



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

Grünkohlexposition August bis November  
2021

## IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen  Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen  Recklinghausen (07.02.2022)
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, Holger Buick, Marcel Buss, Alexandra Müller-Uebachs, Mario Rendina, (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

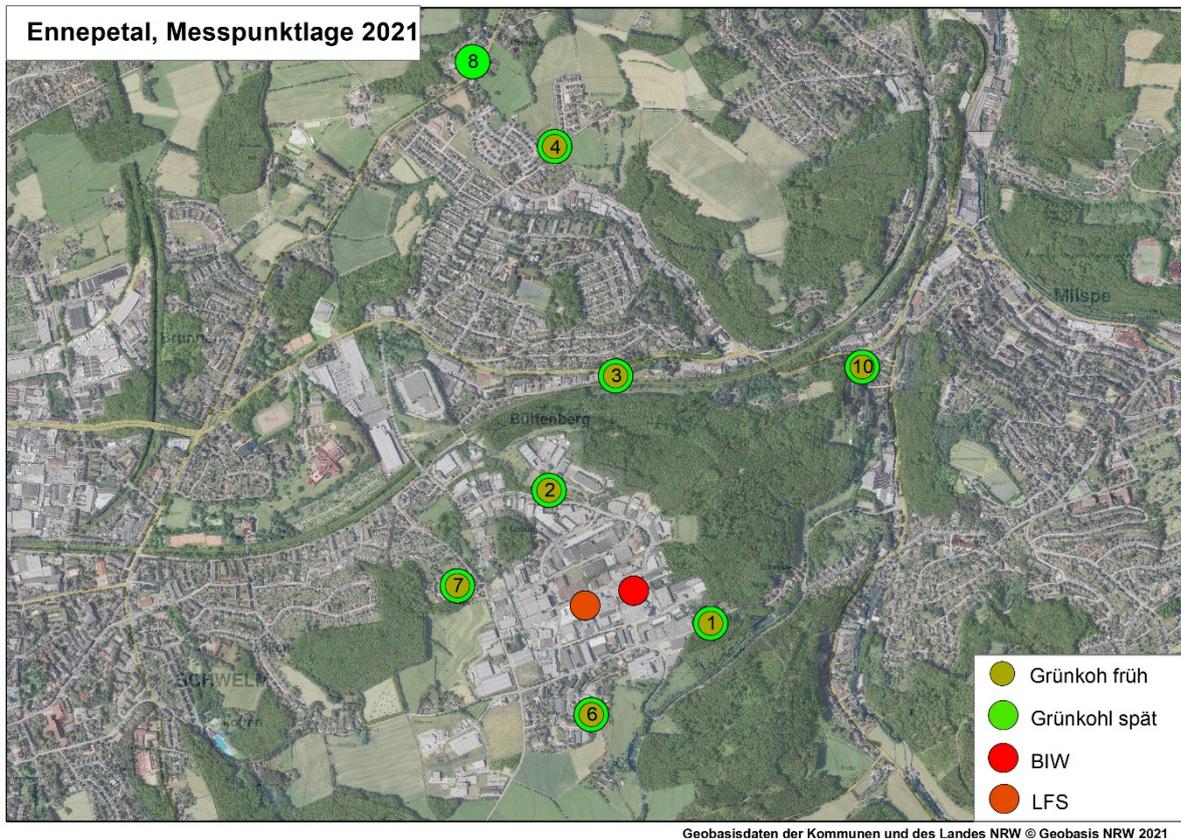
## Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Methodik .....	4
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen .....	6
3.1	Gesamtsumme PCB.....	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.....	12
3.6	Fazit der Pflanzenuntersuchungen .....	13
4	Bewertung.....	13
5	Zusammenfassung und weiteres Vorgehen.....	15
6	Literatur.....	16

# 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 Verzehrempfehlungen für selbst angebaute Blattgemüse führten.

Im Jahr 2021 wurde die Silikonkautschukverarbeitung mittels des chlorhaltigen Vernetzers auf die benachbarte Tochterfirma LFS verlagert. Die Immissionssituation sollte erneut überprüft werden und es erfolgte eine standardisierte Grünkohlexposition zwischen Mai und August an sieben Messpunkten (s. LANUV-Bericht vom 26.10.2021) und zwischen August und November an acht Messpunkten (s. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2021

Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Grünkohluntersuchung zwischen August und November 2021 und deren Bewertung detailliert dargestellt.

