg/kg FM. Explizit für Grünkohl liegen keine Angaben vor.

Die Arsenkonzentrationen in den Grünkohlproben an den Messpunkten 3 (0,0052 mg/kg FM) und 5 (0,0063 mg/kg FM) liegen in dem von der EFSA angegebenen Bereich zwischen der unteren Grenze und oberen Grenze des mittleren Gehaltes von Arsen in Kohlgemüse aus der EU und am Messpunkt 2 (0,0079 mg/kg FM) liegt die Arsenkonzentration im Bereich der oberen Grenze.

Am Messpunkt 4 (0,0083 mg/kg FM) überschreitet die ermittelte Arsenkonzentration die von der EFSA angegebene obere Grenze des mittleren Gehaltes von Arsen in Kohlgemüse aus der EU um ca. den Faktor 1,1, am Messpunkt 1 (0,039 mg/kg FM) um den Faktor 5 und am Messpunkt 10 (0,059 mg/kg FM) um ca. den Faktor 7,6.

Zur weiteren Einschätzung der Arsenbelastung wird ergänzend der Grünkohl aus Stolberg im Hinblick auf die Arsengehalte mit anderem Gemüse unterschiedlicher Herkunft verglichen. Diese statistische Einordnung der Belastungshöhe des Grünkohls aus Stolberg erfolgt für lokal angebauten Grünkohl anhand der Daten aus dem WDMP.

Zwischen 2007 und 2016 wurden im Rahmen des WDMP 98 Grünkohlproben an für NRW eher wenig belasteten Standorten untersucht. Das 50. Perzentil für die Arsenkonzentration aus dem WDMP beträgt 0,0032 mg/kg FM, das 95. Perzentil beträgt 0,0092 mg/kg FM. Die Arsenkonzentrationen der untersuchten Grünkohlproben an den Messpunkten 1, 2, 3, 4, 5 und 10 betragen 0,039 mg/kg FM, 0,0079 mg/kg FM, 0,0052 mg/kg FM, 0,0083 mg/kg FM, 0,0063 mg/kg FM und 0,059 mg/kg FM. An den Messpunkten 2, 3, 4 und 5 liegen die Kon-

S. 66 ; für Erwachsene in Deutschland liegt die mittlere Aufnahme von anorganischem Arsen über den allgemeinen Warenkorb zwischen 0,11 und 0,31 µg/kg KG/d (untere Grenze (LB) und obere Grenze UB).

zentrationen zwischen dem 50. und 95. Perzentil des WDMP und sind damit für NRW als unauffällig zu bezeichnen. Die Konzentration am Messpunkt 1 liegt um ca. den Faktor 4,2, die Konzentration am Messpunkt 10 um ca. den Faktor 6,4 über dem 95. Perzentil der Arsenkonzentration aus dem WDMP.

4.2 Blei-Belastung

Die höchste Bleibelastung im Grünkohl wurde mit 1,7 mg/kg FM am Messpunkt 10 ermittelt. Am Messpunkt 1 beträgt sie 1,1 mg/kg FM, am Messpunkt 2 liegt sie bei 0,11 mg/kg FM, am Messpunkt 3 bei 0,094 mg/kg FM, am Messpunkt 4 bei 0,15 mg/kg FM und am Messpunkt 5 bei 0,14 mg/kg FM.

Die Beurteilung der Belastungen in den Grünkohlproben erfolgt auf Basis der EU-Verordnung 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 Blei-Höchstgehalt für Blattkohl beträgt 0,30 mg/kg Frischmasse (FM).

Der EU-Höchstgehalt für Blei wird in den Grünkohlproben an den Messpunkten 2, 3, 4 und 5 unterschritten. An den Messpunkten 1 und 10 wird der EU-Höchstgehalt für Blei überschritten.

4.3 Cadmium-Belastung

Die höchste Cadmiumbelastung wurde im Grünkohl mit 1,1 mg/kg FM am Messpunkt 10 ermittelt. Am Messpunkt 1 beträgt sie 0,53 mg/kg FM, am Messpunkt 4 liegt sie bei 0,22 mg/kg FM, am Messpunkt 3 bei 0,11 mg/kg FM, am Messpunkt 5 bei 0,077 mg/kg FM und am Messpunkt 2 bei 0,052 mg/kg FM.

