



Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Ennepetal

Grünkohlexposition Mai bis August
2021

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen Recklinghausen (26.10.2021)
Autorin	Dr. Katja Hombrecher katja.hombrecher@lanuv.nrw.de 0201/7995 – 1186
Mitwirkende	Dr. Ralf Both, Holger Buick, Marcel Buss, Alexandra Müller-Uebachs, Mario Rendina, (alle FB 31), Udo van Hauten (FB 32)
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	4
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen	6
3.1	Gesamtsumme PCB (PCB_{gesamt} bzw. $PCB_{gesamt+SIL}$)	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	12
4	Zusammenfassung und weiteres Vorgehen	12
5	Literatur	13

1 Einleitung

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

Im Jahr 2021 sollte die Immissionssituation erneut überprüft werden. Es erfolgte eine standardisierte Grünkohlexposition zwischen Mai und August 2021 an insgesamt sieben Messpunkten (s. Abbildung 1). Dabei wurden Grünkohlpflanzen an den bisher auch untersuchten Messpunkten 1, 2, 3, 4, 6 und 7 sowie an dem neu eingerichteten Messpunkt 10 untersucht.

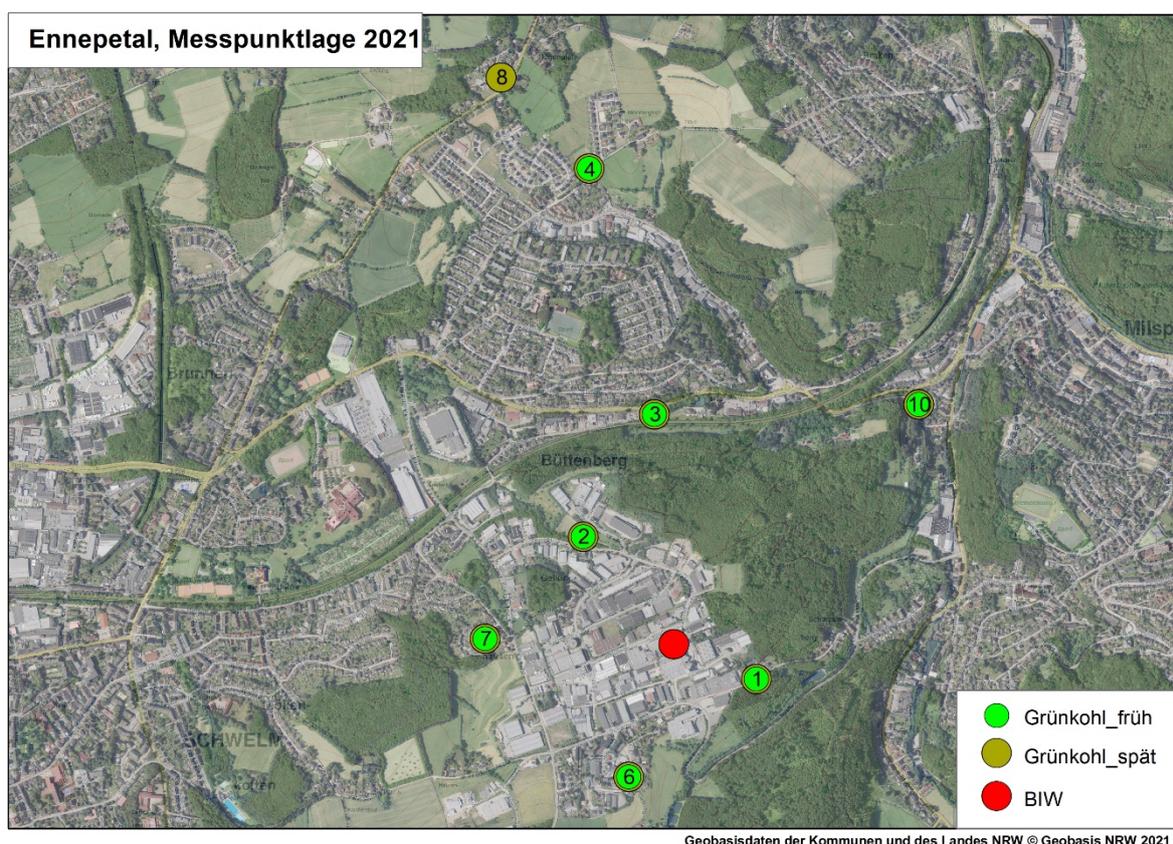


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2021

Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Grünkohluntersuchungen und deren Bewertung aus dem Jahr 2021 detailliert dargestellt.