# 2 Methodik

An acht Messpunkten wurde vom 10.08. bis zum 15.11.2021 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.

Folgende Messpunkte wurden untersucht:

- MP 1:** Regenrückhaltebecken an der Scharpenberger Straße ca. 300 - 460 m östlich der Fa. BIW/ LFS
- MP 2:** Regenrückhaltebecken an der Pregelstraße ca. 400 - 500 m nördlich bis nordnordwestlich der Fa. BIW/ LFS
- MP 3:** Regenrückhaltebecken an der Ambrosius-Brand-Straße ca. 800 - 900 m nördlich bis nordnordöstlich der Fa. BIW/ LFS
- MP 4:** Regenrückhaltebecken am Mönninghof ca. 1700 - 1800 m nördlich der Fa. BIW/ LFS
- MP 6:** Auf einem öffentlichen Gelände an der Oelkinghauser Straße ca. 400 m südlich/südwestlich der Fa. BIW/ LFS
- MP 7:** In einem Privatgarten an der Oderstraße ca. 480 - 630 m westlich der Fa. BIW/ LFS
- MP 8:** In einem Privatgarten am Hilgenplatz ca. 2000 - 2100 m nordwestlich der Fa. BIW/ LFS
- MP 10:** In einem Privatgarten an der Kölner Straße ca. 1100 – 1300 m nordöstlich der Fa. BIW/ LFS

Der Messpunkt 5 wurde bereits 2020 durch den Messpunkt 7 ersetzt. Statt des Messpunktes 9 wurde im Jahr 2021 der Messpunkt 10 beprobt, der besser in der Hauptwindrichtung liegt.

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 2021 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 Fachberichte 61 und 114). Dargestellt wird der Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in Grünkohl von 10 verschiedenen Hintergrundstationen aus dem 10-Jahreszeitraum von 2011 bis 2020. Messwerte, die abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens den OmH überschreiten, werden als Hinweis auf eine vorliegende Immissionsbelastung durch die untersuchte Substanz gewertet (Richtlinie VDI 3857 Blatt 2).

#### 3.1 Gesamtsumme PCB

Die Gesamtsumme der polychlorierten Biphenyle in einer Probe ( $PCB_{gesamt}$ ) setzt sich aus Einzelkomponenten, den sogenannten Kongeneren, zusammen. Diese sind nach ihrem Chlorierungsgrad durchnummeriert von PCB 1 mit einem gebundenen Chloratom bis PCB 209 mit 10 Chloratomen. Technische PCB-Gemische enthielten ca. 160 der 209 möglichen Kongenere. Die Anwendung dieser technischen Gemische, beispielsweise in Anstrichen und Fugendichtungen, wurde in den späten 80er Jahren weltweit verboten. Noch immer sind jedoch PCB-haltige Produkte in Gebrauch, insbesondere in älteren Gebäudebeständen, aber auch in Elektroaltgeräten.

Da die Bestimmung aller 209 PCB-Kongenere einen unverhältnismäßig hohen Aufwand darstellt, werden nur die 6 PCB-Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180 als Indikator-Kongenere bestimmt. Die Gehalte dieser 6 Indikator-PCB werden als Summe mit dem Faktor 5 multipliziert und repräsentieren nach LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) die  $PCB_{gesamt}$ -Gehalte. Die Abschätzung  $PCB_{gesamt}$  in einer Probe über diese Berechnung ist nur dann zielführend, wenn die Herkunft der gemessenen PCB überwiegend auf die Anwendung der technischen PCB-Mischungen zurückgeführt werden kann. Ist das der Fall, bildet diese Konvention sehr gut den tatsächlichen Gesamtgehalt aller Kongenere in Nahrungspflanzen ab.

