



# Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Ennepetal

2019

## IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen  Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen  Recklinghausen (07.01.2020)
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), FB 44 (Analytik)
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 .....	12
3.5	Fazit der Pflanzenuntersuchungen .....	13
4	Bewertung der Ergebnisse .....	14
4.1	$PCB_{gesamt}$ -Belastung .....	14
4.2	PCDD/F und dl-PCB-Belastung .....	15
5	Zusammenfassung .....	17
7	Weiteres Vorgehen .....	19
6	Literatur .....	20

# 1 Einleitung

In Ennepetal wurden im direkten Umfeld der Firma BIW im Industriegebiet Oelkinghausen Partikelniederschläge festgestellt, die erhöhte Gehalte an bestimmten PCB-Verbindungen, sogenannten Kongeneren, enthielten. Deshalb wurde das LANUV beauftragt im Umkreis der Firma zu untersuchen, ob Nahrungspflanzen mit PCB belastet sind.

Zur orientierenden Beprobung wurde dazu im Juli 2019 ein Screening von Löwenzahn durchgeführt. An insgesamt 8 Messpunkten wurde wild wachsender Löwenzahn geerntet und auf seine Inhaltsstoffe untersucht. An 6 von 8 Messpunkten wurden PCB-Gehalte ermittelt, die oberhalb der Hintergrundgehalte für NRW liegen. Es wurde vorsorglich eine Verzehrempfehlung für die mutmaßlich beaufschlagten Bereiche ausgesprochen (vgl. Bericht des LANUV vom 04.09.2019).

Von August bis November erfolgte dann eine standardisierte Grünkohlexposition. Dazu wurden an 6 Messpunkten im mutmaßlich betroffenen Bereich Grünkohlpflanzen in Containern mit Einheitserde ausgebracht, nach drei Monaten geerntet und auf ihre Gehalte an PCB untersucht (s. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2019

Ziel der Untersuchungen war es zu überprüfen, wie hoch die PCB-Belastung in den untersuchten Nahrungspflanzen im Vergleich zur Hintergrundbelastung in NRW ist. Außerdem sollten die ermittelten Gehalte gesundheitlich bewertet werden.

Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Grünkohluntersuchungen und deren Bewertung aus dem Jahr 2019 detailliert dargestellt.

## 2 Methodik

An 6 Messpunkten wurde vom 15.08. bis zum 14.11.2019 Grünkohl nach Standardverfahren in Containern mit Einheitserde exponiert. Die Messpunkte wurden in Abstimmung mit dem Ennepe-Ruhr-Kreis ausgesucht und von der Stadt Ennepetal für die Untersuchung zur Verfügung gestellt. Es handelt sich um öffentliche Flächen. 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 nördlich, an der Ambrosius-Brand-Straße (MP 3) ca. 900 m nordöstlich, am Mönninghof (MP 4) ca. 1,8 km nördlich sowie auf einem Gelände am Hagelsiepen (MP 5) ca. 750 m westlich und an der Oelkinghauser Straße (MP 6) ca. 400 m südlich 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 91 Tagen Expositionszeit geerntet und in Aluminiumboxen ins LANUV transportiert. Bei der Ernte wurden nur verzehrfähige Blätter entnommen. Im LANUV erfolgte die küchenfertige Aufarbeitung der Proben zu einer homogenen Mischprobe je Messpunkt. Das Pflanzenmaterial wurde gründlich gewaschen, schockgefroren und anschließend gefriergetrocknet. Nach dem Vermahlen wurde es zur Bestimmung der 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 an das LANUV-Labor übergeben.



**Abbildung 2:** Grünkohlexpositionsverfahren

### 3 Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Grünkohlexposition von August bis November 2019 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 [1]. Dargestellt wird der Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in Grünkohl von 10 verschiedenen Hintergrundstationen aus dem 10-Jahreszeitraum von 2009 bis 2018. Messwerte, die den OmH abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens überschreiten, werden als Hinweis auf eine vorliegende Immissionsbelastung durch die untersuchte Substanz gewertet.

#### 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 gebundenem Chloratom bis PCB 209 mit 10 Chloratomen.

Da die Bestimmung der 209 PCB-Kongenerere einen unverhältnismäßig hohen Aufwand darstellt, wurde Mitte der 1980er Jahre durch das Bundesgesundheitsamt vorgeschlagen, nur die 6 PCB-Kongenerere 28, 52, 101, 138, 153 und 180 als Indikator-Kongenerere 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 Kongenerere in Nahrungspflanzen ab.

Da bei der Silikonkautschukherstellung der Fa. BIW nur ganz bestimmte Kongenerere (PCB 47, 51, 68) emittiert werden, wurden die Gehalte dieser Kongenerere in den Löwenzahnproben aus Ennepetal zusätzlich bestimmt und auch in größeren Mengen gefunden.

Um sicher zu gehen, dass bei der Analyse alle relevanten PCB-Kongenerere ermittelt wurden und um herauszufinden, welcher Summenwert die Gesamtsumme der PCB am besten abbildet, wurden exemplarisch drei der Löwenzahnproben in einem externen Labor auf alle 209 Kongenerere nachanalysiert.

Insgesamt bestätigen die externen Analysen den Befund des LANUV, dass die PCB-Belastung der untersuchten Proben durch den Eintrag von PCB 47 dominiert wird. Dieses Kongenerere allein liegt in ca. zwei- bis vierfacher Konzentration gegenüber der Summe der 6 Indikator-PCB x 5 vor. Die externen Analysen der Löwenzahnproben zeigen auch, dass außer den bereits betrachteten Kongenereren 47, 51, und 68 keine weiteren relevanten Kongenerere gefunden wurden.

