



Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Herne Grünkohlexposition

2020

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen Recklinghausen (19.02.2021)
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	5
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen	6
3.1	Gesamtsumme PCB (PCB_{gesamt})	6
3.2	Dioxinähnliche PCB (dl-PCB)	9
3.3	Dioxine und Furane (PCDD/F)	10
3.4	Räumliche Verteilung der PCB	11
3.5	Fazit der Pflanzenuntersuchungen	13
4	Bewertung der Ergebnisse	13
5	Zusammenfassung und weiteres Vorgehen	14
6	Literatur	15

1 Einleitung

Am 18.03.2020 wurde in Herne im Rahmen des Sonderuntersuchungsprogramms „PCB-Belastung im Umfeld silikonverarbeitender Betriebe“ im Umkreis der Fa. Silex ein Löwenzahn-Screening durchgeführt. An allen vier Messpunkten wurden in den entnommenen Löwenzahnpflanzen PCB_{gesamt}-Gehalte ermittelt, die den Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW überschritten und Einträge der bei der Silikonkautschukverarbeitung freigesetzten PCB-Kongeneren 47, 51 und 68 aufwiesen. Es wurde von der Stadt Herne eine vorsorgliche Nichtverzehrempfehlung für Blattgemüse ausgesprochen.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden in Herne zwischen August und November 2020 weiterführende Untersuchungen zur Immissionsbelastung in Nahrungspflanzen (Grünkohl) durchgeführt. Ziel war es die Immissionssituation zu überprüfen und die Gehalte in den Grünkohlpflanzen ggf. gesundheitlich zu bewerten.

Dazu wurden an insgesamt 8 Messpunkten Grünkohlpflanzen exponiert (s. Abb. 1).

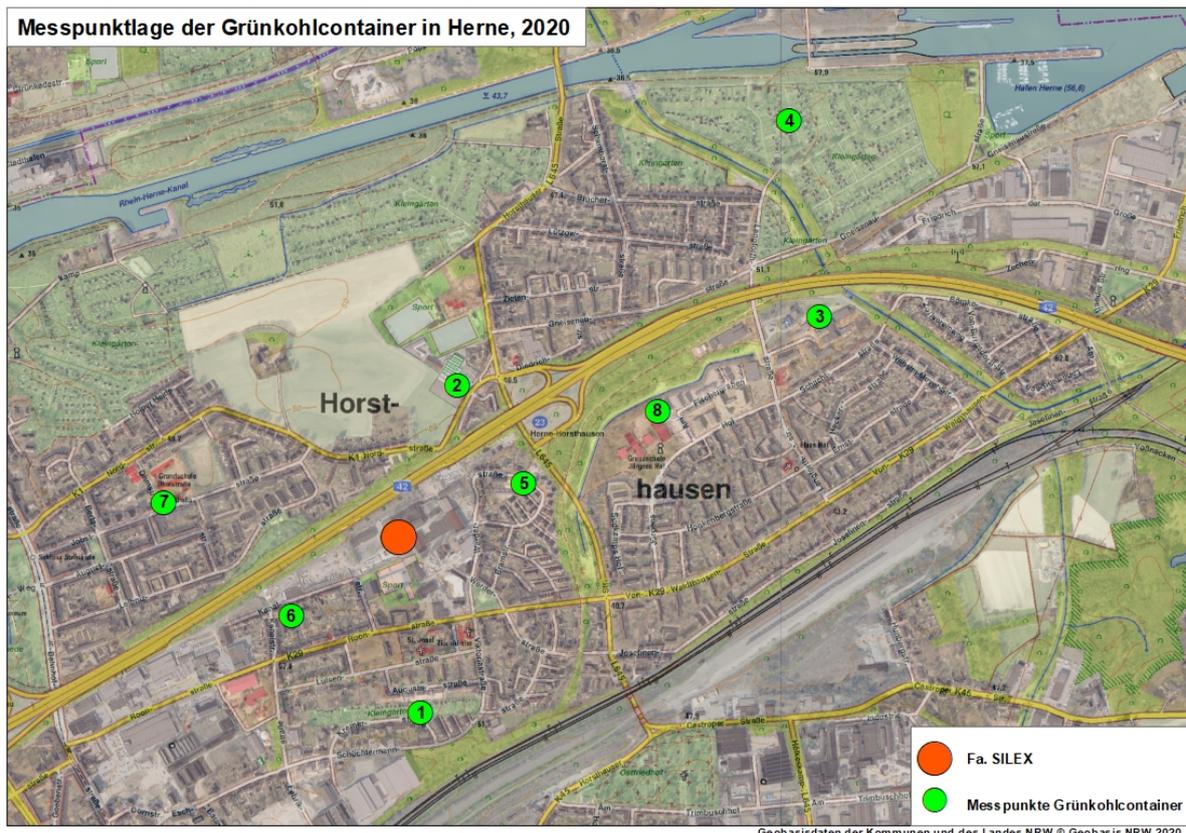


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2020

Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Untersuchung in Herne und deren Bewertung aus dem Jahr 2020 detailliert dargestellt.