Nach neuen Erkenntnissen waren die Kongenere PCB 47, 51 und 68 auch in den technischen PCB-Gemischen in geringen Anteilen enthalten. Diese Anteile werden im nach LAGA ermittelten  $PCB_{gesamt}$ -Gehalt rein rechnerisch miterfasst. Dies gilt auch für Proben von Hintergrundstandorten, weshalb der Orientierungswert für die maximale Hintergrundbelastung (OmH) für  $PCB_{gesamt}$  rechnerisch die Kongenere PCB 47, 51 und 68 mitberücksichtigt. Aus diesem Grund kann der so ermittelte OmH auch für die Beurteilung der Proben aus dem Einflussbereich der Silikonkautschukverarbeitung eingesetzt werden und es muss nicht mehr behelfsmäßig, wie in den Vorjahren, auf den OmH der Summe der Tri- bis Decachlorbiphenyle zurückgegriffen werden.

Die potentiell deutlich höheren Gehalte der Kongenere PCB 47, 51 und 68, die durch die Silikonkautschukverarbeitung freigesetzt werden, werden allerdings nicht in den vor Ort gemessenen und nach LAGA berechneten  $PCB_{gesamt}$ -Gehalten miterfasst. Deshalb werden die Gehalte dieser Kongenere in den Proben aus dem Untersuchungsprogramm zusätzlich zu den

sechs Indikator-PCB bestimmt und zu der Summe der 6 Indikator-PCB x Faktor 5 addiert, um die gesamte PCB-Belastung abzubilden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Überschreiten die in den Grünkohlpflanzen ermittelten Gehalte abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens den OmH, werden diese gesundheitlich bewertet und es werden ggf. differenzierte Verzehrempfehlungen abgeleitet.

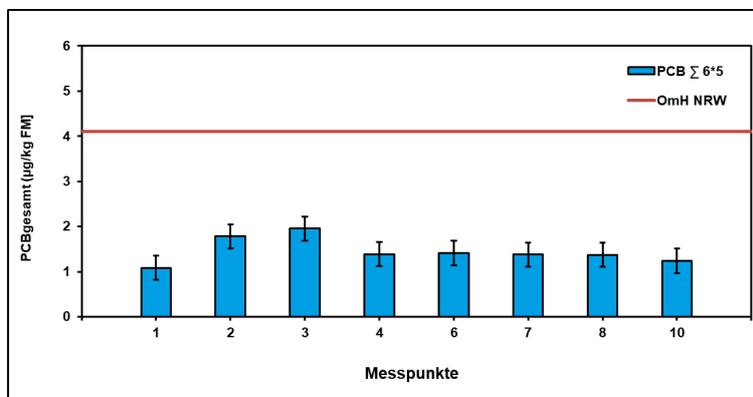
**Tabelle 1:** Gehalte an PCB<sub>gesamt</sub> als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 und als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich der drei PCB-Kongenere 47, 51, 68 in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 – 2021, Exposition „früh“ = Mai – August, Exposition „spät“ = August - November

Mess- punkte	PCB <sub>gesamt</sub> nach LAGA 6 PCB x 5 [µg/kg FM]					PCB <sub>gesamt</sub> inkl. PCB 47, 51, 68 6 PCB x 5+ PCB 47, 51, 68 [µg/kg FM]				
	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2021 spät	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2021 spät
MP 1	1,5	0,99	1,4	0,91	1,1	3,9	1,3	1,9	1,0	1,5
MP 2	3,6	1,3	3,5	1,7	1,8	39	1,8	9,8	2,3	5,5
MP 3	3,0	0,99	2,1	2,0	2,0	10	1,1	4,3	2,2	2,5
MP 4	2,0	0,71	1,6	1,1	1,4	7,0	0,80	2,6	1,2	1,7
MP 6	1,9	1,4	1,6	1,2	1,4	2,3	1,9	2,1	1,3	1,5
MP 7	-	1,5	1,7	1,5	1,4	-	2,1	3,1	1,6	1,6
MP 8	-	1,2	1,6	-	1,4	-	1,4	2,2	-	1,6
MP 9	-	0,96	1,1	-	-	-	1,1	1,6	-	-
MP 10	-	-	-	1,3	1,2	-	-	-	1,4	1,4
OmH	4,1									

