



# **Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Ennepetal**

Gesamtbericht Grünkohlexposition  
2020

## IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen  Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen  Recklinghausen (12.02.2021)
Autorin	Dr. Katja Hombrecher <a href="mailto:katja.hombrecher@lanuv.nrw.de">katja.hombrecher@lanuv.nrw.de</a> 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 • <a href="http://www.lanuv.nrw.de">www.lanuv.nrw.de</a> Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext

## Inhalt

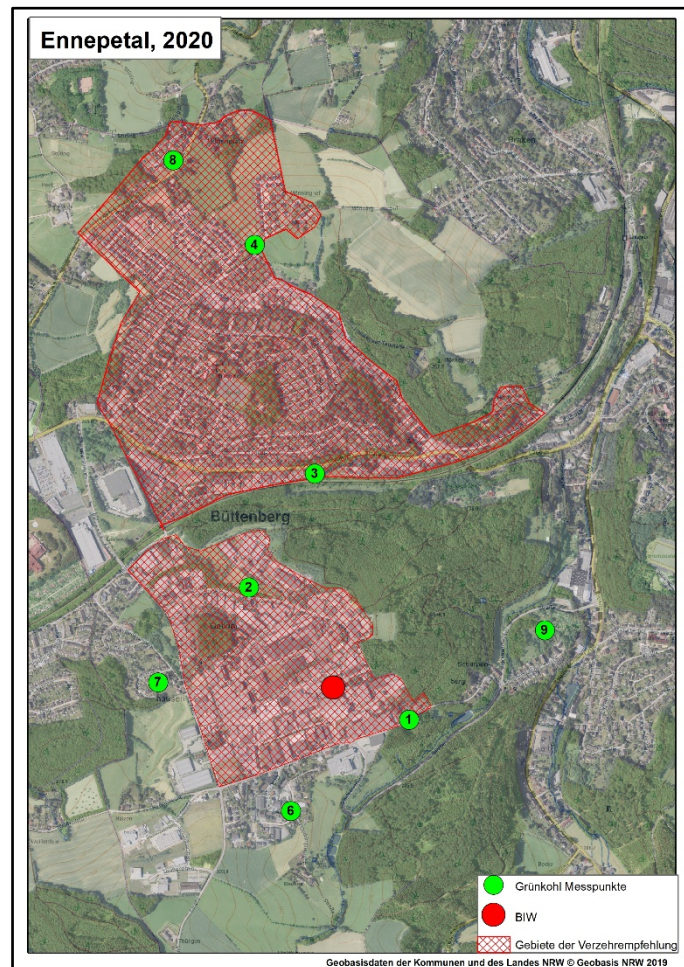
1	Einleitung .....	4
2	Methodik .....	5
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen .....	6
3.1	Gesamtsumme PCB ( $PCB_{gesamt}$ ) .....	6
3.2	Dioxinähnliche PCB (dl-PCB) .....	9
3.3	Dioxine und Furane (PCDD/F) .....	10
3.4	Räumliche Verteilung der PCB .....	11
3.5	Vergleich mit den PCB-Gehalten in der Luft .....	14
3.6	Fazit der Pflanzenuntersuchungen .....	15
4	Bewertung der Ergebnisse .....	16
4.1	Bewertung der $PCB_{gesamt}$ -Gehalte inklusive der Gehalte an PCB 47, 51 und 68 ....	16
4.2	Fazit der Bewertung .....	17
5	Zusammenfassung und weiteres Vorgehen .....	17
6	Literatur .....	19

# 1 Einleitung

In Ennepetal wurden im Jahr 2019 im Umfeld der Firma BIW Immissionen der bei der Silikonkautschukverarbeitung unbeabsichtigt freigesetzten PCB-Kongenere 47, 51 und 68 gefunden, die zu weitreichenden Verzehrbeschränkungen für selbst angebaute Blattgemüse führten.

Im Jahr 2020 sollte die Immissionssituation erneut überprüft werden. Dabei wurden auch weitere, bisher nicht untersuchte Wohngebiete in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Es erfolgte eine standardisierte Grünkohlexposition zwischen Mai und August 2020 an insgesamt acht Messpunkten (s. Abbildung 1). Die zwischen Mai und August 2020 exponierten Grünkohlpflanzen zeigten nur noch geringe immissionsbedingte Einträge an PCB mit Werten unterhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW. Offensichtlich hat sich die Immissionssituation am Standort deutlich gegenüber dem Vorjahr verbessert (s. LANUV-Bericht vom 15.10.2020).

Es erfolgte eine zweite Grünkohlexposition zwischen August und November 2020 an allen acht Messpunkten, auf die im Folgenden eingegangen wird. Ziel der Untersuchungen war es zu überprüfen, wie hoch die PCB-Belastung in den untersuchten Nahrungspflanzen im Vergleich zur Hintergrundbelastung in NRW ist.



**Abbildung 1:** Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2020 und den Gebieten der Verzehrbeschränkungen (rot schraffiert)

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

## 2 Methodik

An 8 Messpunkten wurde vom 10.08. bis zum 11.11.2020 Grünkohl nach Standardverfahren in Containern mit Einheitserde exponiert. Die Messpunkte wurden in Abstimmung mit dem Ennepe-Ruhr-Kreis ausgesucht und teilweise von der Stadt Ennepetal, teilweise von Anwohnerinnen und Anwohnern für die Untersuchung zur Verfügung gestellt. Die Messpunkte befanden sich in den eingezäunten Bereichen der Regenrückhaltebecken an der Scharpenberger Straße (MP 1) ca. 300 m östlich der Fa. BIW, an der Pregelstraße (MP 2) ca. 530 m nordwestlich, an der Ambrosius-Brand-Straße (MP 3) ca. 900 m nördlich, am Mönninghof (MP 4) ca. 1,8 km nördlich, auf einem öffentlichen Gelände an der Oelkinghauser Straße (MP 6) ca. 400 m südlich/südwestlich, in Privatgärten an der Oderstraße (MP 7) ca. 630 m westlich sowie am Hilgenplatz (MP 8) ca. 2 km nördlich/nordwestlich und in einer Kleingartenanlage (MP 9) ca. 900 m östlich/ nordöstlich der Fa. BIW.