Der aus den Homologensummen der Tri-bis Decachlorbiphenyle gebildete orientierende Wert für die PCB-Gesamtbelastung übersteigt in den nachanalysierten Löwenzahnproben die Summe aus dem üblichen PCB-Gesamtwert ( $PCB_6 \times 5$ ) und den Kongenereren 47, 51 und 68.

Da letztere Berechnungsweise auf einzeln quantifizierten Kongeneren beruht, weist sie im Vergleich zur Homologensumme eine höhere analytische Sicherheit auf und sollte daher für alle weiteren im Zusammenhang mit der Silikonkautschukproduktion stehenden Analysen als Maß für die PCB-Gesamtbelastung herangezogen werden.

Dementsprechend werden zur gesundheitlichen Bewertung in den Grünkohlproben die Gehalte der PCB 47, 51 und 68 zusätzlich bestimmt und zu der Summe der 6 Indikator-PCB x Faktor 5 addiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

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

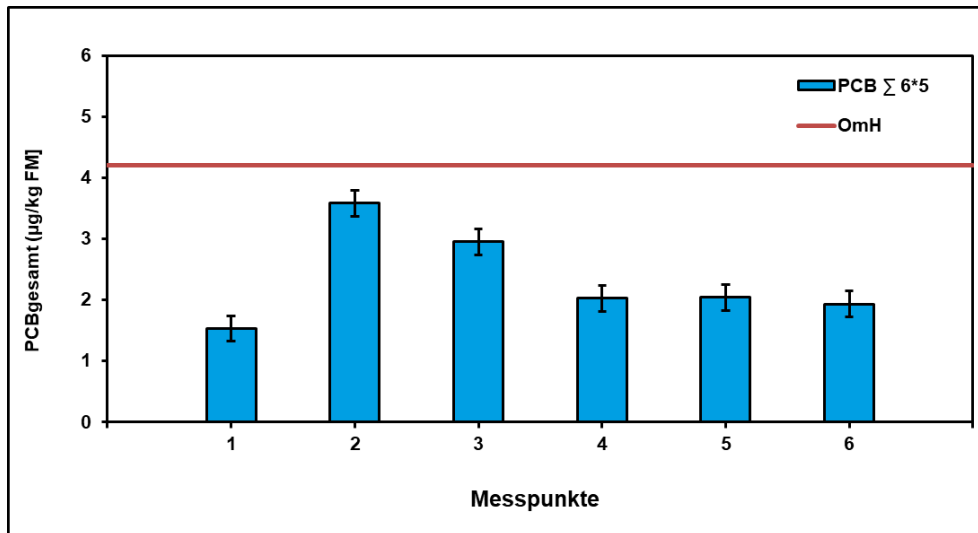
Um dennoch eine Beurteilung bezüglich der Hintergrundbelastung durchführen zu können, wurden auch die Summen der Tri- bis Decachlorbiphenyle aufgeführt, für die Hintergrundwerte vorliegen.

**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

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]
MP 1	1,5	3,9	4,0
MP 2	3,6	39	44
MP 3	3,0	10	11
MP 4	2,0	7,0	7,0
MP 5	2,0	3,8	3,7
MP 6	1,9	2,3	1,8
OmH NRW	4,2	-	3,2

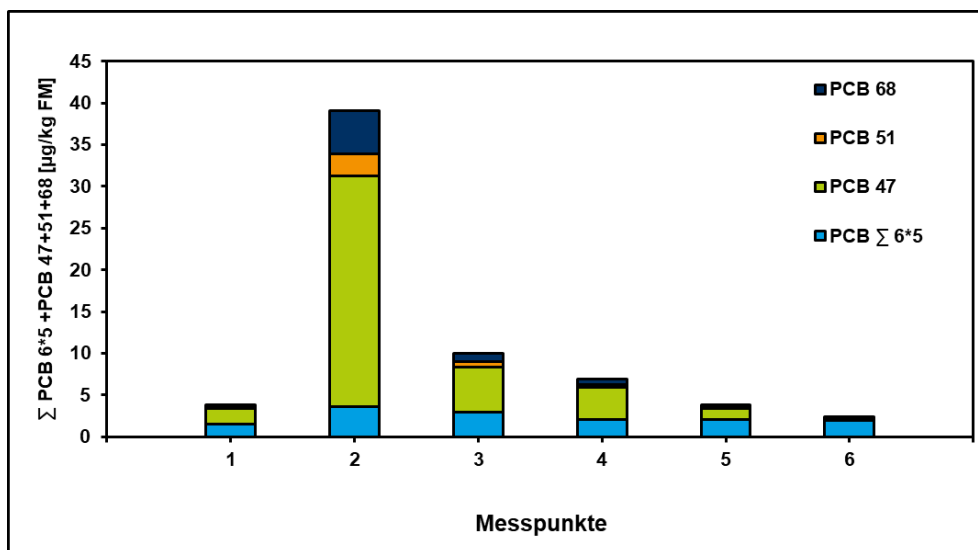
Berechnet man die Summe der 6 Indikator-PCB und multipliziert diese mit dem Faktor 5, wie es normalerweise üblich ist, so betragen die Gehalte zwischen 1,5 µg/kg in der Frischmasse (= FM) am Messpunkt 1 (Regenrückhaltebecken an der Scharpenberger Straße) und 3,6 µg/kg FM am Messpunkt 2 im Regenrückhaltebecken an der Pregelstraße und liegen damit alle unterhalb des Orientierungswertes für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) für NRW von 4,2 µg/kg FM (s. Tabelle 1 und Abbildung 3).

Dies war nach den Voruntersuchungen (s. o.) so zu erwarten. Beim Löwenzahnscreening wurde bereits festgestellt, dass nur die bei der Silikonkautschukherstellung freigesetzten Kongenere PCB 47, 51 und 68 in erhöhten Konzentrationen vorlagen, nicht aber die 6 Indikator-PCB.