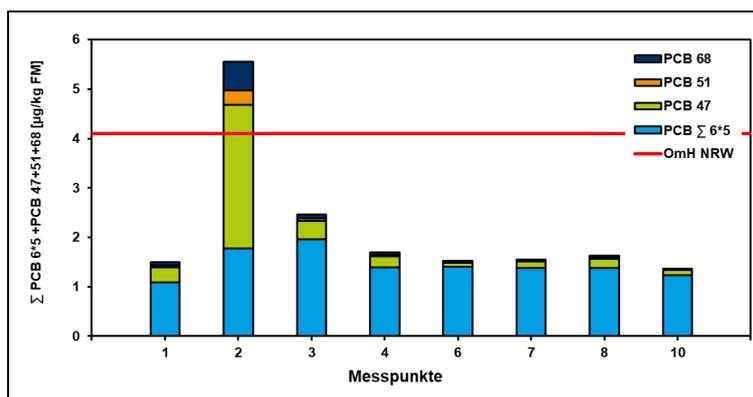
Für die zwischen August und November im Jahr 2021 exponierten Grünkohlpflanzen betragen die nach LAGA berechneten PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte zwischen 1,1 µg/kg in der Frischmasse (= FM) am Messpunkt 1 (Regenrückhaltebecken an der Scharpenberger Straße) und 2,0 µg/kg FM am Messpunkt 3 im Regenrückhaltebecken an der Ambrosius-Brand-Straße 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).

Berechnet man den PCB-Gesamtgehalt als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich der bei der Silikonkautschukverarbeitung freigesetzten PCB 47, 51 und 68, ergeben sich Gehalte zwischen 1,4 µg/kg FM am Messpunkt 10 und 5,5 µg/kg FM am Messpunkt 2 (s. Tabelle 1 und Abbildung 4). In allen untersuchten Proben wurden die PCB-Kongenere 47 und 68 nachgewiesen; die Gehalte des PCB-Kongenere 51 lagen an drei Messpunkten (MP 6, 7, 10) unterhalb der Bestimmungsgrenze. Der PCB-Gesamtgehalt als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich der PCB 47, 51 und 68 lag an sieben der untersuchten Messpunkte deutlich unterhalb des OmH für PCB<sub>gesamt</sub> von 4,1 µg/kg FM. Am Messpunkt 2 allerdings betrug der

Anteil der bei der Silikonkautschukverarbeitung freigesetzten PCB-Kongeneren fast 70 % der Gesamtsumme der PCB und diese lag mit 5,5 µg/kg FM deutlich oberhalb des OmH. Am Messpunkt 2 liegt also nach wie vor ein immissionsbedingter Eintrag der PCB-Kongeneren 47, 51 und 68 vor, der zu einer Überschreitung des OmH führt. Auch in den Grünkohlpflanzen, die zwischen Mai und August an diesem Messpunkt exponiert wurden, konnte ein höherer Gehalt der PCB-Kongeneren 47, 51 und 68 im Vergleich zu den anderen Messpunkten ermittelt werden. Allerdings wurde bei der frühen Grünkohlexposition der OmH für PCB<sub>gesamt</sub> nicht überschritten. Das kann u. a. dadurch begründet werden, dass die vorherrschenden Windrichtungen im Sommer andere waren als im Herbst. Außerdem ist es möglich, dass die höheren Durchschnittstemperaturen im Sommer das Gleichgewicht der tetrachlorierten Biphenyle mehr zur Gasphase verschieben und dadurch weniger PCB in den Pflanzen akkumulieren und/oder dass die höhere Sonneneinstrahlung eine schnellere Zersetzung der niederchlorierten PCB auf den Blattoberflächen bewirkt.