2 Methodik

An 8 Messpunkten wurde vom 04.08. bis zum 09.11.2020 Grünkohl nach Standardverfahren in Containern mit Einheitserde exponiert. Die Messpunkte wurden in Abstimmung mit der Stadt Herne ausgewählt und befanden sich in den Kleingartenanlagen Grüne Oase (MP 1) und Herne-Horsthausen (MP 4), auf den Betriebsgeländen der Wewole Stiftung Herne an der Nordstraße (MP 2) und an der Langforthstraße (MP 3), den Grundschulen Ohmstraße (MP 7) und Jürgens Hof (MP 8) sowie in den Hausgärten an der Knappschaftsstraße (MP 5) und an der Kanalstraße (MP 6).

Pro Messpunkt wurde ein Container aufgestellt, der mit einem Einheitserde-Sand-Gemisch (ED 73) gefüllt und durch Textildochte mit einer automatischen Wasserversorgung verbunden war (s. Abbildung 2). Bei der Grünkohlexposition wurden pro Container 5 Pflanzen ausgebracht. Die Pflanzen wurden nach 97 Tagen Expositionszeit geerntet und in Aluminiumboxen gekühlt zur Fa. Münster Analytical Solutions (mas) transportiert. Bei der Ernte wurden nur verzehrfähige Blätter entnommen. Im Labor erfolgte die küchenfertige Aufarbeitung der Proben zu einer homogenen Mischprobe je Messpunkt. Das Pflanzenmaterial wurde gründlich gewaschen, schockgefroren und anschließend gefriergetrocknet. Nach dem Vermahlen wurden die Gehalte an PCDD/F, dl-PCB, der 6 Indikator-PCB 28, 52, 101, 138, 153 und 180 sowie der PCB-Kongenere 47, 51 und 68 ermittelt.



Abbildung 2: Grünkohlexpositionsverfahren

3 Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Grünkohlexposition von August bis November 2020 in Herne 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 (LANUV Fachbericht 61 2015). Dargestellt wird der Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in Grünkohl von 10 verschiedenen Hintergrundstationen aus dem 10-Jahreszeitraum von 2010 bis 2019. Messwerte, die den OmH abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens überschreiten, werden als Hinweis auf eine vorliegende Immissionsbelastung durch die untersuchte Substanz gewertet (VDI 3857 Blatt 2).

3.1 Gesamtsumme PCB (PCB_{gesamt})

Die Gesamtsumme der polychlorierten Biphenyle in einer Probe (PCB_{gesamt}) setzt sich aus insgesamt 209 Einzelkomponenten, den sogenannten Kongeneren, zusammen. Diese sind nach ihrem Chlorierungsgrad durchnummeriert von PCB 1 mit einem gebundenen Chloratom bis PCB 209 mit 10 Chloratomen.

Da die Bestimmung aller 209 PCB-Kongeneren einen unverhältnismäßig hohen Aufwand darstellt, wurde Mitte der 1980er Jahre durch das Bundesgesundheitsamt vorgeschlagen, nur die 6 PCB-Kongeneren 28, 52, 101, 138, 153 und 180 als Indikator-Kongeneren zu bestimmen und zu quantifizieren. Die Gehalte dieser 6 Indikator-PCB werden als Summe mit dem Faktor 5 multipliziert und repräsentieren nach LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) die PCB_{gesamt} -Gehalte. Im Normalfall bildet diese Konvention sehr gut den tatsächlichen PCB_{gesamt} -Gehalt aller 209 Kongeneren in Nahrungspflanzen ab.