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

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 2,3 µg/kg FM am Messpunkt 6 südlich und 39 µg/kg FM am Messpunkt 2 nördlich der Fa. BIW (s. Tabelle 1 und Abbildung 4). Auch die PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte an den Messpunkten 3 und 4, die sich in nördlicher Richtung anschließen und das Wohngebiet Büthenberg eingrenzen, weisen höhere Gehalte von 10 bzw. 7,0 µg/kg FM auf.



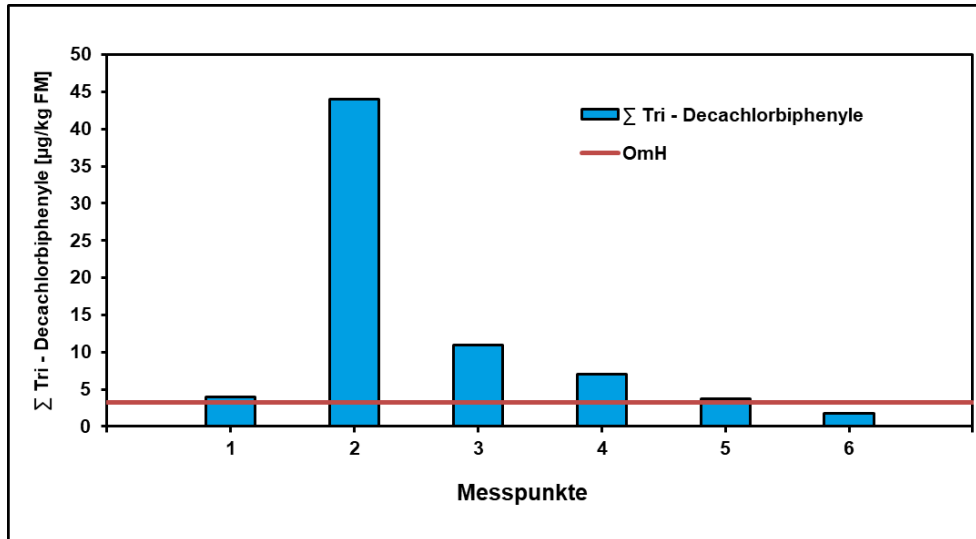
**Abbildung 4:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB\*5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 (gestapelte Säulen) in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal [µg/kg FM]

In Abbildung 4 ist darüber hinaus zu erkennen, dass der Anteil der PCB 47, 51 und 68 an der Gesamtsumme am Messpunkt 6 mit 17 % vergleichsweise niedrig ist und dort die Summe PCB<sub>gesamt</sub> in erster Linie von den 6 Indikator-PCB bestimmt wird, wie es im Hintergrund in NRW üblich ist. An den Messpunkten 1 und 5 liegt der Anteil der PCB 47, 51 und 68 allerdings bei etwa 50 %. Hier ist ein deutlicher Eintrag der bei der Silikonkautschukherstellung freiwerdenden Kongenere feststellbar. Am Messpunkt 2 liegt der Anteil bei 92 % und an den



Messpunkten 3 und 4 bei jeweils rund 70 %. An diesen Messpunkten dominieren die Einträge der PCB aus der Silikonkautschukherstellung.

Die Ergebnisse zeigen, dass die PCB-Emissionen der Fa. BIW, sofern sie nicht in den beschriebenen weißen Flocken emittiert werden, auch gasförmig sehr weit verbreitet werden können. Der Messpunkt 4 liegt etwa 1,8 km nördlich, allerdings ungefähr auf gleicher Höhe wie die Fa. BIW und ist damit gut anströmbar.



**Abbildung 5:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der Tri- bis Decachlorobiphenyle in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal [µg/kg FM], OmH NRW

Da es 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 gibt, wird in Tabelle 1 und Abbildung 5 die Summe der Tri- bis Decachlorobiphenyle dargestellt. Diese Summe beträgt zwischen 1,8 µg/kg FM am Messpunkt 6 und 44 µg/kg FM am Messpunkt 2. Ein Vergleich mit den Hintergrundwerten zeigt, dass nur der Gehalt am Messpunkt 6 unterhalb des OmH für NRW von 3,2 µg/kg FM liegt. Die Gehalte an den Messpunkten 1 und 5, die östlich bzw. nordwestlich der Fa. BIW liegen, sind gegenüber dem Hintergrund nur leicht erhöht. Eine deutliche Erhöhung weisen der Messpunkt 2 (14fach erhöht), der Messpunkt 3 (3,5fach erhöht) und der Messpunkt 4 (2fach erhöht) nördlich der Fa. BIW auf.

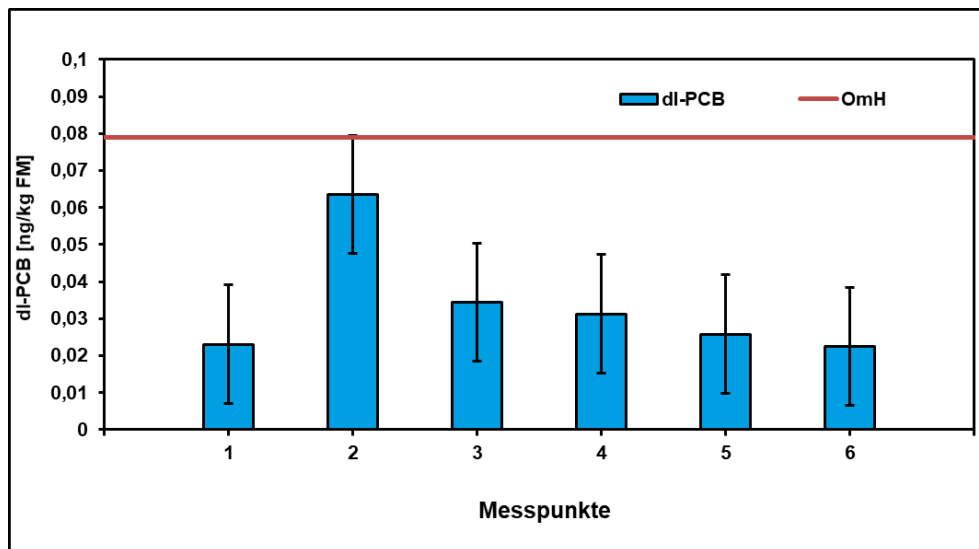
### 3.2 Dioxinähnliche PCB (dl-PCB)

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 ng TEQ<sub>WHO2005</sub>/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 [2].