**Abbildung 3:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 inkl. Standardunsicherheit des Verfahrens, OmH NRW [µg/kg FM]



**Abbildung 4:** PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 (gestapelte Säulen) in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021, OmH NRW [µg/kg FM]

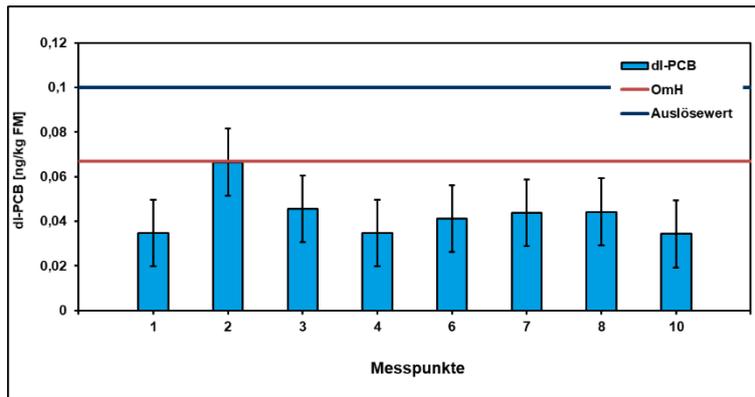
### 3.2 Dioxinähnliche PCB (dl-PCB)

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 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 (Empfehlung EU 2014).

**Tabelle 2:** Gehalte an dl-PCB in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 – 2021, Exposition „früh“ = Mai – August, Exposition „spät“ = August - November

Messpunkte	dl-PCB [ng TEQ/kg FM]				
	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2021 spät
MP 1	0,023	0,031	0,029	0,017	0,035
MP 2	0,064	0,046	0,062	0,046	0,066
MP 3	0,034	0,027	0,037	0,036	0,046
MP 4	0,031	0,026	0,034	0,033	0,035
MP 6	0,023	0,049	0,028	0,028	0,041
MP 7	-	0,041	0,039	0,038	0,044
MP 8	-	0,035	0,038	-	0,044
MP 9	-	0,029	0,022	-	-
MP 10	-	-	-	0,024	0,034
OmH NRW	0,067				

Die Gehalte an dl-PCB in den Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,034 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 10 und 0,066 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 2 und liegen damit alle unterhalb des OmH für NRW von 0,067 ng TEQ/kg FM und dem EU-Auslösewert von 0,10 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 2 und Abbildung 5).



**Abbildung 5:** dl-PCB-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 inkl. Standardunsicherheit, OmH NRW, EU-Auslösewert [ng TEQ/kg FM]

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

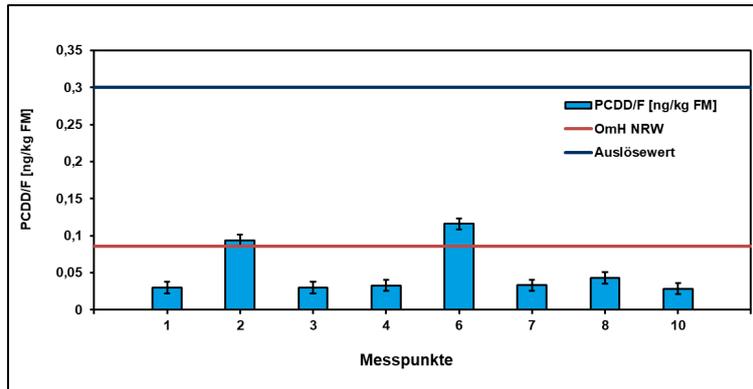
Zusätzlich zu den Untersuchungen auf PCB wurden in den Grünkohlpflanzen auch die Gehalte der Polychlorierten Dibenzo-Dioxine und –Furane (PCDD/F) ermittelt. Für PCDD/F gibt es ebenfalls einen EU-Auslösewert von 0,30 ng TEQ/kg FM (Empfehlung EU 2014).

**Tabelle 3:** Gehalte an PCDD/F in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 - 2021  
Exposition „früh“ = Mai – August, Exposition „spät“ = August - November

Messpunkte	PCDD/F [ng TEQ/kg FM]				
	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2021 spät
<b>MP 1</b>	0,021	0,022	0,022	0,026	0,030
<b>MP 2</b>	0,093	0,022	0,045	0,027	0,094
<b>MP 3</b>	0,033	0,022	0,021	0,022	0,030
<b>MP 4</b>	0,031	0,019	0,025	0,027	0,033
<b>MP 6</b>	0,037	0,030	0,034	0,022	0,12
<b>MP 7</b>	-	0,020	0,025	0,027	0,033
<b>MP 8</b>	-	0,021	0,023	-	0,043
<b>MP 9</b>	-	0,021	0,021	-	-
<b>MP 10</b>	-	-	-	0,021	0,028
<b>OmH NRW</b>	0,086				