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-Höchstgehalt für Blattkohl beträgt 0,20 mg/kg FM.

Der EU-Höchstgehalt für Cadmium wird in den Grünkohlproben an den Messpunkten 2, 3 und 5 unterschritten. An den Messpunkten 1, 4 und 10 wird der EU-Höchstgehalt für Cadmium überschritten.

4.4 Chrom-Belastung

Der höchste Chromgehalt findet sich mit 0,16 mg/kg FM im Grünkohl am Messpunkt 3.

Für Chrom (III) wurde von der EFSA 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, 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. (EFSA 2014)

Unter Berücksichtigung der eingangs getroffenen Annahmen (250 g Grünkohl pro Tag, 70 kg Körpergewicht) ergibt sich rein rechnerisch eine maximale Zusatzbelastung von ca. 0,57 µg/kg KG/d für Grünkohl am MP 3. Damit wird der TDI-Wert für Chrom(III) auch unter Einbezug der maximalen Belastung über den allgemeinen Warenkorb in Höhe von 23,10 µg/kg KG/d bei Verzehr aller hier untersuchten Proben deutlich unterschritten.

4.5 Kupfer-Belastung

Der höchste Kupfergehalt findet sich mit 2,1 mg/kg FM in Grünkohl am Messpunkt 1.

Kupfer ist ein für den menschlichen Organismus essentielles Element. Nach Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2017) 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 für Kupfer 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 Verzehrstudie von 1994 (BfR 2004) betrug die tägliche Zufuhr von Kupfer bei Männern 2,25 mg und bei Frauen 1,84 mg (Median-Werte).

Für den Messpunkt 1 mit einem Kupfergehalt im Grünkohl von 2,1 mg/kg FM ergibt sich bei einem Verzehr von 250 g pro Tag rein rechnerisch eine zusätzliche Kupferaufnahme von maximal ca. 0,53 mg/Tag. Unter Berücksichtigung der Zufuhr aus anderen Lebensmitteln ergibt sich für Männer eine Aufnahme von ca. 2,8 mg/Tag und für Frauen von ca. 2,4 mg/Tag. Für Frauen und Männer liegt die Konzentration unterhalb der vom SCF angegebenen UL in Höhe von 5 mg/d.

4.6 Nickel-Belastung

2015 wurde von der EFSA ein TDI-Wert für die chronische orale Aufnahme in Höhe von 2,8 µg/kg KG/d veröffentlicht. Die von der EFSA angegebene Hintergrundbelastung über den allgemeinen Warenkorb (für Erwachsene in Deutschland) beträgt 2,7 µg/kg KG/d bis 3,4 µg/kg KG/d ((Minimum untere Grenze (LB) und Maximum obere Grenze (UB)) (EFSA 2015). Eine gesundheitliche Bewertung der Nickelbelastung in der Nahrungspflanze Grünkohl auf Grundlage des TDI-Wertes wird, da der TDI-Wert allein über die Hintergrundbelastung aus dem allgemeinen Warenkorb jeden Tag nahezu ausgeschöpft bzw. überschritten wird, als nicht zielführend angesehen.

Um trotzdem eine Einschätzung der Nickelbelastung des hier vorliegenden Grünkohls vorzunehmen, wird der Grünkohl aus Stolberg im Hinblick auf die Nickelgehalte mit anderem Gemüse unterschiedlicher Herkunft verglichen. Diese statistische Einordnung der Belastungshöhe des Grünkohls aus Stolberg erfolgt für lokal angebauten Grünkohl anhand der Daten aus dem WDMP des LANUV.

Zwischen 2007 und 2016 wurden im Rahmen des WDMP 104 Grünkohlproben an für NRW eher wenig belasteten Standorten untersucht. Das 50. Perzentil für die Nickelkonzentration aus dem WDMP beträgt 78 µg/kg FM, das 95. Perzentil beträgt 190 µg/kg FM. Die Nickelkonzentrationen der untersuchten Grünkohlproben an den Messpunkten 1, 2, 3, 4, 5 und 10 betragen 160 µg/kg FM, 200 µg/kg FM, 100 µg/kg FM, 290 µg/kg FM, 94 µg/kg FM und 150 µg/kg FM. An den Messpunkten 1, 3, 5 und 10 liegen die Konzentrationen zwischen dem 50. und bzw. in Höhe des 95. Perzentil des WDMP und sind damit für NRW als unauffällig zu bezeichnen. Die Konzentration am Messpunkt 1 liegt um ca. den Faktor 1,1, die Konzentration am Messpunkt 4 um ca. den Faktor 1,5 über dem 95. Perzentil der Nickelkonzentration aus dem WDMP.