**Tabelle 2:** Gehalte an dl-PCB in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal

Messpunkte	dl-PCB [ng TEQ/kg FM]
MP 1	0,023
MP 2	0,064
MP 3	0,034
MP 4	0,031
MP 5	0,026
MP 6	0,023
OmH NRW	0,079

Die Gehalte an dl-PCB in den Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,023 ng TEQ/kg FM an den Messpunkten 1 und 6 und 0,064 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 2 und liegen damit alle unterhalb des OmH für NRW von 0,079 ng TEQ/kg FM und dem EU-Auslösewert von 0,10 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 2 und Abbildung 6). Der zuvor in Löwenzahn am Messpunkt 2 ermittelte leicht über dem EU-Auslösewert liegende dl-PCB-Wert (s. LANUV-Bericht vom 04.09.2019) konnte durch die Untersuchung mit Grünkohlpflanzen nicht bestätigt werden.

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

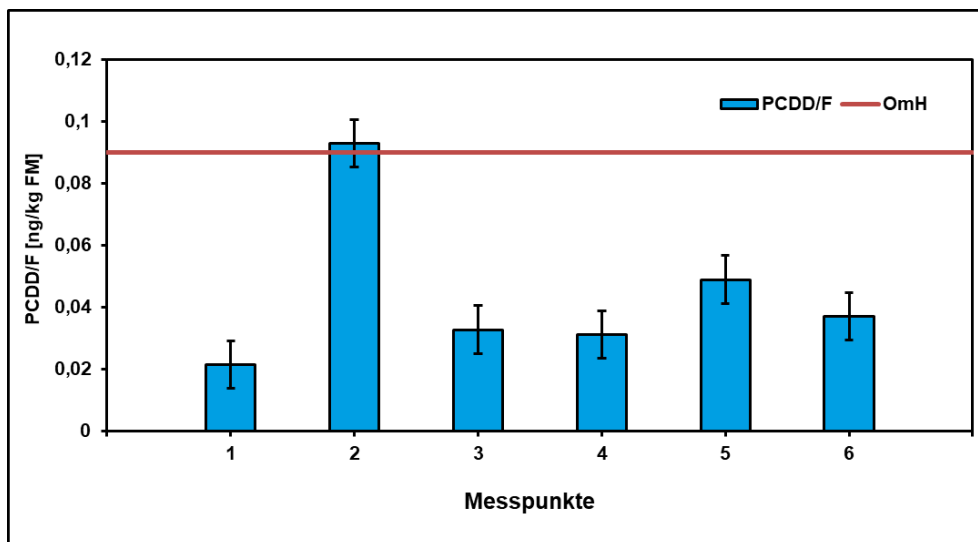
### 3.3 Dioxine und Furane (PCDD/F)

Zusätzlich zu den Untersuchungen auf PCB wurden in den Grünkohlpflanzen auch die Gehalte der Polychlorierten Dibenzodioxine und –Furane (PCDD/F) ermittelt. Für PCDD/F gibt es ebenfalls einen EU-Auslösewert von 0,30 ng TEQ/kg FM [2].

**Tabelle 3:** Gehalte an PCDD/F in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal

Messpunkte	PCDD/F [ng TEQ/kg FM]
MP 1	0,021
MP 2	0,093
MP 3	0,033
MP 4	0,031
MP 5	0,049
MP 6	0,037
OmH NRW	0,090

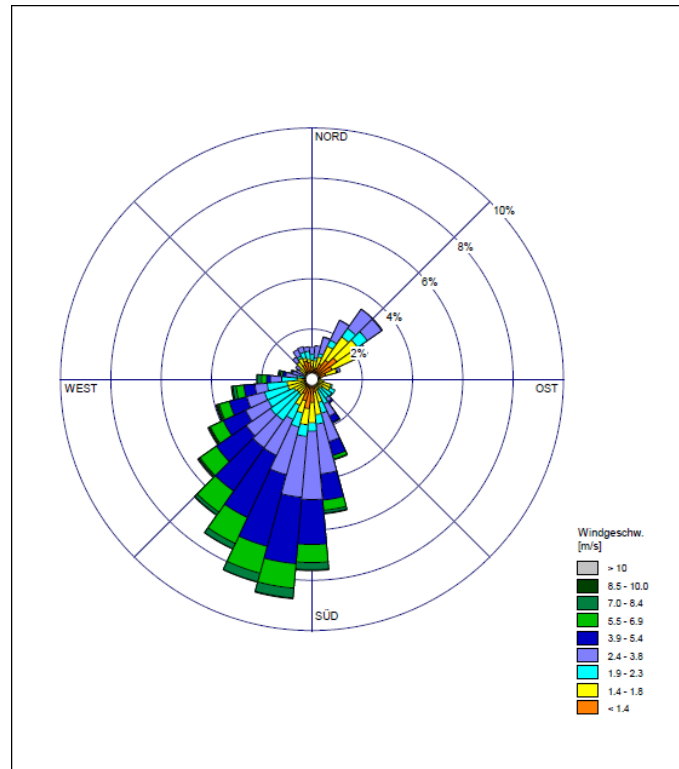
Die Gehalte an Dioxinen und Furanen liegen zwischen 0,021 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 1 und 0,093 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 2. Wie zu Beginn des Kapitels erläutert, werden Messwerte als Hinweis auf eine vorliegende Immissionsbelastung durch die untersuchte Substanz gewertet, wenn diese den OmH der Hintergrundbelastung abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens überschreiten. Unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit von 0,0077 ng TEQ/ kg FM lagen damit die Gehalte an allen Messpunkten in Ennepetal unterhalb des OmH für NRW von 0,090 ng TEQ/kg FM und deutlich unterhalb des EU-Auslösewertes von 0,30 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 3 und Abbildung 6).