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 93 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 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). 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. BIW nur ganz bestimmte Kongeneren (PCB 47, 51, 68) emittiert werden, die in technischen PCB kaum enthalten waren und daher im  $PCB_{gesamt}$ -Gehalt nach LAGA nicht miterfasst werden, wurden die Gehalte dieser Kongeneren in den Grünkohlpflanzen aus Ennepetal 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.

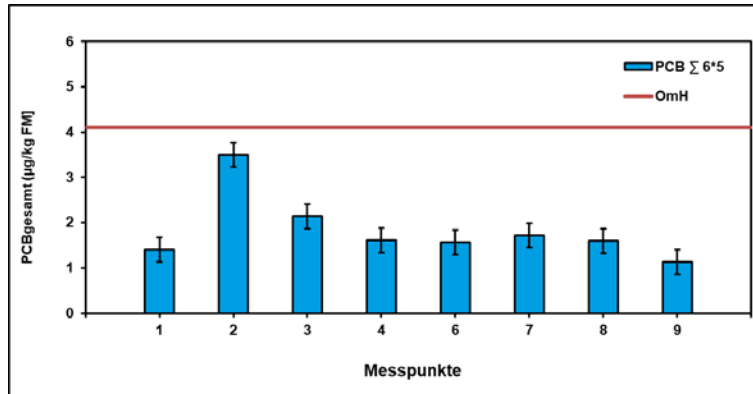
**Tabelle 1:** Gehalte an PCB<sub>gesamt</sub> als Summe der 6 Indikator-PCB x 5, als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 sowie als Summe der Tri- bis Decachlorbiphenyle in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 und 2020 (frühe und späte Exposition)

Messpunkte	PCB <sub>gesamt</sub> 6 PCB x 5 [µg/kg FM]			PCB <sub>gesamt</sub> 6 PCB x 5+ PCB 47, 51, 68 [µg/kg FM]			PCB <sub>gesamt</sub> Tri – Decachlorbiphenyle [µg/kg FM]		
	2019	2020 früh	2020 spät	2019	2020 früh	2020 spät	2019	2020 früh	2020 spät
MP 1	1,5	0,99	1,4	3,9	1,3	1,9	4,0	0,95	1,3
MP 2	3,6	1,3	3,5	39	1,8	9,8	44	1,4	12
MP 3	3,0	0,99	2,1	10	1,1	4,3	11	0,61	4,3
MP 4	2,0	0,71	1,6	7,0	0,80	2,6	7,0	0,35	1,9
MP 6	1,9	1,4	1,6	2,3	1,9	2,1	1,8	1,5	1,3
MP 7	-	1,5	1,7	-	2,1	3,1	-	1,5	2,6
MP 8	-	1,2	1,6	-	1,4	2,2	-	0,74	1,4
MP 9	-	0,96	1,1	-	1,1	1,6	-	0,49	1,1
OmH NRW	4,1	4,1	4,1	-	-	-	3,2	3,2	3,2

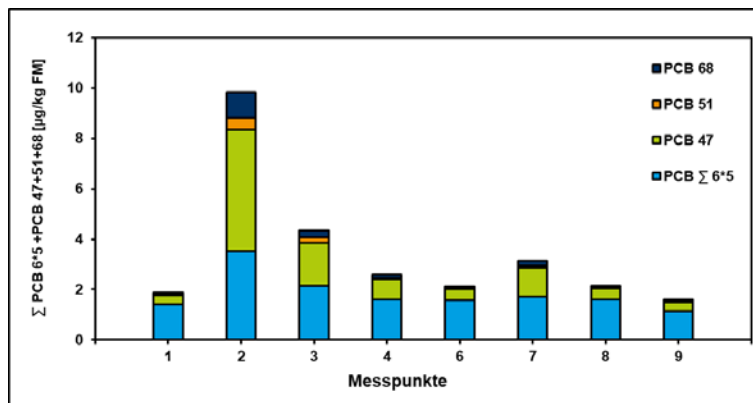
Berechnet man die Summe der 6 Indikator-PCB und multipliziert diese mit dem Faktor 5, wie es normalerweise üblich ist, so betragen die Gehalte für den späten Grünkohl zwischen 1,1 µg/kg in der Frischmasse (= FM) am Messpunkt 9 (Kleingartenanlage östlich/nordöstlich von BIW) und 3,5 µg/kg FM am Messpunkt 2 im Regenrückhaltebecken an der Pregelstraße und liegen damit alle deutlich unterhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) für NRW von 4,1 µg/kg FM (s. Tabelle 1 und Abbildung 3). Die hier ermittelten PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte sind an allen Messpunkten gegenüber dem früher im Jahr (Mai – August) exponierten Grünkohl erhöht und liegen auf einem vergleichbaren Niveau wie bei der gleichen Expositionszeit (August – November) 2019.