4.7 Zink-Belastung

Die höchsten Zinkgehalte finden sich mit 125 mg/kg FM in Grünkohl am Messpunkt 1 und mit 56 mg/kg FM am Messpunkt 10. Am Messpunkt 4 beträgt die Zinkkonzentration 21 mg/kg FM, am Messpunkt 3 liegt sie bei 12 mg/kg FM und an den Messpunkten 2 und 5 bei 10 mg/kg FM.

Zink ist für den Menschen essentiell, die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE 2017) 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.

Beim Verzehr von 250 g der am höchsten belasteten Grünkohlproben vom Messpunkt 1 mit einem Zinkgehalt in Höhe von 125 mg/kg FM und vom Messpunkt 10 in Höhe von 56 mg/kg FM würde eine zusätzliche Zinkaufnahme von ca. 31 mg/d bzw. von ca. 14 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 Grünkohlprobe (MP 1) ergäbe sich bei Männern rein rechnerisch eine maximale Zinkaufnahme von ca. 42,9 mg/d und bei Frauen von ca. 40,4 mg/d und bezogen auf den Grünkohl vom Messpunkt 10 bei Männern von ca. 25,6 und bei Frauen von 23,1. Es liegen somit, mit Ausnahme der am Messpunkt 1 ermittelten Werte, alle Werte unterhalb bzw. im Bereich der oben angegebenen UL in Höhe von 25 mg/d.

5 Fazit

Aufgrund der Überschreitung der Höchstmengengehalte für **Blei** an den Messpunkten 1 und 10 und für **Cadmium** an den Messpunkten 1, 4 und 10 darf solchermaßen belastetes Gemüse nach nationalem und EU-Lebensmittelrecht nicht in den Handel gebracht werden. Es sollte daher die bestehende Nichtverzehrempfehlung für Grünkohl von diesen Messpunkten aufrechterhalten bleiben bzw. herausgegeben werden.

Für **Chrom** und **Kupfer** wurden die herangezogenen Beurteilungswerte in allen untersuchten Nahrungspflanzen durchgängig unterschritten. Im Hinblick auf diese beiden Elemente wäre der Verzehr aller Nahrungspflanzen aus Stolberg gesundheitlich unbedenklich.

Für **Zink** ergibt sich nur am Messpunkt 10 eine Überschreitung des herangezogenen Beurteilungswertes.

Bezüglich der zu bewertenden **Arsen- und Nickelkonzentration** ist anzumerken, dass die Ableitung einer Verzehrempfehlung auf Basis des TDI-Wertes für Nickel und des MOE-Ansatzes in Bezug auf Arsen der hier untersuchten Grünkohlpflanzen nicht zielführend ist, 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- bzw. Nickelbelastungen der Nahrungspflanzen aus Stolberg, erfolgte für Arsen ein Vergleich mit im Handel erhältlichem Gemüse sowie ein Vergleich mit

Grünkohl, das von anderen für NRW eher gering belasteten Standorten aus dem WDMP stammt. Für Nickel erfolgte ausschließlich ein Vergleich mit Grünkohl, das von anderen für NRW eher gering belasteten Standorten aus dem WDMP stammt.

Hiernach ergeben sich in Bezug auf die zu bewertenden **Arsenkonzentrationen** beim Vergleich mit im Handel erhältlichem Gemüse eine erhöhte Arsenkonzentration an den Messpunkten 1 und 10. Sie liegen um ca. den Faktor 5,0 (MP 1) bzw. 7,6 (MP 10) über der lt. EFSA (2014) für Kohlgemüse berechneten oberen Grenze des mittleren Arsengehaltes (s. 4.1). Beim Vergleich mit dem Grünkohl aus dem WDMP lag die Arsenkonzentration am Messpunkt 1 um ca. den Faktor 4,2 und am Messpunkt 10 um ca. den Faktor 6,4 über dem 95. Perzentil der Arsenkonzentration aus dem WDMP.