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

### 3.4 Räumliche Verteilung der PCB

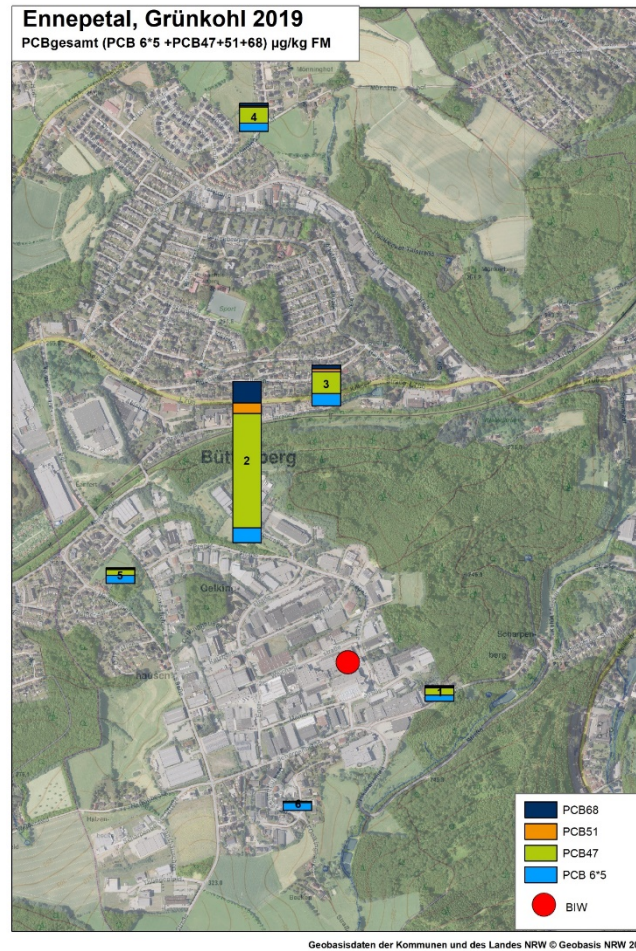
Die langjährige Windverteilung weist für den Standort des Gewerbegebietes Oelkinghausen als Hauptwindrichtungen Süd bis Südwest aus (s. Abbildung 7).



**Abbildung 7:** Windverteilung am Standort der Fa. BIW (langjähriges Mittel)

Durch Wind aus diesen Richtungen lässt sich die räumliche Verteilung der PCB-Gehalte in den Grünkohlproben sehr gut erklären und ein Zusammenhang zur vermuteten Quelle, der Fa. BIW, herstellen (s. Abbildung 8).

Die Belastungen waren direkt nördlich der Fa. BIW am Messpunkt 2 am höchsten und nahmen nach Norden hin ab, zeigten aber auch am Messpunkt 4 am nördlichen Ende des Wohngebietes Büttenberg noch eine deutliche Erhöhung. Dagegen waren die PCB-Gehalte an den Messpunkten westlich, südlich und östlich der Fa. BIW (MP 1, 5, 6) ungefähr auf dem Niveau des Hintergrundes in NRW.



**Abbildung 8:** 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 [µg/kg FM]

### 3.5 Fazit der Pflanzenuntersuchungen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Untersuchungsgebiet in Ennepetal in zwischen August und November 2019 exponierten Grünkohlpflanzen immissionsbedingte Einträge an PCB ermittelt wurden. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um die PCB-Kongenerne 47, 51 und 68, die beim Prozess der Silikonkautschukherstellung freigesetzt werden. Aufgrund der PCB-Zusammensetzung in den untersuchten Löwenzahn- und Grünkohlpflanzen sowie der räumlichen Verteilung der Immissionen, ist davon auszugehen, dass die Fa. BIW ursächlich für die Belastung ist.

## 4 Bewertung der Ergebnisse

Expositionsseitig wird als Konvention ein Verzehr von 250 g Grünkohl pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrtes Gemüse - aus dem eigenen Garten zu Grunde gelegt. Diese Menge entspricht in etwa der üblichen Verzehrportion einer einzelnen Mahlzeit. Für die Beprobung wurde die Grünkohlpflanze ausgewählt, da diese die hier interessierenden Schadstoffe im Vergleich zu vielen anderen Gemüsepflanzen besonders stark anreichert. Des Weiteren wird die Annahme getroffen, dass das durchschnittliche Körpergewicht (KG) einer oder eines Erwachsenen 70 kg beträgt.

### 4.1 PCB<sub>gesamt</sub>-Belastung

Die Weltgesundheitsorganisation [5] 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. 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, 51 und 68 zu der aus den Indikator-PCB ermittelten Gesamtbelastung dazu addiert, um die besondere Situation im Umfeld der Firma BIW zu berücksichtigen.