Berechnet man den PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalt als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich PCB 47, 51 und 68, ergeben sich Gehalte zwischen 1,6 µg/kg FM am Messpunkt 9 und 9,8 µg/kg FM am Messpunkt 2 (s. Tabelle 1 und Abbildung 4). In allen untersuchten Proben wurden die PCB-Kongenere 47, 51 und 68 nachgewiesen. Die hier ermittelten PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte sind an allen Messpunkten gegenüber dem früher im Jahr (Mai – August) exponierten Grünkohl erhöht. Dabei wurde die Erhöhung an den Messpunkten 1 und 6, die südlich der Fa. BIW liegen, hauptsächlich durch einen leicht höheren Gehalt der Indikator-PCB verursacht. An diesen Messpunkten wird die Summe PCB<sub>gesamt</sub> in erster Linie von den 6 Indikator-PCB bestimmt, wie es im Hintergrund in NRW üblich ist. Auch an den Messpunkten 8 (2 km nördlich der Fa. BIW am Büttenberg) und 9 in einer Kleingartenanlage östlich/ nordöstlich der Fa. BIW sind die Anteile der PCB 47, 51 und 68 an der Gesamtsumme verhältnismäßig gering. An den anderen Messpunkten 2, 3, 4 und 7 wurden auch höhere Einträge der bei der Silikonproduktion

freigesetzten PCB-Kongenere 47, 51 und 68 festgestellt. Der höchste Anteil wurde mit 64 % der Gesamtsumme am Messpunkt 2 direkt nördlich der Fa. BIW ermittelt. Die im Jahr 2020 ermittelten Gehalte waren allerdings deutlich niedriger als in 2019. Am Messpunkt 2 wurde im Jahr 2019 mit 39 mg/kg FM ein vierfach höherer Gehalt ermittelt als 2020.



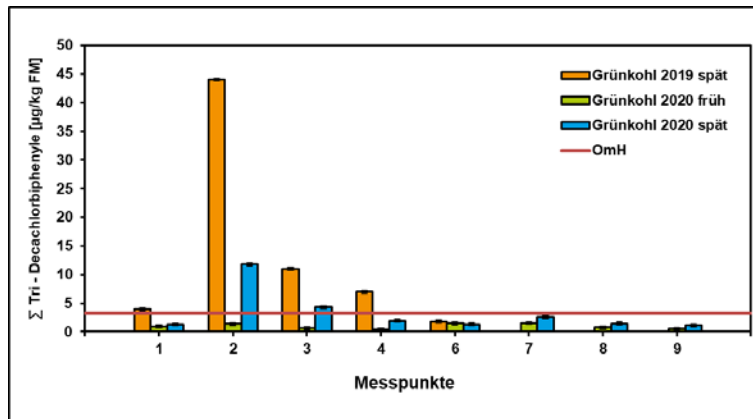
**Abbildung 3:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB\*5 in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2020 inkl. Standardunsicherheit [µg/kg FM], OmH NRW



**Abbildung 4:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB\*5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 (gestapelte Säulen) in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2020 [µg/kg FM]

Da für die Berechnung der PCB<sub>gesamt</sub>-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 1,1 µg/kg FM am Messpunkt 9 und 12 µg/kg FM am Messpunkt 2. Ein Vergleich mit den Hintergrundwerten zeigt, dass der Gehalt an den Messpunkten 2 und 3 oberhalb des OmH für NRW von 3,2 µg/kg FM liegt. Die Gehalte an allen anderen Messpunkten liegen unterhalb des OmH.





**Abbildung 5:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der Tri- bis Decachlorbiphenyle in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 und 2020 inkl. Standardunsicherheit [ $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ ], OmH NRW

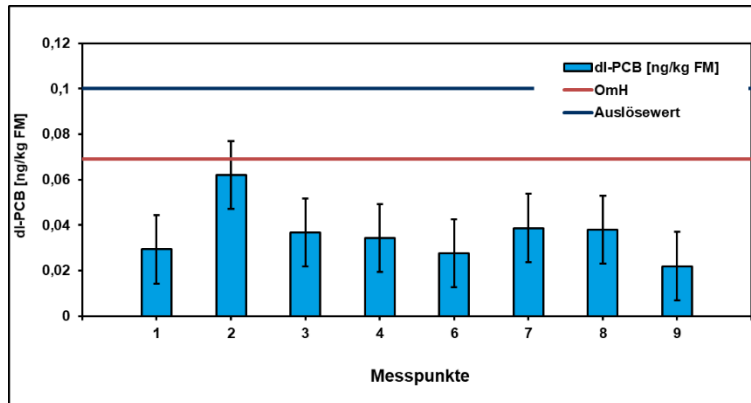
### 3.2 Dioxinähnliche PCB (dl-PCB)

In den Grünkohlpflanzen wurden auch die sogenannten „dioxinähnlichen“ PCB (dl-PCB) erfasst. Dabei handelt es sich um 12 PCB-Kongenerne, 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  $\text{ng TEQ}_{\text{WHO2005}}/\text{kg FM}$  (kurz:  $\text{ng TEQ}/\text{kg FM}$ ) angegeben. Für dl-PCB in pflanzlichen Lebensmitteln gibt es einen EU-Auslösewert von  $0,10 \text{ ng TEQ}/\text{kg FM}$  (Empfehlung EU 2014).