Die Gehalte an Dioxinen und Furanen liegen zwischen 0,028 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 10 und 0,12 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 6. Die Gehalte an sechs von acht Messpunkten in Ennepetal liegen damit abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens von 0,0075 µg/kg FM unterhalb des OmH für NRW von 0,086 ng TEQ/kg FM und deutlich unterhalb des EU-Auslösewertes von 0,30 ng TEQ/kg FM (s. Tabelle 3 und Abbildung 6). Lediglich an den

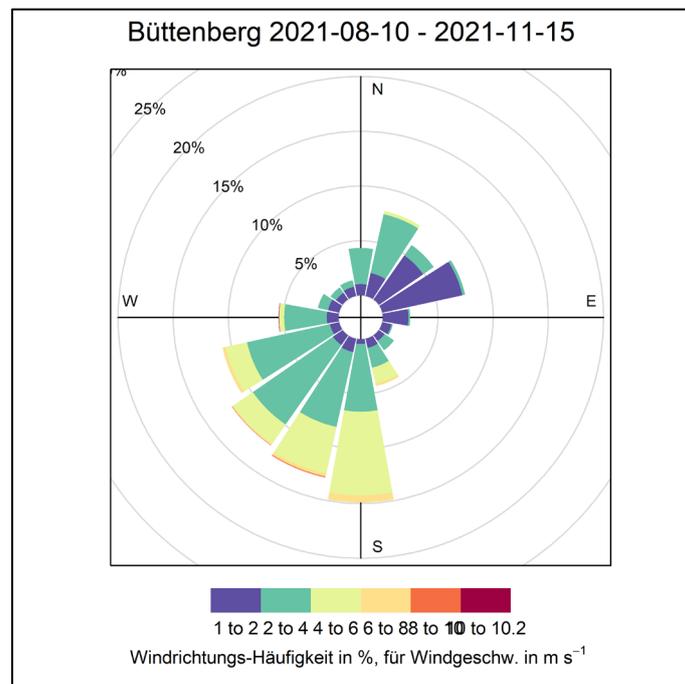
Messpunkten 2 und 6 übersteigt der PCDD/F-Gehalt den OmH geringfügig, allerdings nicht den EU-Auslösewert.



**Abbildung 6:** PCDD/F-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 inkl. Standardunsicherheit [ng TEQ/kg FM], OmH NRW

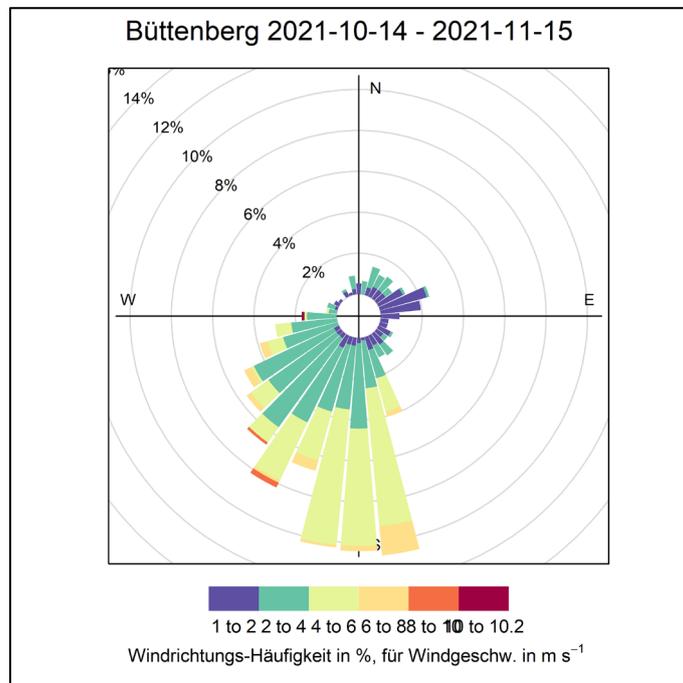
### 3.4 Räumliche Verteilung der PCB

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 7). Im Expositionszeitraum zwischen August und November 2021 war die Hauptwindrichtung Süd. Ebenfalls hohe Windanteile gab es aus den Richtungen Südsüdwest, Südwest und Westsüdwest.