**Tabelle 4:** Gehalte an PCB<sub>gesamt</sub> ( $((\sum \text{PCB } 28, 52, 101, 153, 138, 180) \times 5) + \text{PCB } 47 + \text{PCB } 51 + \text{PCB } 68$ ) in Grünkohlproben aus Containern im Umfeld der Firma BIW im Ortsteil Oelkinghausen in Ennepetal, berechnete maximale Zufuhr für eine/einen 70 kg schwere/schweren Erwachsene/Erwachsenen mit und ohne Berücksichtigung des allgemeinen Warenkorbs sowie Empfehlung zur Häufigkeit des Verzehrs von 250 g Grünkohl bei Überschreitung des TDI-Wertes

Messpunkt	Gehalt PCB <sub>gesamt</sub> in der Grünkohlprobe  [µg/kg FM]	berechnete Zufuhr an PCB <sub>gesamt</sub> über 250 g Grünkohl  [ng/kg KG/d]	berechnete max. Aufnahme PCB <sub>gesamt</sub> einschl. allg. Warenkorb (12,4 ng/kg KG/d) [ng/kg KG/d]	Häufigkeit des Verzehrs von 250 g Grünkohl pro Woche
01	3,9	14	26	3 - 4
02	39	140	152	1 – 2 Mal (1,5 Portionen) in 4 Wochen
03	10	36	48	1 – 2
04	7,0	25	37	2
05	3,8	14	26	3 - 4
06	2,3	8,2	21	6 - 7

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

In Tabelle 4 werden die PCB<sub>gesamt</sub>-Belastungen der Grünkohlproben ((Summe der 6 Indikator-PCB 28, 52, 101, 153, 138, 180 mit dem Faktor 5 multipliziert) + PCB 47 + PCB 51 + PCB 68) der einzelnen Standorte sowie die rein rechnerisch ermittelten Zusatzbelastungen an PCB<sub>gesamt</sub>, die sich bei Verzehr von 250 g der hier untersuchten Grünkohlpflanzen ergeben würden und die maximale Aufnahmemenge, die bei Verzehr von 250 g Grünkohl unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung aus dem allgemeinen Warenkorb in Höhe von 12,4 ng/kg KG/d resultieren würde, aufgeführt. Bei Überschreitung des TDI-Wertes erfolgt die Berechnung der Häufigkeit des möglichen Verzehrs von 250 g des entsprechenden Gemüses, bei der der TDI-Wert rein rechnerisch eingehalten wird. 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 und somit pro Woche 53,2 ng/kg KG an PCB<sub>gesamt</sub>-Belastung durch das Gemüse (250 g) zugeführt werden könnten.

## 4.2 PCDD/F und dl-PCB-Belastung

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit [3] hat 2018 ein neues gesundheitsbezogenes Bewertungskriterium für Dioxine, Furane und dioxinähnliche PCB (dl-PCB) veröffentlicht. Der bisher vom LANUV herangezogene TWI-Wert (Tolerable Weekly Intake) des europäischen „Scientific committee on food“ [4] in Höhe von 14 pg TEQ/kg KG/w (w: Woche) wurde von der EFSA auf 2 pg TEQ<sub>WHO2005</sub>/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 [3] 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 2,1<sup>1</sup> und 10,5<sup>2</sup> pg TEQ<sub>WHO2005</sub>/kg KG/w. Das 95. Perzentil liegt zwischen 5,3<sup>1</sup> und 30,4<sup>2</sup> pg TEQ<sub>WHO2005</sub>/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 [3].

---

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

Somit ist im vorliegenden Fall aufgrund der grundsätzlich hohen Belastung im allgemeinen Warenkorb (s. o.) eine Bewertung anhand des TWI-Wertes in Höhe von 2 pg TEQ<sub>WHO2005</sub>/kg KG/w nicht zielführend, da der TWI-Wert bereits alleine über die mittlere Belastung aus dem allgemeinen Warenkorb ausgeschöpft bzw. überschritten wird.

Daher wird im Folgenden keine gesundheitliche Bewertung der vorliegenden Belastungen vorgenommen. Eine statistische Einordnung der Höhe der PCDD/F- und dl-PCB-Belastung der Grünkohlproben aus dem Umfeld der Firma BIW im Ortsteil Ennepetal-Oelkinghausen wurde durch einen Vergleich mit der typischen Belastungshöhe von lokal angebautem Grünkohl in NRW vorgenommen (s. Kapitel 3.2 und 3.3).

### **Fazit**

Eine Bewertung der **PCDD/F- und dl-PCB-Belastung** in den hier untersuchten Grünkohlproben anhand des von der EFSA 2018 abgeleiteten TWI-Wertes in Höhe von 2 ng TEQ<sub>WHO2005</sub>/kg KG/w ist nicht zielführend, da laut EFSA der TWI-Wert alleine über den allgemeinen Warenkorb ausgeschöpft bzw. überschritten wird.

Bezogen auf die **PCB<sub>gesamt</sub>-Belastungen** wäre rein rechnerisch, bei Verzehr der zu bewertenden Grünkohlproben aus dem Umfeld der Firma BIW in Ennepetal-Oelkinghausen, der von der WHO für das technische PCB-Gemisch Aroclor 1254 abgeleitete TDI-Wert in Höhe von 20 ng/kg KG/d für die untersuchten Grünkohlproben, unter Berücksichtigung der von der EFSA ermittelten oberen Grenze der mittleren Aufnahme an PCB<sub>gesamt</sub> über den allgemeinen Warenkorb in Höhe von 12,4 ng/kg KG/d an allen Messpunkten überschritten.

Bei täglichem Verzehr von derart belastetem Grünkohl kann eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht ausgeschlossen werden. Im Sinne des vorsorgenden Gesundheitsschutzes wird für den jeweiligen Messpunkt empfohlen, nicht häufiger 250 g des entsprechenden Grünkohls zu verzehren als in Tabelle 2 angegeben.