**Tabelle 2:** Gehalte an dl-PCB in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 und 2020 (frühe und späte Exposition)

Messpunkte	dl-PCB [ng TEQ/kg FM]		
	2019	2020 früh	2020 spät
MP 1	0,023	0,031	0,029
MP 2	0,064	0,046	0,062
MP 3	0,034	0,027	0,037
MP 4	0,031	0,026	0,034
MP 6	0,023	0,049	0,028
MP 7	-	0,041	0,039
MP 8	-	0,035	0,038
MP 9	-	0,029	0,022
OmH NRW	0,069	0,069	0,069

Die Gehalte an dl-PCB in den Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,022 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 9 und 0,062 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 2 und liegen damit alle unterhalb des OmH für NRW von 0,069 ng TEQ/kg FM und dem EU-Auslösewert von 0,10 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 2 und Abbildung 6). Die in den zwischen August und November 2020 exponierten Grünkohlpflanzen ermittelten Gehalte unterscheiden sich nicht maßgeblich von denen der Exposition zwischen Mai und August 2020 sowie der Gehalte aus 2019.



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

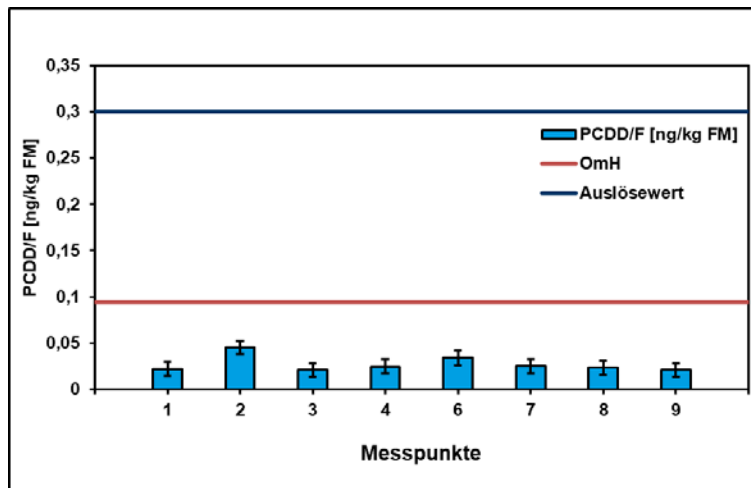
### 3.3 Dioxine und Furane (PCDD/F)

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).

**Tabelle 3:** Gehalte an PCDD/F in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 und 2020 (frühe und späte Exposition)

Messpunkte	PCDD/F [ng TEQ/kg FM]		
	2019	2020 früh	2020 spät
MP 1	0,021	0,022	0,022
MP 2	0,093	0,022	0,045
MP 3	0,033	0,022	0,021
MP 4	0,031	0,019	0,025
MP 6	0,037	0,030	0,034
MP 7	-	0,020	0,025
MP 8	-	0,021	0,023
MP 9	-	0,021	0,021
OmH NRW	0,094	0,094	0,094

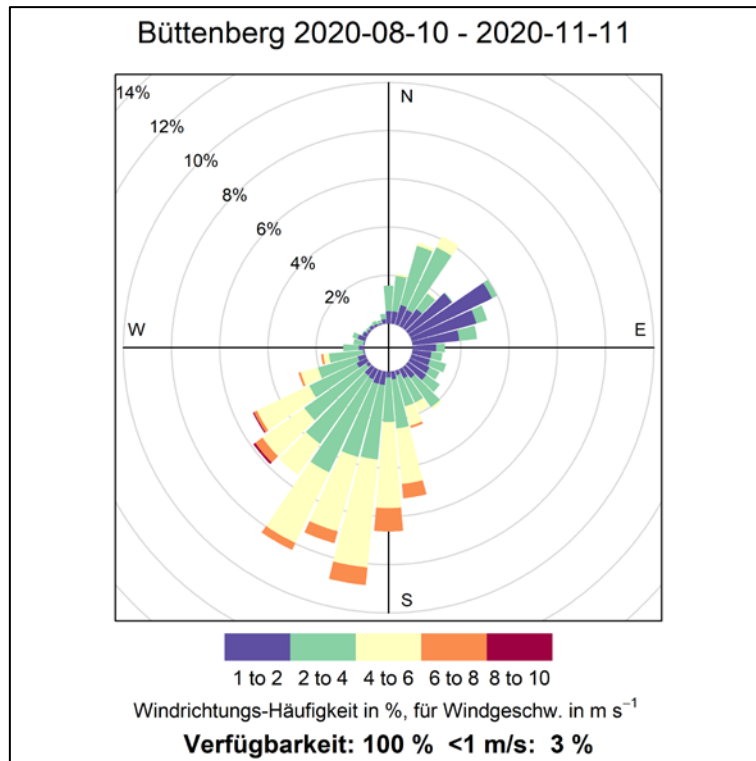
Die Gehalte an Dioxinen und Furanen liegen zwischen 0,021 ng TEQ/kg FM an den Messpunkten 3 und 9 und 0,045 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 2. Die Gehalte an allen Messpunkten in Ennepetal liegen damit unterhalb des OmH für NRW von 0,094 ng TEQ/kg FM und deutlich unterhalb des EU-Auslösewertes von 0,30 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 3 und Abbildung 7). Die in den zwischen August und November 2020 exponierten Grünkohlpflanzen ermittelten Gehalte unterscheiden sich nicht maßgeblich von denen der Exposition zwischen Mai und August 2020 sowie der Gehalte aus 2019.