Da bei der Silikonkautschukverarbeitung der Fa. Silex nur ganz bestimmte Kongeneren (PCB 47, 51, 68) emittiert werden, wurden die Gehalte dieser Kongeneren in den Grünkohlpflanzen aus Herne zusätzlich bestimmt und zu der Summe der 6 Indikator-PCB x Faktor 5 addiert, um die PCB_{gesamt} -Gehalte zu erhalten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Da die Kongeneren PCB 47, 51 und 68 üblicherweise nicht in der ubiquitär in NRW vorhandenen PCB-Belastung enthalten sind, wurden diese Kongeneren in der Vergangenheit auch nicht analysiert. Für diese Kongeneren kann daher kein Hintergrundwert für NRW angegeben werden.

Um dennoch eine Beurteilung bezüglich der Hintergrundbelastung durchführen zu können, werden auch die Summen der Tri- bis Decachlorbiphenyle aufgeführt, für die Hintergrundwerte vorliegen.

Tabelle 1: Gehalte an PCB_{gesamt} als Summe der 6 Indikator-PCB x 5, als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 sowie als Summe der Tri- bis Decachlorbiphenyle in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020

Messpunkte	PCB _{gesamt} 6 PCB x 5 [µg/kg FM]	PCB _{gesamt} 6 PCB x 5+ PCB 47, 51, 68 [µg/kg FM]	PCB _{gesamt} Tri – Decachlorbiphenyle [µg/kg FM]
MP 1	2,2	2,3	1,6
MP 2	2,3	2,9	1,6
MP 3	1,6	1,8	1,2
MP 4	1,8	2,2	1,4
MP 5	2,6	3,6	2,6
MP 6	3,2	3,7	2,5
MP 7	2,6	3,0	1,9
MP 8	2,3	2,7	1,8
OmH NRW	4,1	-	3,2

Berechnet man die Summe der 6 Indikator-PCB und multipliziert diese mit dem Faktor 5, wie es normalerweise üblich ist, so betragen die Gehalte zwischen 1,6 µg/kg in der Frischmasse (= FM) am Messpunkt 3 (Langforthstraße) und 3,2 µg/kg FM am Messpunkt 6 an der Kanalstraße und liegen damit alle unterhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) für NRW von 4,1 µg/kg FM (s. Tabelle 1 und Abbildung 3). Diese Ergebnisse decken sich auch gut mit den im März 2020 in Löwenzahnpflanzen ermittelten Gehalten, die zwischen 1,9 und 2,4 µg/kg FM betragen.

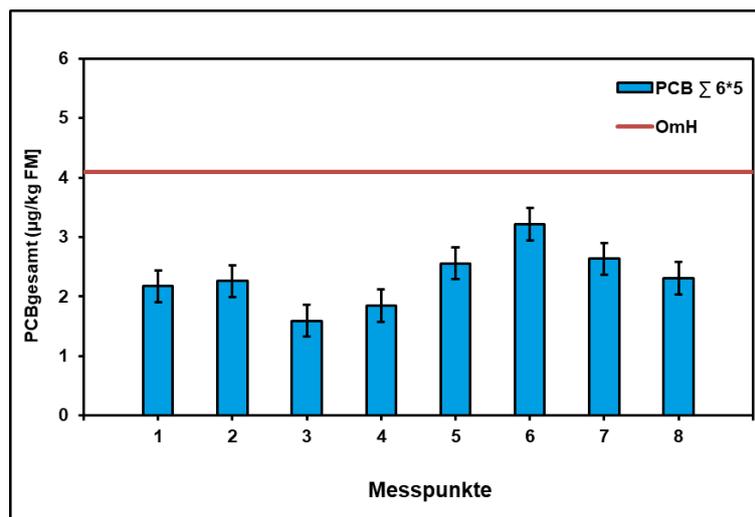


Abbildung 3: PCB_{gesamt}-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB*5 in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020 inkl. Standardunsicherheit [µg/kg FM], OmH NRW

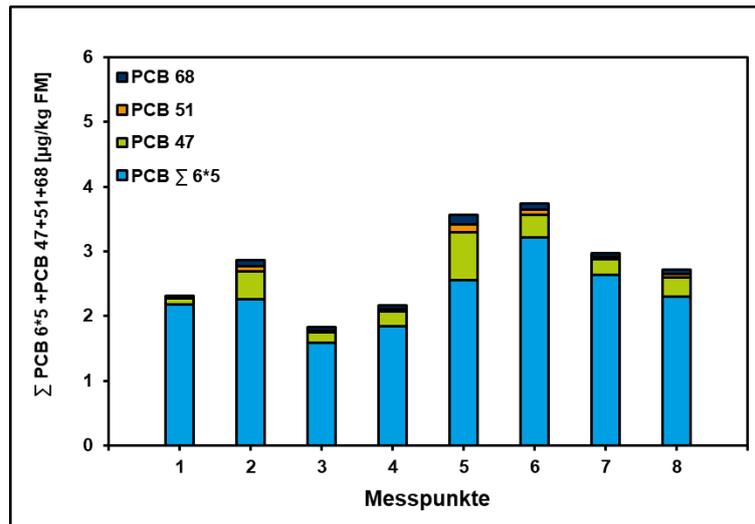


Abbildung 4: PCB_{gesamt}-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB*5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 (gestapelte Säulen) in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020 [µg/kg FM]