## 5 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Untersuchungsgebiet in Ennepetal in den zwischen August und November 2019 exponierten Grünkohlpflanzen immissionsbedingte Einträge an PCB ermittelt wurden. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um die PCB-Kongenere 47, 51 und 68, die beim Prozess der Silikonkautschukherstellung freigesetzt werden. Die Belastungen waren direkt nördlich der Fa. BIW am Messpunkt 2 am höchsten und nahmen nach Norden hin ab, zeigten aber auch am Messpunkt 4 am nördlichen Ende des Wohngebietes Büttenberg noch eine deutliche Erhöhung. Dagegen waren die PCB-Gehalte an den Messpunkten westlich, südlich und östlich der Fa. BIW ungefähr auf dem Niveau des Hintergrundes in NRW. Aufgrund der in den Löwenzahn- und Grünkohlpflanzen ermittelten PCB-Kongenere 47, 51 und 68 sowie der räumlichen Verteilung der Immissionen, ist davon auszugehen, dass die Fa. BIW ursächlich für die Belastung ist.

Die **gesundheitliche Bewertung** der Schadstoffgehalte im Grünkohl ergibt unter Berücksichtigung der Schadstoffaufnahme aus dem allgemeinen Warenkorb eine Überschreitung des TDI-Wertes für die PCB<sub>gesamt</sub>-Belastung an allen Messpunkten.

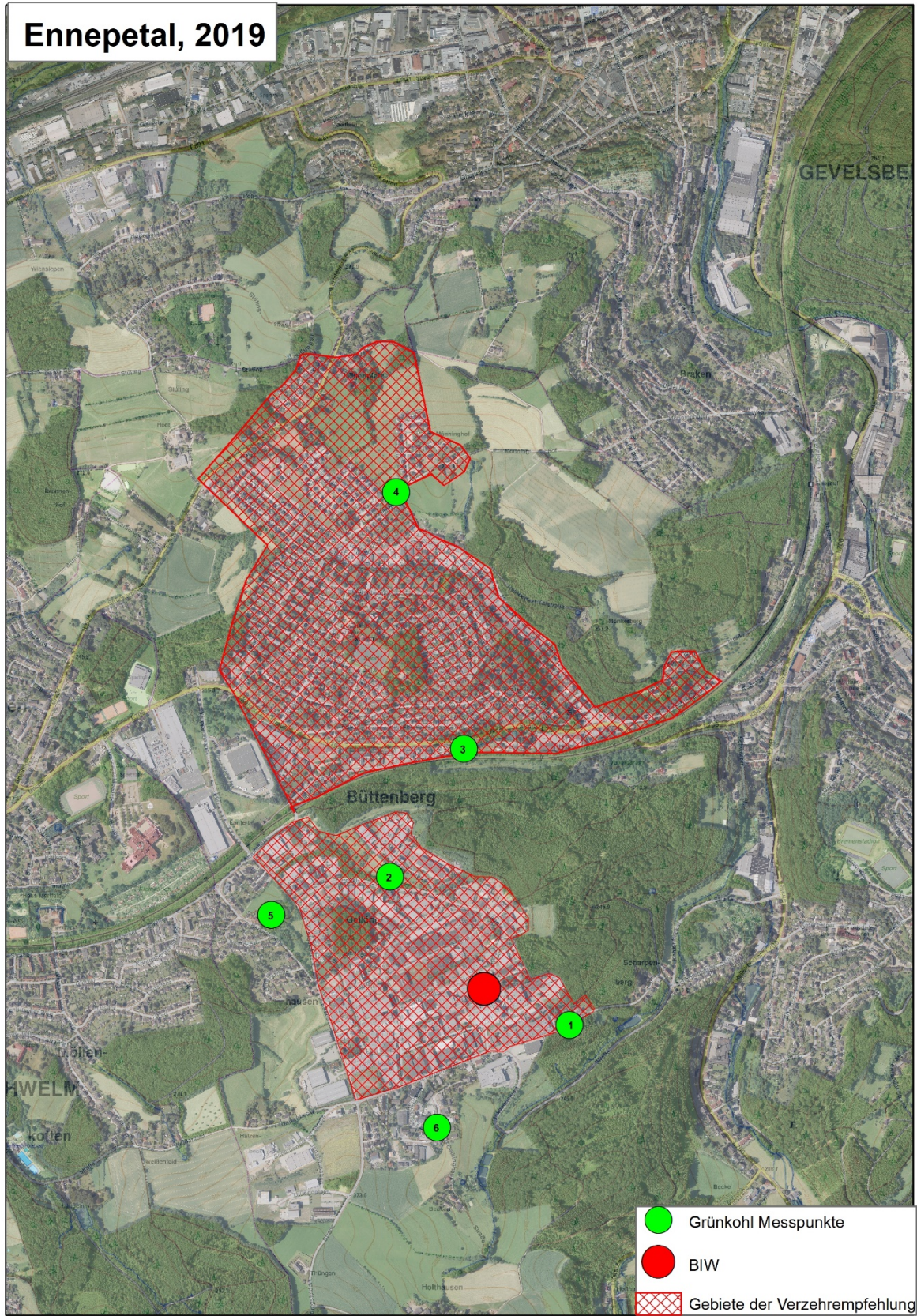
Für den Messpunkt 2 wurde berechnet, dass der untersuchte Grünkohl nicht häufiger als zweimal pro Monat verzehrt werden sollte. Bei einer so hohen Belastung empfiehlt das LANUV vorsorglich eine **Nichtverzehrempfehlung** auszusprechen, die neben Grünkohl auch andere Blattgemüse, wie beispielsweise Mangold, Salat und Spinat einschließt. Das Gebiet der Nichtverzehrempfehlung sollte für das Gewerbegebiet Oelkinghausen nördlich der Scharpenberger Straße bis zur Ambrosius-Brand-Straße und Saalestraße, westlich eingegrenzt von der Königsfelder Straße, gelten (s. Abbildung 9).