In Bezug auf die zu bewertenden **Nickelkonzentrationen** ergeben sich an den Messpunkten 2 und 4 erhöhte Nickelkonzentrationen. Sie liegen um ca. den Faktor 1,1 (MP 2) bzw. 1,5 (MP 4) über dem 95. Perzentil der Nickelkonzentration aus dem WDMP.

Hinweise zur gesundheitlichen Bewertung von Grünkohl, Arsen und Nickel:

- Bei dem von der EFSA berücksichtigten Kohlgemüse handelt es sich nicht ausschließlich um Grünkohl, sondern auch um andere Kohlarten, die in der Regel eine geringere Menge an Schadstoff anreichern als Grünkohl. Es ist somit davon auszugehen, dass die Konzentration von Arsen in handelsüblichem Grünkohl höher ist als in „Kohlgemüse“, so dass die Überschreitung des Arsengehaltes im Grünkohl aus Stolberg hier unter Umständen überschätzt wird. Diese Aussage wird durch die Berechnung mit Grünkohl aus dem WDMP unterstützt.
- 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.
- Zu den erhöhten Nickelkonzentrationen ist im Sinne des vorsorgenden Gesundheitsschutzes ergänzend hinzuweisen: 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.

6 Zusammenfassung

Die Schwermetallbelastung von Nahrungspflanzen in Stolberg wurde bereits in den 1980-1990er Jahren ausführlich untersucht. Im Jahr 1982 hat die Stadt Stolberg wegen überhöhter Blei- und Cadmiumgehalte eine Anbauempfehlung für Obst und Gemüse herausgegeben. Die Empfehlung wurde 1990 durch eine Anbau- und Verzehrempfehlung für schwermetallbelastete Gärten durch die Stadt Stolberg, in Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstwirtschaft sowie dem Regierungspräsidenten Köln überarbeitet und in 2011 aktualisiert.

Gemäß Zielvereinbarung mit dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW 2015 hat das LANUV im Jahr 2016 eine Untersuchung von Nahrungspflanzen (Grünkohl in Beeten und in Containern mit Einheitserde) an neun Messpunkten in Stolberg durchgeführt. Die im Jahr 2015 durchgeführte Versuchsreihe war aufgrund von Unplausibilitäten in den Untersuchungsergebnissen nicht interpretierbar.

Die Untersuchung in Grünkohl im Jahr 2016 erfolgte auf die Gehalte der Schwermetalle Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink. Insbesondere an den Messpunkten 1 und 10 wurden bei Blei und Cadmium EU-Höchstwertüberschreitungen festgestellt. Bei Arsen, Nickel und eingeschränkt bei Zink ergaben sich Überschreitungen von Beurteilungswerten. Daher sollte die bestehende Nichtverzehrempfehlung aufrechterhalten werden.

Anbau und Verzehr von Frucht- und Wurzelgemüse sowie Obst aus dem Bereich dieser Messpunkte wird bezogen auf die o. g. Schwermetall-Belastung aber als weniger gesundheitlich bedenklich angesehen.

Aufgrund der Arsen- und Nickelkonzentrationen an den Messpunkten 1 und 10 ergeben sich im Sinne des vorsorgenden Gesundheitsschutzes Hinweise zum Verzehr (s. Punkt 5, Anmerkungen).

Die vorliegenden Untersuchungen haben ergeben, dass neben aktuellen Schadstoffeinträgen über den Luftpfad, vornehmlich an Arsen, Kupfer und Zink, verursacht durch im Stadtgebiet von Stolberg ansässige Emittenten, weiterhin erhebliche Gehalte an Schwermetallen in den Gartenböden im Raum Stolberg, hier Blei, Cadmium, Chrom und Nickel, aus geogen und Bergbau bedingten Gründen vorhanden sind.

7 Weitere Vorgehensweise

Gemäß Zielvereinbarung 2015 mit dem MKULNV hat das LANUV im Jahr 2016 die Schwermetallbelastung von Nahrungspflanzen in Stolberg erneut untersucht. Aus Sicht des LANUV sind aktuell keine weiteren Messungen erforderlich. Die Eintragspfade sind hinreichend bekannt. Eine Verzehrempfehlung besteht bereits seit vielen Jahren. Das LANUV schlägt vor, eine erneute Überprüfung der Situation vor Ort nach fünf bis zehn Jahren durchzuführen.