Berechnet man den PCB_{gesamt}-Gehalt als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich PCB 47, 51 und 68, ergeben sich Gehalte zwischen 1,8 µg/kg FM am Messpunkt 3 und 3,7 µg/kg FM am Messpunkt 6 (s. Tabelle 1 und Abbildung 4). In allen untersuchten Proben wurden die bei der Silikonkautschukverarbeitung freiwerdenden PCB-Kongeneren PCB 47, 51 und 68 nachgewiesen. Die Gehalte an PCB 47, 51 und 68 sind an den Messpunkten 5 und 2, die verhältnismäßig nah nordöstlich der Fa. Silex liegen, etwas höher als an den übrigen Messpunkten. Der Anteil der PCB 47, 51 und 68 an der Gesamtsumme der PCB beträgt zwischen 6 und 28 % und ist damit verhältnismäßig gering. Der höchste Anteil wurde am Messpunkt 5 ermittelt. Im März 2020 wurden in Löwenzahnpflanzen deutlich höhere Anteile von bis zu 90 % ermittelt. Insgesamt waren dadurch die PCB_{gesamt}-Gehalte in Löwenzahn mit bis zu 17 µg/kg FM direkt nordöstlich der Fa. Silex deutlich höher als die nun ermittelten Gehalte im Grünkohl, wobei in demselben Bereich ein PCB_{gesamt}-Gehalt von 3,6 µg/kg FM ermittelt wurde.

Da für die Berechnung der PCB_{gesamt}-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich PCB 47, 51 und 68 keine Hintergrundgehalte für NRW vorliegen, wird in Tabelle 1 und Abbildung 5 die Summe der Tri- bis Decachlorbiphenyle dargestellt. Diese Summe beträgt zwischen 1,2 µg/kg FM am Messpunkt 3 und 2,6 µg/kg FM am Messpunkt 5. Ein Vergleich mit den Hintergrundwerten zeigt, dass auch diese Gehalte unterhalb des OmH für NRW von 3,2 µg/kg FM liegen.

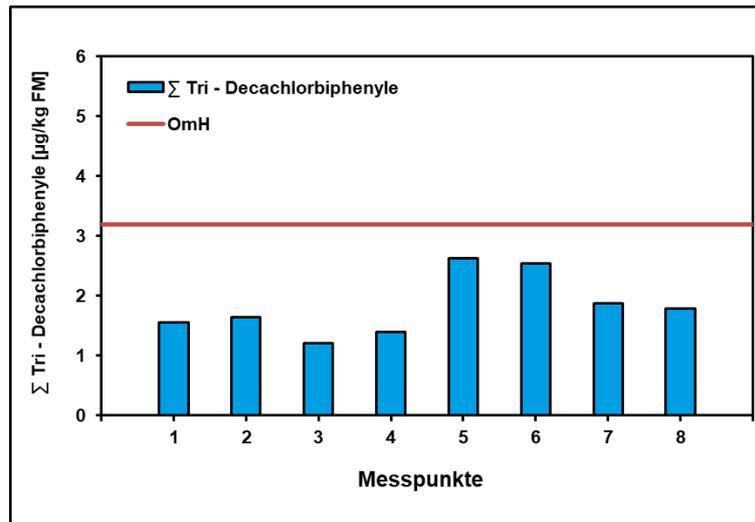


Abbildung 5: PCB_{gesamt}-Gehalte als Summe der Tri- bis Decachlorobiphenyle in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020 [µg/kg FM], OmH NRW

Die immissionsbedingten Einträge der bei der Silikonkautschukverarbeitung freigesetzten PCB-Kongenere haben sich offensichtlich im Zeitraum August bis November 2020 gegenüber Februar bis März 2020 verringert, da in den exponierten Grünkohlpflanzen deutlich niedrigere Gehalte ermittelt wurden als im Löwenzahnscreening.