**Abbildung 7:** Windrichtungshäufigkeit und Windgeschwindigkeit am Standort Büttenberg/ Ennepetal während des Expositionszeitraumes

Betrachtet man darüber hinaus die Windhäufigkeitsverteilung der letzten vier Expositionswochen (14.10. – 15.11.2021, s. Abbildung 8) in höherer Winkelauflösung, so zeigt sich, dass in diesem Zeitraum der Wind hauptsächlich aus südlichen Richtungen kam und demnach der Messpunkt 2 im Nordwesten der Fa. BIW/ LFS sehr gut angeströmt werden konnte.



**Abbildung 8:** Windrichtungshäufigkeit und Windgeschwindigkeit am Standort Büttenberg/ Ennepetal während der letzten vier Wochen des Expositionszeitraumes

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

Im Expositionszeitraum des Grünkohls zwischen August und November 2021 wurden vom LANUV in Ennepetal auch PCB-Messungen in der Außenluft und in der Deposition ermittelt.

Dabei entspricht der Messpunkt ENPT1a dem MP 3 der Grünkohluntersuchung im Bereich des Regenrückhaltebeckens Ambrosius-Brand-Straße. Dort werden die PCB-Gehalte sowohl in der Außenluft als auch in der Deposition bestimmt. Der Messpunkt ENPT2 entspricht dem MP 2 der Grünkohluntersuchung (Regenrückhaltebecken an der Pregelstraße). Dort wurde ausschließlich die Deposition bestimmt und die Messungen wurden im Juli 2021 eingestellt. Die Messpunkte ENPT3 und ENPT4 liegen im Industriegebiet in unmittelbarer Nähe zur Quelle (Außenluft und Deposition). Die Ergebnisse werden monatlich vom LANUV berichtet.

An den auch schon im Jahr 2020 untersuchten Messpunkten werden im Jahr 2021 deutlich niedrigere Gehalte der PCB 47, 51 und 68 insbesondere in der Außenluft ermittelt. Zusätzlich dazu zeigte sich auch im Laufe des Jahres insbesondere am Messpunkt ENPT3 ein abnehmender Trend. Nichtsdestotrotz werden in der Außenluft im Nahbereich der Fa. BIW/ LFS (Messpunkt ENPT3) weiterhin hohe Anteile der PCB-Kongenere 47, 51 und 68 ermittelt. Für den Messpunkt 2 der Grünkohlexposition (ENPT2) liegen dazu keine Werte vor, die unmittelbar mit den Gehalten im Grünkohl verglichen werden können.

### 3.6 Fazit der Pflanzenuntersuchungen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass am Messpunkt 2 ein eindeutiger Eintrag der bei der Silikonkautschukverarbeitung freiwerdenden PCB-Kongeneren 47, 51 und 68 festzustellen war, der zu einer Überschreitung des OmH für PCB<sub>gesamt</sub> geführt hat. Die in diesem Zeitraum vorherrschende Hauptwindrichtung war so, dass Wind von der Fa. BIW/ LFS den Messpunkt gut anströmen konnte. Die anderen sieben untersuchten Messpunkte zeigten keine PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalte oberhalb des OmH. An keinem der Messpunkte wurde der OmH für dl-PCB überschritten. Lediglich an den Messpunkten 2 und 6 lag der in den exponierten Grünkohlpflanzen ermittelte PCDD/F-Gehalt leicht oberhalb des OmH, aber unterhalb des EU-Auslösewertes.

## 4 Bewertung

### Expositionsabschätzung

Expositionsseitig wird wie bei den vorherigen Bewertungen als Konvention ein Verzehr von 250 g Grünkohl pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrtes 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.