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

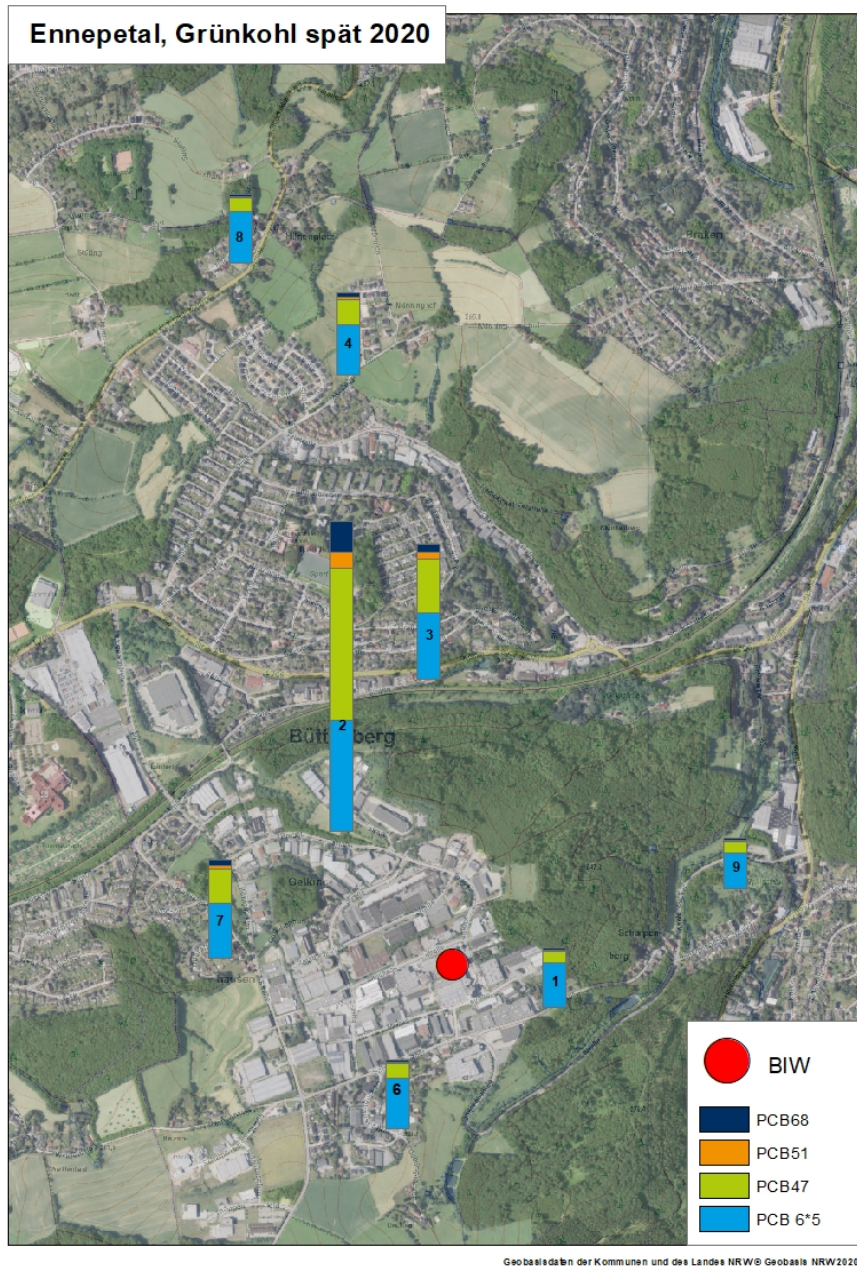
### 3.4 Räumliche Verteilung der PCB

Seit März 2020 misst das LANUV Windrichtungshäufigkeiten und Windgeschwindigkeiten im Untersuchungsgebiet an einer im Wohngebiet am Büttenberg eingerichteten Messstation. So konnten die im Untersuchungszeitraum vorherrschenden Windrichtungen vor Ort erfasst werden (s. Abbildung 8). Im Expositionszeitraum zwischen August und November 2020 war die Hauptwindrichtung Südsüdwest bis Süd mit ebenfalls größeren Anteilen von Wind aus Südwest bis Westsüdwest sowie Südsüdost. Geringere Windanteile gab es auch aus Nordnordost und Ostnordost.



**Abbildung 8:** Windrichtungshäufigkeit und Windgeschwindigkeit am Standort Büttenberg/ Ennepetal während des Expositionszeitraumes

Entsprechend der ermittelten Hauptwindrichtung Südsüdwest bis Südwest konnten nördlich der Fa. BIW an den Messpunkten 2 und 3 die höchsten Einträge der PCB 47, 51 und 68 ermittelt werden (s. Abbildung 9). Die weiter entfernt liegenden Messpunkte im Norden der Fa. BIW wiesen niedrigere Gehalte an PCB 47, 51 und 68 auf. Auch an den Messpunkten westlich, östlich und südlich der Fa. BIW wurden geringere Gehalte ermittelt.