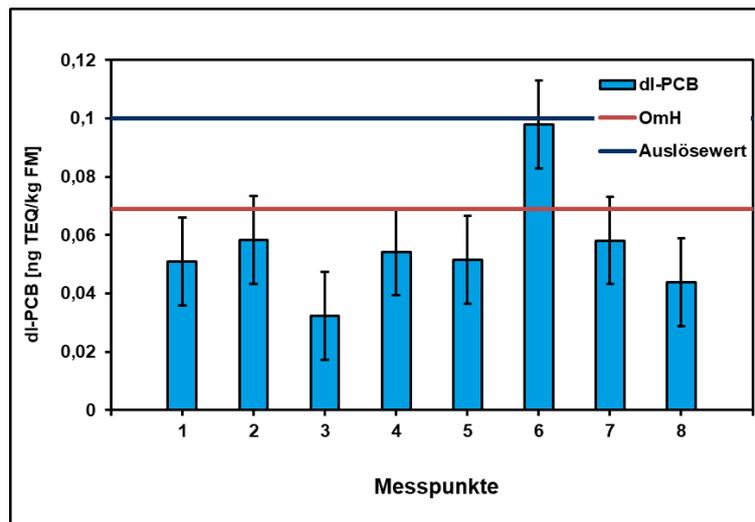
3.2 Dioxinähnliche PCB (dl-PCB)

In den Grünkohlpflanzen wurden auch die sogenannten „dioxinähnlichen“ PCB (dl-PCB) erfasst. Dabei handelt es sich um 12 PCB-Kongenere, die aufgrund ihrer Struktur ähnlich wie Dioxine und Furane wirken, weshalb die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ihnen ebenfalls Toxizitätsäquivalenz-Faktoren (TEF) zugeordnet hat. Diese 12 dl-PCB werden als Summe in der Einheit ng TEQ_{WHO2005}/kg FM (kurz: ng TEQ/kg FM) angegeben. Für dl-PCB in pflanzlichen Lebensmitteln gibt es einen EU-Auslösewert von 0,10 ng TEQ/kg FM (Empfehlung EU 2014).

Die Gehalte an dl-PCB in den Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,032 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 3 und 0,098 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 6 und liegen damit alle unterhalb des EU-Auslösewertes von 0,10 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 2 und Abbildung 6). Der höchste dl-PCB-Gehalt von 0,098 ng TEQ/kg FM wurde am Messpunkt 6 in der Kanalstraße ermittelt und übersteigt den OmH für NRW von 0,069 ng TEQ/kg FM. Da auch der Gehalt der Indikator-PCB am Messpunkt 6 etwas höher war als an den übrigen Messpunkten, könnte hier eine weitere Quelle für PCB vorliegen.

Tabelle 2: Gehalte an dl-PCB in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020

Messpunkte	dl-PCB [ng TEQ/kg FM]
MP 1	0,051
MP 2	0,058
MP 3	0,032
MP 4	0,054
MP 5	0,052
MP 6	0,098
MP 7	0,058
MP 8	0,044
OmH NRW	0,069

**Abbildung 6:** dl-PCB-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020 inkl. Standardunsicherheit [ng TEQ/kg FM], OmH NRW

3.3 Dioxine und Furane (PCDD/F)

Zusätzlich zu den Untersuchungen auf PCB wurden in den Grünkohlpflanzen auch die Gehalte der Polychlorierten Dibenz-Dioxine und –Furane (PCDD/F) ermittelt. Für PCDD/F gibt es ebenfalls einen EU-Auslösewert von 0,30 ng TEQ/kg FM (Empfehlung EU 2014).

Die Gehalte an Dioxinen und Furanen liegen zwischen 0,024 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 3 und 0,048 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 7. Die Gehalte an allen Messpunkten in Herne liegen damit unterhalb des OmH für NRW von 0,094 ng TEQ/kg FM und deutlich unterhalb des EU-Auslösewertes von 0,30 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 3 und Abbildung 7).