### Bewertung der Ergebnisse

#### **PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalt**

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, 138, 153, 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 ist der PCB<sub>gesamt</sub>-Gehalt der Grünkohlproben des Messpunktes 2 sowie die rein rechnerisch ermittelte Zusatzbelastung, die sich bei Verzehr von 250 g Grünkohl ergeben würde, 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 der obere Wert der

mittleren Hintergrundbelastung in Höhe von 12,4 ng/kg KG/d subtrahiert, sodass pro Tag 7,6 ng/kg KG zugeführt werden könnten.

**Tabelle 4:** Gehalt an PCB<sub>gesamt</sub> (( $\Sigma$ PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180) x 5 + PCB 47, 51, 68) in Grünkohlproben am Standort Ennepetal, 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 PCBgesamt in der Grünkohlprobe [µg/kg FM]	berechnete Zufuhr an PCBgesamt über 250 g Grünkohl [ng/kg KG/d]	berechnete max. Aufnahme PCBgesamt einschl. allg. Warenkorb (12,4 ng/kg KG/d) [ng/kg KG/d]	Häufigkeit des Verzehrs von 250 g pro Woche
2	5,5	20	32	2 - 3

### Fazit

#### **PCBgesamt-Belastung**

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

Bei täglichem Verzehr von derart belastetem Grünkohl könnte nach jetzigem Kenntnisstand eine gesundheitliche Beeinträchtigung bei Verzehr des Grünkohls nicht ausgeschlossen werden. Die im Sinne des vorsorgenden Gesundheitsschutzes berechnete zulässige Verzehrmenge ist in Tabelle 4 aufgeführt.

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

Eine gesundheitliche Bewertung der PCDD/F und dl-PCB-Belastung im Grünkohl an den Messpunkten 2 und 6 in Ennepetal anhand des von der EFSA 2018 abgeleiteten TWI-Wertes für PCDD/F und dl-PCB in Höhe von 2 ng TEQ<sub>WHO2005</sub>/kg KG/w ist nach jetzigem Kenntnisstand nicht zielführend, da laut EFSA der TWI alleine über den allgemeinen Warenkorb ausgeschöpft bzw. überschritten wird.

Aus diesem Grund erfolgte die statistische Einordnung auf Basis des Vergleichs mit der Belastungshöhe von lokal angebautem Grünkohl mittels OmH NRW für dl-PCB und PCDD/F, in den Kapiteln 3.2 und 3.3.

## 5 Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

Im Untersuchungsgebiet in Ennepetal wurden in den zwischen August und November 2021 exponierten Grünkohlpflanzen nur am Messpunkt 2 immissionsbedingte Einträge der bei der Silikonkautschukverarbeitung freiwerdenden PCB-Kongener 47, 51 und 68 gefunden, die zu einer deutlichen Überschreitung des OmH für NRW führten. An den Messpunkten 2 und 6 hat es zudem eine leichte Überschreitung des OmH für PCDD/F gegeben.

Aufgrund der gesundheitlichen Bewertung des PCB<sub>gesamt</sub>-Gehaltes am Messpunkt 2 sollte in dem Bereich des Messpunktes selbst angebautes Blattgemüse nicht häufiger als 2 – 3 mal pro Woche verzehrt werden. Das LANUV schlägt vor, die bestehende Nichtverzehrempfehlung für den Nahbereich der Fa. BIW/ LFS entsprechend umzuwandeln in eine differenzierte Verzehrempfehlung (Blattgemüse max. 2 – 3 wöchentlich verzehren). Aus Sicht des LANUV können die Verzehrempfehlungen für die anderen Bereiche (insbesondere Büttenberg) aufgehoben werden.

Das LANUV schlägt vor die Immissionssituation in Ennepetal weiterhin zu überwachen. Das weitere Vorgehen wird noch abgestimmt.

## 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
- 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 EU 2014: 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
- LANUV-FACHBERICHT 114 (2021): Neue Bioindikationsverfahren zum anlagenbezogenen Monitoring, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Recklinghausen 2021
- 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
- WHO (World Health Organization, 2003): Polychlorinated biphenyls: Human Health Aspects. World Health Organization, Geneva, Switzerland Concise International Chemical Assessment Document 55