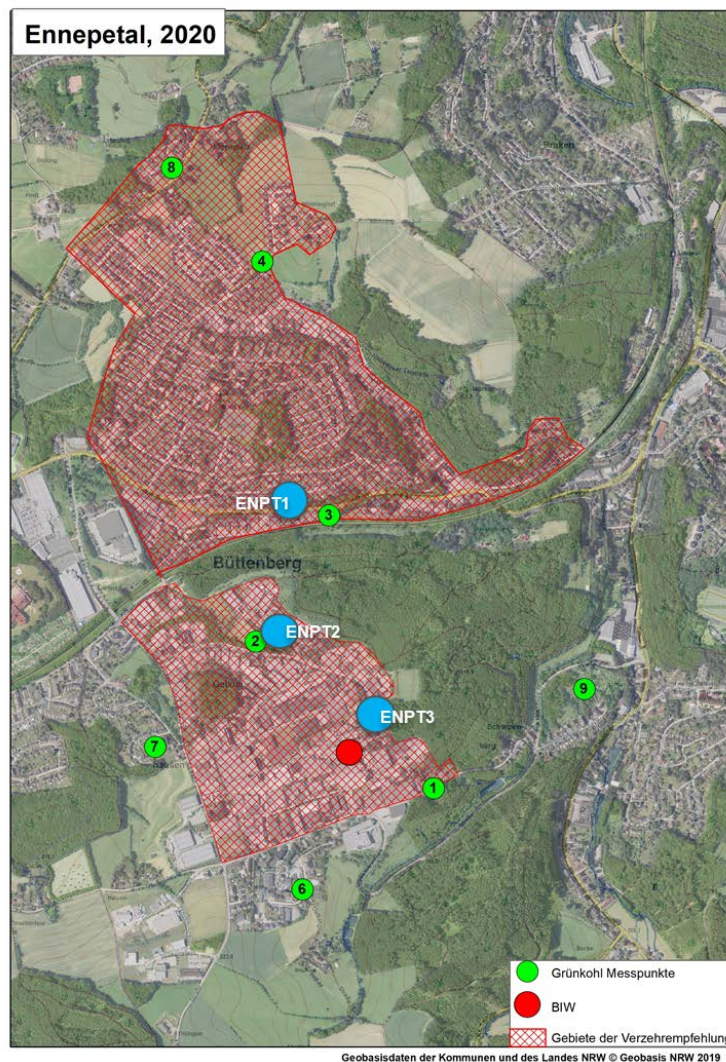
**Abbildung 9:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB\*5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 (gestapelte Säulen) in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal [ $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ ]



### 3.5 Vergleich mit den PCB-Gehalten in der Luft

Im Expositionszeitraum des Grünkohls zwischen Mai und August 2020 wurden vom LANUV in Ennepetal auch PCB-Messungen in der Außenluft (zwei Messpunkte; ENPT1 und ENTP3) und in der Deposition (drei Messpunkten: ENPT1, ENTP2 und ENTP3) durchgeführt. Eine detaillierte Darstellung der Messergebnisse für den Zeitraum Februar bis November kann dem LANUV-Bericht vom 15.01.2021 entnommen werden.

Die Lage dieser drei Messpunkte (ENPT1 – ENTP3) ist in Abbildung 10 zusammen mit den Grünkohlmesspunkten dargestellt. Der Messpunkt ENPT1 liegt im Wohngebiet Büttenberg in unmittelbarer Nähe zum Grünkohl-Messpunkt 3. Der Messpunkt ENPT 2 stimmt mit dem Grünkohl-Messpunkt 2 überein und der Messpunkt ENPT 3 liegt in direkter Nähe zur Fa. BIW.



**Abbildung 10:** Lage der Messpunkte für die Außenluft/ Deposition (blau)

Die  $PCB_{gesamt}$ -Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB\*5 in der Deposition lagen an allen drei untersuchten Messpunkten im typischen Wertebereich von NRW. Die ermittelten Gehalte an den bei der Silikonproduktion freigesetzten PCB-Kongeneren 47, 51 und 68 waren im Nahbereich der Fa. BIW (ENPT 3) höher als an den weiter entfernt liegenden Messpunkten (ENPT 2, 1). Dies deckt sich mit den in Grünkohl ermittelten  $PCB_{gesamt}$ -Gehalten.

Auch die PCB-Außenluftkonzentrationen (Summe der 6 Indikator-PCB\* 5) an den zwei untersuchten Messpunkten ENPT1 und ENPT 3 waren vergleichsweise gering und lagen niedriger als an anderen Standorten in NRW.

Sowohl im Fernbereich (ENPT 1) als auch im Nahbereich der Quelle (ENPT 3) konnten die PCB-Kongenere 47, 51 und 68 in der Außenluft ermittelt werden. Während im Fernbereich die resultierende Gesamtbelastung an PCB im unteren Bereich des NRW-Spektrums liegt, liegt die Belastung im Nahbereich der Quelle, verursacht durch die bei der Silikonkautschukverarbeitung freigesetzten PCB-Kongenere, deutlich über den 2019 an anderen NRW-Messorten ermittelten Werten für PCB<sub>gesamt</sub>.

Im November 2020 wies die Windverteilung vornehmlich Winde aus südlichen Richtungen auf, so dass die Luftkonzentrations-Messwerte der PCB-Kongenere 47, 51 und 68 am Messpunkt ENPT 3 gegenüber Oktober zurückgegangen, während sie am Messpunkt ENPT 1 (Büttenberg) auf den bisher höchsten dort gemessenen Wert angestiegen sind. Im Bereich des Regenrückhaltebeckens an der Pregelstraße (ENPT 2, MP 2) wurden keine Außenluftkonzentrationen gemessen.

Der Anstieg der PCB 47, 51 und 68 in der Außenluft am Büttenberg im November deckt sich mit der Beobachtung bei den Grünkohluntersuchungen. Auch hier wurden in der späten Exposition höhere Gehalte ermittelt.

Eine quantitative Korrelation zwischen der Belastung von Bioindikatoren (vorwiegend Aufnahme gasförmiger PCB) und Depositionsuntersuchungen (vorwiegend partikelgebundener PCB) ist in der Regel nicht möglich.