Tabelle 3: Gehalte an PCDD/F in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020

Messpunkte	PCDD/F [ng TEQ/kg FM]
MP 1	0,028
MP 2	0,031
MP 3	0,024
MP 4	0,039
MP 5	0,039
MP 6	0,039
MP 7	0,048
MP 8	0,052
OmH NRW	0,094

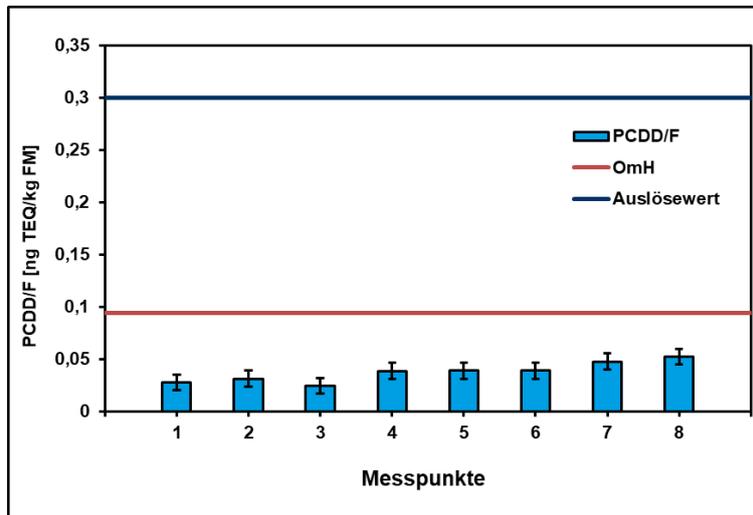


Abbildung 7: PCDD/F-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Herne 2020 inkl. Standardunsicherheit [ng TEQ/kg FM], OmH NRW

3.4 Räumliche Verteilung der PCB

Für den Standort Herne liegen keine aktuellen Winddaten aus dem Expositionszeitraum vor. Die synthetische Windrichtungsverteilung in Herne gibt die Windrichtungen Südsüdwest und Südwest als Hauptwindrichtungen an (s. Abbildung 8). Darüber hinaus gibt es auch Windanteile aus Ostnordost mit geringeren Windgeschwindigkeiten. Vergleiche an nahe gelegenen Wetterstationen zeigen, dass im Expositionszeitraum zwischen August und November 2020 tatsächlich die für NRW typische Hauptwindrichtung Südwest vorlag.

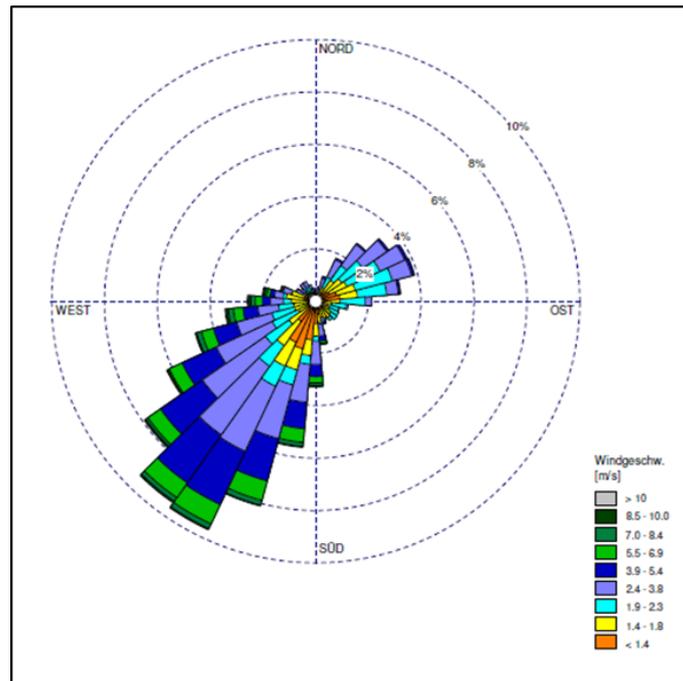


Abbildung 8: synthetische Windrichtungsverteilung in Herne [%]

Bei der Betrachtung der räumlichen Verteilung der PCB_{gesamt}-Gehalte in den Grünkohlpflanzen ist zu erkennen, dass die Anteile der bei der Silikonkautschukverarbeitung freigesetzten PCB-Kongenere entsprechend der Hauptwindrichtung im Nordosten der Fa. Silex größer sind als in den anderen Windrichtungen (s. Abbildung 9).