8 Anlage

Tabelle 1: Gesamtschwermetallgehalte nach Königswasserextraktion an den Messpunkten in Stolberg

Messpunkt	As	Pb	Cd	Cr	Ni	Zn
	[mg/kg TM]					
1	38,1	1.860	16,2	33,8	27,2	3.830
2	7,5	102	0,65	22,3	14,1	298
3	12,5	298	1,38	15,5	11,6	389
4	18,6	528	7,95	23,6	42,3	1.950
5	15,0	659	2,89	23,2	23,2	865
9	18,8	481	5,45	23,1	17,8	1.240
10	88,4	3.150	28,5	22,0	42,0	3.920

Tabelle 2: Pflanzenverfügbare Anteile nach Ammoniumnitratextraktion an Schwermetallen und pH-Werte an den Messpunkten in Stolberg

Messpunkt	As	Pb	Cd	Cr	Ni	Zn
	[µg/kg TM]					
1	62,3	137	122,0	6,7	35,0	6.870
2	37,7	25	5,4	<4,7	18,9	176
3	22,2	66	11,2	<4,7	10,4	224
4	25,7	15	29,1	<4,7	17,7	336
5	30,5	30	12,5	5,5	12,6	203
9	32,8	44	36,6	<4,7	20,0	903
10	84,8	280	279,0	<4,7	35,2	2.580

Tabelle 3: pH-Werte an den Messpunkten in Stolberg

Messpunkt	1	2	3	4	5	9	10
pH-Wert	6,5	6,7	6,6	7,2	6,9	6,7	7,0

Die nachfolgend in den Tabellen 4 bis 10 aufgeführten Gehalte in Grünkohl [mg/kg FM] wurden mit einem standardisierten Trockenmassegehalt von Grünkohl von 18,4 mg/kg FM berechnet.

Tabelle 4: Arsengehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Stolberg

Arsen [mg/kg FM]		
Messpunkt	2016	
	Grünkohl/Beet	Grünkohl/Container
1	0,039	0,022
2	0,0079	0,0066
3	0,0052	0,0042
4	0,0083	0,0044
5	0,0063	0,0050
9		0,011
10	0,059	0,046

Tabelle 5: Bleigehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Stolberg

Blei [mg/kg FM]		
Messpunkt	2016	
	Grünkohl/Beet	Grünkohl/Container
1	1,1	0,42
2	0,11	0,088
3	0,094	0,039
4	0,15	0,040
5	0,14	0,077
9		0,22
10	1,7	1,5

Tabelle 6: Cadmiumgehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Stolberg

Cadmium [mg/kg FM]		
Messpunkt	2016	
	Grünkohl/Beet	Grünkohl/Container
1	0,53	0,048
2	0,052	0,035
3	0,11	0,033
4	0,22	0,033
5	0,077	0,031
9		0,063
10	1,1	0,083

Tabelle 7: Chromgehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Stolberg

Chrom [mg/kg FM]		
Messpunkt	2016	
	Grünkohl/Beet	Grünkohl/Container
1	0,094	0,096
2	0,085	0,064
3	0,16	0,040
4	0,12	0,092
5	0,061	0,057
9		0,13
10	0,066	0,072

Tabelle 8: Kupfergehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Stolberg

Kupfer [mg/kg FM]		
Messpunkt	2016	
	Grünkohl/Beet	Grünkohl/Container
1	2,1	0,64
2	0,83	0,68
3	0,88	0,64
4	0,88	0,68
5	0,94	0,57
9		0,75
10	2,0	0,88

Tabelle 9: Nickelgehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Stolberg

Nickel [mg/kg FM]		
Messpunkt	2016	
	Grünkohl/Beet	Grünkohl/Container
1	0,16	0,096
2	0,20	0,11
3	0,099	0,11
4	0,29	0,11
5	0,094	0,068
9		0,22
10	0,15	0,11

Tabelle 10: Zinkgehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Stolberg

Zink [mg/kg FM]		
Messpunkt	2016	
	Grünkohl/Beet	Grünkohl/Container
1	125	5,9
2	10	5,4
3	12	4,3
4	21	5,6
5	10	5,4
9		7,3
10	56	6,0

9 Literatur

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

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: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/> aufgerufen am 09.01.2017

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): 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 (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 (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

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

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

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