### **3.6 Fazit der Pflanzenuntersuchungen**

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass an allen untersuchten Messpunkten die bei der Silikonkautschukverarbeitung freiwerdenden PCB-Kongenere 47, 51 und 68 in den zwischen August und November exponierten Grünkohlpflanzen nachgewiesen werden konnten. Die Höhe der in den Grünkohlpflanzen ermittelten Gehalte war dabei in den in Hauptwindrichtung Nord/ Nordwest liegenden Messpunkten höher und nahm mit zunehmender Entfernung zur Fa. BIW ab. Die Einträge dieser PCB waren deutlich geringer als im Jahr 2019 und führten nur an den Messpunkten 2 (Regenrückhaltebecken an der Pregelstraße) und 3 (Regenrückhaltebecken an der Ambrosius-Brand-Straße) zu einer Überschreitung der OmH für NRW. Bei der Grünkohlexposition zwischen Mai und August 2020 wurden keine gegenüber dem OmH erhöhten PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte in den Grünkohlpflanzen ermittelt. Eine mögliche Erklärung dafür sind die wechselnden Windrichtungen, die während dieser Expositionszeit auftraten und sicherlich zu einer stärkeren Verteilung der bei der Fa. BIW emittierten PCB geführt haben.

## 4 Bewertung der Ergebnisse

Expositionsseitig wird wie bei den vorherigen Bewertungen als Konvention ein Verzehr von 250 g Grünkohl pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrt Gemüse - aus dem eigenen Garten angenommen. Diese Menge entspricht in etwa der üblichen Verzehrportion einer einzelnen Mahlzeit. Des Weiteren wird die Annahme getroffen, dass das durchschnittliche Körpergewicht (KG) einer oder eines Erwachsenen 70 kg beträgt.

### 4.1 Bewertung der PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte inklusive der Gehalte an PCB 47, 51 und 68

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat 2003 für das technische PCB-Gemisch Aroclor 1254 eine tolerierbare tägliche Aufnahme (tolerable daily intake: TDI) in Höhe von 20 ng/kg KG/d (d: Tag) abgeleitet (WHO 2003). Dieser TDI-Wert wird mit Bezug auf die PCB-Gesamtbelastung in den untersuchten Proben der Nahrungspflanzen als Berechnungsgrundlage herangezogen. Zur Darstellung der PCB-Gesamtbelastung in den untersuchten Proben wird üblicherweise die Summe der 6 Indikator-PCB 28, 52, 101, 153, 138, 180 mit dem Faktor 5 multipliziert. Im vorliegenden Fall werden zur Ermittlung der PCB-Gesamtbelastung die Konzentrationen von PCB 47, PCB 51 und PCB 68 zu der aus den Indikator-PCB ermittelten Gesamtbelastung dazu addiert, um die besondere Situation im Umfeld silikonverarbeitender Betriebe zu berücksichtigen.

Laut Europäischer Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA, 2012) lag die Aufnahme an PCB<sub>gesamt</sub> von Erwachsenen verschiedener Altersgruppen in Deutschland (Daten aus den Jahren 2008 bis 2010) über den allgemeinen Warenkorb im Mittel zwischen 10,6 und 12,4 ng/kg KG/d.

In Tabelle 4 sind die PCB<sub>gesamt</sub>-Belastungen (inkl. PCB 47, PCB 51 und PCB 68) der Grünkohlproben der Messpunkte 2 und 3 sowie die rein rechnerisch ermittelten Zusatzbelastungen, die sich bei Verzehr von 250 g Grünkohl ergeben würden, sowie die maximale Aufnahmemenge, die unter Einbeziehung der Hintergrundbelastung resultieren würde, aufgeführt. Bei Überschreitung des TDI-Wertes erfolgt die Berechnung der Häufigkeit des aus gesundheitlicher Sicht zulässigen Verzehrs von 250 g Grünkohl. Hierzu wird vom TDI-Wert in Höhe von 20 ng/kg KG/d die maximale Hintergrundbelastung in Höhe von 12,4 ng/kg KG/d subtrahiert, sodass pro Tag 7,6 ng/kg KG zugeführt werden könnten.



**Tabelle 4:** Gehalte an **PCB<sub>gesamt</sub>** ( $\Sigma$ PCB 28, 52, 101, 153, 138, 180 x 5) + PCB 47, 51, 68 in Grünkohlproben am Standort **Ennepetal (Fa. BIW)**, berechnete maximale Zufuhr für eine/n 70 kg schwere/n Erwachsene/n mit und ohne Berücksichtigung des allgemeinen Warenkorbs sowie Empfehlung zur Häufigkeit des Verzehrs von 250 g bei Überschreitung des TDI-Wertes

Messpunkt	Gehalt PCB <sub>gesamt</sub> + PCB 47, 51, 68 in der Grünkohlprobe  [µg/kg FM]	berechnete Zufuhr an PCB <sub>gesamt</sub> + PCB 47, 51, 68 über 250 g  [ng/kg KG/d]	berechnete max. Aufnahme PCB <sub>gesamt</sub> + PCB 47, 51, 68 einschl. allg. Warenkorb (12,4 ng/kg KG/d) [ng/kg KG/d]	Häufigkeit des Verzehrs von 250 g pro Woche
2	9,8	35	47	1-2
3	4,3	15	28	3-4

## 4.2 Fazit der Bewertung

Bezogen auf die zu bewertenden Grünkohlproben aus Ennepetal überschreitet die **PCB<sub>gesamt</sub>-Belastung** ( $\Sigma$ PCB 28, 52, 101, 153, 138, 180 x 5) + PCB 47, 51, 68) unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung aus dem allgemeinen Warenkorb in Höhe von 12,4 ng/kg KG/d rein rechnerisch an den beiden Messpunkten 2 und 3 den von der WHO (2003) für das technische PCB-Gemisch Aroclor 1254 abgeleiteten TDI-Wert in Höhe von 20 ng/kg KG/d,

Bei täglichem Verzehr von derart belastetem Grünkohl könnte nach jetzigem Kenntnisstand eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei Verzehr des Grünkohls am Messpunkt 2 und 3 nicht ausgeschlossen werden. Die im Sinne des vorsorgenden Gesundheitsschutzes berechneten zulässigen Verzehrsmengen sind in Tabelle 4 aufgeführt.