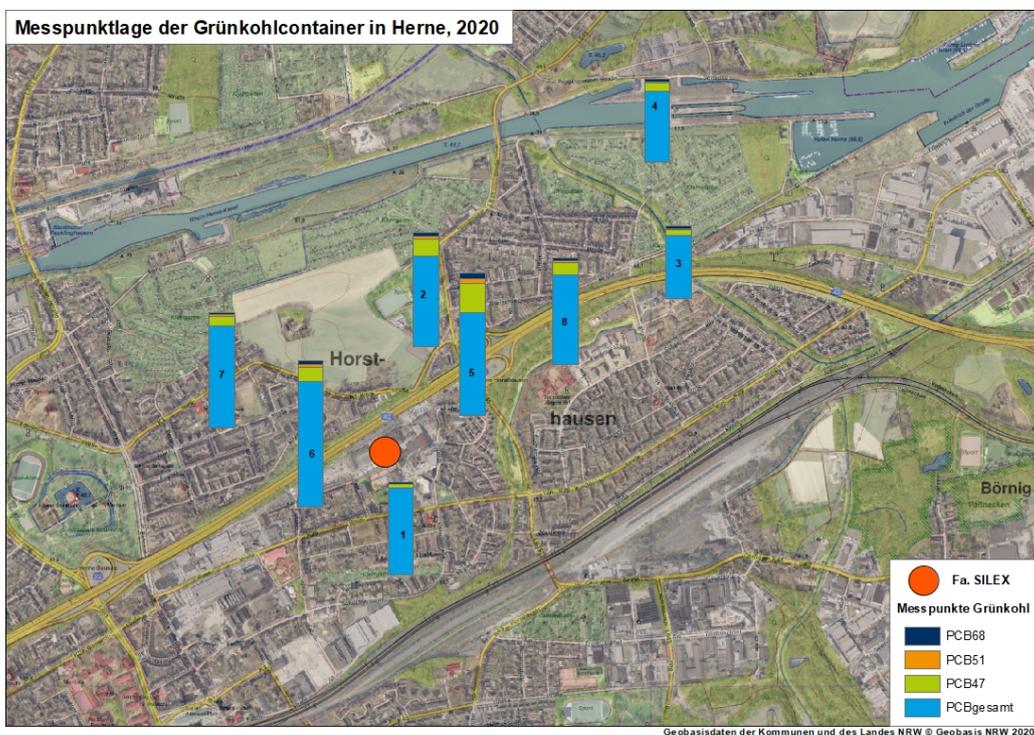


Abbildung 9: PCB_{gesamt}-Gehalte + PCB 47, 51 und 68 als gestaffelte Säulen in Löwenzahn an den Messpunkten in Herne 2020 [$\mu\text{g}/\text{kg FM}$]

3.5 Fazit der Pflanzenuntersuchungen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die bei der Silikonkautschukverarbeitung freiwerdenden PCB-Kongenere 47, 51 und 68 in den zwischen August und November exponierten Grünkohlpflanzen nachgewiesen werden konnten. Es hat also immissionsbedingte Einträge dieser Kongenere in die Pflanzen gegeben. Die absoluten Gehalte und die Anteile der PCB 47, 51 und 68 an der Gesamtsumme der PCB waren aber im Vergleich zu den im März in Löwenzahnpflanzen ermittelten Gehalten deutlich geringer und führten in keinem Fall zu einer Überschreitung der OmH für NRW, weshalb eine gesundheitliche Bewertung der PCB_{gesamt}-Gehalte nicht erforderlich ist.

Am Messpunkt 6 in der Kanalstraße wurde ein dl-PCB-Gehalt oberhalb des OmH ermittelt.

4 Bewertung der Ergebnisse

Eine gesundheitliche Bewertung der PCB_{gesamt}-Gehalte der in Herne zwischen August und November 2020 exponierten Grünkohlpflanzen ist nicht erforderlich, weil diese inklusive der bei der Silikonproduktion freiwerdenden PCB-Kongenere 47, 51 und 68 unterhalb des OmH für NRW liegen.

Im Folgenden wird also ausschließlich auf die gesundheitliche Bewertung des gegenüber der Hintergrundbelastung (OmH) erhöhten dl-PCB-Gehaltes am Messpunkt 6 eingegangen.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat 2018 ein neues gesundheitsbezogenes Bewertungskriterium für Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB (dl-PCB) veröffentlicht. Der bisherige vom LANUV herangezogene TWI (Tolerable Weekly Intake) des europäischen „Scientific committee on food“ (SCF 2001) in Höhe von 14 pg TEQ/kg KG/w (w: Woche) wurde von der EFSA auf 2 pg TEQ_{WHO2005}/kg KG/w abgesenkt.

Der neue TWI-Wert basiert im Wesentlichen auf Daten aus Humanstudien, gestützt durch Daten aus Tierversuchen. Als kritischer Effekt wird von der EFSA die Qualität der Spermien junger Männer nach pre- und postnataler Exposition angegeben.