Für die untersuchten Messpunkte 1, 5 und 6 in den Bereichen westlich, südlich und östlich des Gewerbegebietes Oelkinghausen liegt die Konzentration an PCB<sub>gesamt</sub> im Grünkohl im Vergleich zu Grünkohl an anderen Standorten in NRW im Bereich der dort ermittelten Hintergrundbelastungen. Infolge dessen ist davon auszugehen, dass der Verzehr des an diesen Messpunkten untersuchten Grünkohls im Vergleich zum Verzehr von Grünkohl an anderen Standorten in NRW mit einer vergleichbaren Hintergrundbelastung, zu keiner anderen gesundheitlichen Bewertung führt. Dementsprechend würde das LANUV für diese Bereiche keine Verzehrempfehlung empfehlen. Aus Gründen des vorsorgenden Gesundheitsschutzes können die Gartenbesitzer die Berechnung der gesundheitlich unbedenklichen Verzehrmenngen aus der Tabelle 4 als Anhaltspunkt für den Verzehr ihrer selbst angebauten Blattgemüse zu Rate ziehen. Eine Ausnahme stellt Messpunkt 1 dar, der so nah an der Fa. BIW liegt, dass es angeraten scheint diesen bzw. die angrenzenden Hausgärten vorsorglich in das Gebiet der Nichtverzehrempfehlung zu integrieren.

In diesen Bereichen sollte allerdings beachtet werden, dass bei Beaufschlagung der Nahrungspflanzen mit weißen Flocken von einem Verzehr dieser Pflanzen dringend abzuraten ist.

Für die Messpunkte 3 und 4 im Bereich des Wohngebietes am Büttenberg wurde berechnet, dass der dort untersuchte Grünkohl nicht mehr als ein- bis zweimal pro Woche verzehrt werden

sollte. Das LANUV schlägt vor für das gesamte Wohngebiet eine entsprechende Verzehrempfehlung für Blattgemüse (s. o.) herauszugeben (s. Abbildung 9).



**Abbildung 9:** Vorschlag von Bereichen mit differenzierten Verzehrempfehlungen

## 7 Weiteres Vorgehen

Das LANUV schlägt vor, die bisher nur vorläufig ausgesprochene Verzehrempfehlung wie oben beschrieben zu ergänzen. Dabei kann zwischen einer Nichtverzehrempfehlung im unmittelbaren Umfeld der Fa. BIW und einer Verzehrempfehlung im Wohngebiet Büttenberg, nicht mehr als ein- bis zweimal pro Woche Blattgemüse aus dem eigenen Garten zu essen, differenziert werden. Diese Verzehrempfehlungen sind aus Sicht des LANUV aufrecht zu erhalten, bis die PCB-Belastung in der Umwelt durch entsprechende Emissionsminderungsmaßnahmen bei der Fa. BIW ausreichend abgenommen hat und erneute Beprobungen von Nahrungspflanzen keine erhöhten Gehalte mehr zeigen.

Da trotz der Ausdehnung des Messprogramms bis 1,8 km nördlich der Fa. BIW nicht das Ende der PCB-Belastung ermittelt werden konnte, sollten die Untersuchungen im Jahr 2020 weiter nach Norden ausgeweitet werden. Außerdem besteht auf Seiten der Bürgerinnen und Bürger, die in den östlich und nordöstlich angrenzenden Gebieten wohnen bzw. einen Kleingarten haben, große Besorgnis, der ebenfalls durch eine Ausweitung des Untersuchungsprogramms Rechnung getragen werden sollte.

Um hier schnellstmöglich Gewissheit zu bekommen, schlägt das LANUV vor, bereits im Frühjahr eine zusätzliche Grünkohlexposition zu beginnen (Mai – August). Unabhängig hiervon würde von August bis November eine weitere Grünkohlexposition stattfinden. Auf diese Art und Weise erhielte man über den Vegetationszeitraum von Mai bis November zwei statt bisher nur einen Einzelwert pro Messpunkt. Sollte es parallel dazu eine Windmessung im Gewerbegebiet Oelkinghausen geben, könnte die in den Zeiträumen vorherrschende Windrichtung damit korreliert werden.

Das LANUV schlägt vor die Grünkohlexposition an den bisher untersuchten Messpunkten 1 – 4 und 6 vorzunehmen. Der Messpunkt 5 hat sich nicht bewährt, da dort eine große Beschattung durch hohe Bäume vorherrschte und es zu erheblichen Verbiss durch Wild kam. Statt dieses Messpunktes sollte ein Messpunkt weiter westlich z. B. im Wohngebiet an der Oderstraße bzw. im Hagelsiepen gesucht werden. Um die räumliche Ausdehnung der Belastung nach Norden, Nordosten und Osten zu erfassen, schlägt das LANUV vor, zusätzliche Messpunkte in den Bereichen Strückerberg, am südlichen Stadtrand von Gevelsberg und im Tal an der Heilenbecker Straße bzw. in der Kleingartenanlage an der Kahlenbecker Straße eingerichtet werden. Damit würden im Jahr 2020 Untersuchungen an 6 bis 9 Messpunkten durchgeführt.

Ergänzend sind Messungen der Luftkonzentration und der Gesamtdeposition geplant, über die separat berichtet wird.

## 6 Literatur

- [1] LANUV-FACHBERICHT 61 (2015): Immissionsbedingte Hintergrundbelastung von Pflanzen in NRW – Schwermetalle und organische Verbindungen, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Recklinghausen 2015
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] WHO (World Health Organization, 2003): Polychlorinated biphenyls: Human Health Aspects. World Health Organization, Geneva, Switzerland Concise International Chemical Assessment Document 55
- [6] 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