## 5 Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

Im Untersuchungsgebiet in Ennepetal wurden in den zwischen August und November 2020 exponierten Grünkohlpflanzen an sechs von acht Messpunkten nur geringe immissionsbedingte Einträge an PCB mit Werten unterhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW ermittelt.

An den zwei in Hauptwindrichtung zur Fa. BIW liegenden Messpunkten 2 und 3 wurden allerdings, anders als bei der Exposition von Mai bis August, PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte ermittelt, die oberhalb des OmH liegen.

Ursächlich dafür waren zum einen die unterschiedlichen Windrichtungshäufigkeiten während der beiden Expositionszeiten. Während die Windrichtung zwischen Mai und August stark variierte, kam der Wind zwischen August und November hauptsächlich aus Südsüdwest bis Süd mit ebenfalls größeren Anteilen von Wind aus Südwest bis Westsüdwest sowie Südsüdost. Geringere Windanteile gab es auch aus Nordnordost und Ostnordost. Dies führte offensichtlich zu einer höheren Immissionsbelastung in nord- bzw. nordwestlicher Richtung.

Zur weiteren Plausibilisierung der Ergebnisse wäre zu überprüfen, inwiefern der Einsatz des chlorierten Vernetzers und die damit verbundenen Emissionen des Unternehmens sich im Laufe des Jahres entwickelt haben.

Die an den beiden betroffenen Messpunkten ermittelten PCB-Gehalte und der Anteil der bei der Silikonkautschukverarbeitung freigesetzten Kongenere 47, 51 und 68 waren allerdings deutlich geringer als im Jahr 2019.


Da die ermittelten PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte an den Messpunkten 1, 4, 6, 7, 8 und 9 – 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 an diesen Messpunkten nicht erforderlich.

Die gesundheitliche Bewertung der PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte im Grünkohl an den Messpunkten 2 und 3 ergab, dass bei täglichem Verzehr von derart belastetem Grünkohl nach jetzigem Kenntnisstand eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht ausgeschlossen werden kann. Als zulässige Verzehrsmengen ergaben sich 1 – 2 mal pro Woche für den Messpunkt 2 und 3 – 4 mal pro Woche für den Messpunkt 3. Im Vergleich zum Jahr 2019 stellen diese höheren Verzehrsmengen, die aus der deutlich geringeren Belastung resultieren, eine positive Entwicklung dar.

Vor diesem Hintergrund könnte die derzeit bestehenden Verzehrempfehlungen aus Sicht des LANUV angepasst bzw. teilweise zurückgenommen werden, insbesondere dann, wenn die Fa. BIW den Einsatz des chlorhaltigen Vernetzers weiter reduziert.

Dabei könnte die bisher im direkten Umfeld der Fa. BIW im Industriegebiet Oelkinghausen ausgesprochene Nichtverzehrempfehlung für Blattgemüse dahingehend verändert werden, dass Blattgemüse aus dem eigenen Anbau nicht häufiger als 1 - 2 mal pro Woche verzehrt werden sollte.

Eine Ausweitung des bisher ausgewiesenen Gebietes nach Westen (Bereich Messpunkt 7 in der Oderstraße), nach Süden (Messpunkt 6) sowie nach Osten (Messpunkt 9 in einer Kleingartenanlage) ist aus Sicht des LANUV nicht notwendig, da an diesen Messpunkten im Jahr 2020 zu beiden Expositionszeiten keine Überschreitung des OmH festgestellt wurde.

An den Messpunkten 4 und 8 im Norden des Wohngebietes Büttenberg nördlich der Fa. BIW wurden im Jahr 2020 ebenfalls keine Überschreitungen des OmH ermittelt. Aufgrund der PCB-Belastung am Messpunkt 3 sollte aus Sicht des LANUV die bisher geltende Verzehrempfehlung im Wohngebiet am Büttenberg allerdings nicht vollständig entfallen. Da auch bei den Außenluftmessungen am Messpunkt ENPT  eine auffällig hohen PCB-Gehalte in der Außenluft ermittelt wurden, beschränkt sich die derzeitige Immissionsbelastung offensichtlich auf den unteren Bereich des Wohngebietes. Das LANUV schlägt vor den Bereich der Verzehrempfehlung etwa bis auf die Höhe der Grundschule Büttenberg bzw. auf eine Entfernung von ca. 1000 m von der Fa. BIW zu verkleinern. Die dort auszusprechende Verzehrempfehlung sollte sich an der gesundheitlichen Bewertung des Messpunktes 3 orientieren, d. h., dass Blattgemüse nicht häufiger als 3 – 4 mal pro Woche verzehrt werden sollte.

Da in der Grünkohlexposition zwischen August und November 2020 an zwei Messpunkten nach wie vor gegenüber dem Hintergrund erhöhte PCB-Gehalte festgestellt wurden, schlägt

das LANUV vor auch im Jahr 2021 in Ennepetal erneut Grünkohl zu exponieren. Die genaue Messplanung sollte noch abgestimmt werden. Es ist aus Sicht des LANUV nicht erforderlich an allen Messpunkten erneut Grünkohl zu exponieren.

## 6 Literatur

EFSA (European Food Safety Authority, 2012): Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed, EFSA Journal 2012; 10(7): 2832

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

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

WHO (World Health Organization, 2003): Polychlorinated biphenyls: Human Health Aspects. World Health Organization, Geneva, Switzerland Concise International Chemical Assessment Document 55