Nach EFSA 2018 liegt, basierend auf den Daten aus unterschiedlichen europäischen Ländern, die tägliche Belastung über den allgemeinen Warenkorb in Europa für Heranwachsende, Erwachsene, Ältere und sehr alte Personen im Mittel zwischen 2,1¹ und 10,5² pg TEQ_{WHO2005}/kg KG/w. Das 95. Perzentil liegt zwischen 5,3¹ und 30,4² pg TEQ_{WHO2005}/kg KG/w.

Das Gremium der EFSA kommt in seiner Stellungnahme zu dem Schluss, dass der TWI-Wert in allen o.g. Altersgruppen in Europa allein durch die Aufnahme an PCDD/F- und dl-PCB über den allgemeinen Warenkorb überschritten wird (EFSA 2018).

¹ Bei dem Wert handelt es sich um die sogenannte Lower Bound (LB). Für die LB wurden alle Werte unterhalb der Bestimmungs- oder Nachweisgrenze durch den Wert „0“ ersetzt.

² Bei dem Wert handelt es sich um die sogenannte Upper Bound (UB). Für die UB wurden die Ergebnisse unter der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze durch den numerischen Wert der Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenze ersetzt.

Nach jetzigem Kenntnisstand ist eine gesundheitliche Bewertung der dl-PCB- und PCDD/F-Belastung der Grünkohlprobe am Messpunkt 6 in Herne anhand des TWI in Höhe von 2 pg TEQ_{WHO2005}/kg KG/w somit nicht zielführend. Deshalb wurde in Kapitel 3.2 eine statistische Einordnung der Höhe der dl-PCB- und PCDD/F-Belastung der Grünkohlpflanzen durch einen Vergleich mit der Belastungshöhe von lokal angebautem Grünkohl in NRW vorgenommen.

5 Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

Im Untersuchungsgebiet in Herne wurden in den zwischen August und November 2020 exponierten Grünkohlpflanzen nur noch geringe immissionsbedingte Einträge an PCB mit Werten unterhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW ermittelt. Nordöstlich der Fa. Silex in Hauptwindrichtung wurden etwas höhere Einträge verzeichnet als an den anderen Messpunkten.

Nur am Messpunkt 6 an der Kanalstraße wurde der OmH für dl-PCB überschritten. An allen anderen Messpunkten zeigten sich keine Einträge von dl-PCB und PCDD/F, die den OmH oder die EU-Auslösewerte überschritten.

Offensichtlich hat sich die Immissionssituation am Standort gegenüber dem Frühjahr verbessert.

Da die ermittelten PCB_{gesamt}-Gehalte – auch unter Berücksichtigung der Gehalte an PCB 47, 51 und 68 – deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung (OmH) in NRW liegen, ist eine gesundheitliche Bewertung der Gehalte nicht erforderlich. Eine gesundheitliche Bewertung des gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhten dl-PCB-Gehaltes am Messpunkt 6 ist nicht zielführend.

Die vorsorglich ausgesprochene Verzehrempfehlung könnte aus Sicht des LANUV zurückgenommen werden, wenn davon auszugehen ist, dass sich die Emissionssituation der Fa. Silex nicht dahingehend ändert, dass doch wieder vermehrt PCB freigesetzt werden.

Das LANUV schlägt vor in 2021 das Messprogramm zu reduzieren und vorsorglich nur noch am höchst belasteten Messpunkt 5 sowie am Messpunkt 6 in der Kanalstraße erneut zwischen August und November Grünkohl zu exponieren, um die Immissionssituation zu überprüfen.

6 Literatur

- EFSA (European Food Safety Authority, 2018): Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food, EFSA Journal 2018; 16(11): 5333
- Empfehlung der EU-Kommission vom 11.09.2014 zur Änderung des Anhangs der Empfehlung 2013/711/EU zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln
- LANUV-FACHBERICHT 61 (2015): Immissionsbedingte Hintergrundbelastung von Pflanzen in NRW – Schwermetalle und organische Verbindungen, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Recklinghausen 2015
- SCF (Scientific Committee on Food, 2001): Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food
- VDI 3857 Blatt 2 (2020): Beurteilungswerte für immissionsbedingte Stoffanreicherungen in standardisierten Graskulturen: Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte ausgewählter anorganischer Luftverunreinigungen, Entwurf, KRdL 2020