2 Methodik

An 7 Messpunkten wurde vom 28.05. bis zum 10.08.21 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 sowie in Privatgärten an der Oderstraße (MP 7) ca. 630 m westlich und an der Kölner Straße ca. 1100 m nordöstlich der Fa. BIW (MP 10).

Pro Messpunkt wurde ein Container aufgestellt, der mit einem Einheitserde-Sand-Gemisch (ED 73) gefüllt und durch Textildöchte mit einer automatischen Wasserversorgung verbunden war (s. Abbildung 2). Bei der Grünkohlexposition wurden pro Container 5 Pflanzen ausgebracht. Die Pflanzen wurden nach 74 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 Mai bis August 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 den OmH abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens überschreiten, werden als Hinweis auf eine vorliegende Immissionsbelastung durch die untersuchte Substanz gewertet (Richtlinie VDI 3857 Blatt 2).

3.1 Gesamtsumme PCB (PCB_{gesamt} bzw. $PCB_{\text{gesamt+SIL}}$)

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.

Da die Bestimmung aller 209 PCB-Kongeneren einen unverhältnismäßig hohen Aufwand darstellt, werden nur die 6 PCB-Kongeneren 28, 52, 101, 138, 153 und 180 als Indikator-Kongeneren 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. Im Normalfall bildet diese Konvention sehr gut den tatsächlichen PCB_{gesamt} -Gehalt aller 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 als Summe PCB_{SIL} angegeben. Diese Summe wird zu der Summe der 6 Indikator-PCB x Faktor 5 addiert ($PCB_{\text{gesamt+SIL}}$), um die gesamte PCB-Belastung abzubilden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Kongeneren PCB 47, 51 und 68 wurden in der Vergangenheit noch nicht standardmäßig in Hintergrundproben analysiert. Für diese Kongeneren kann daher für Grünkohlpflanzen derzeit noch 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 drei PCB-Kongenere 47, 51 68 (PCB_{gesamt+SIL}) sowie als Summe der Tri- Decachlorbiphenyle in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2019 – 2021, Exposition „früh“ = Mai – August, Exposition „spät“ = August - November

Messpunkte	PCB _{gesamt} 6 PCB x 5 [µg/kg FM]				PCB _{gesamt+SIL} 6 PCB x 5+ PCB 47, 51, 68 [µg/kg FM]				PCB _{Σ Tri-Deca} Tri – Decachlorbiphenyle [µg/kg FM]			
	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh
MP 1	1,5	0,99	1,4	0,91	3,9	1,3	1,9	1,0	4,0	0,95	1,3	0,53
MP 2	3,6	1,3	3,5	1,7	39	1,8	9,8	2,3	44	1,4	12	1,9
MP 3	3,0	0,99	2,1	2,0	10	1,1	4,3	2,2	11	0,61	4,3	2,0
MP 4	2,0	0,71	1,6	1,1	7,0	0,80	2,6	1,2	7,0	0,35	1,9	0,55
MP 6	1,9	1,4	1,6	1,2	2,3	1,9	2,1	1,3	1,8	1,5	1,3	0,77
MP 7	-	1,5	1,7	1,5	-	2,1	3,1	1,6	-	1,5	2,6	1,0
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	-
MP 10	-	-	-	1,3	-	-	-	1,4	-	-	-	1,0
OmH	4,1				-				3,2			

Berechnet man die Summe der 6 Indikator-PCB und multipliziert diese mit dem Faktor 5 um den Wert PCB_{gesamt} zu bilden, so betragen die Gehalte im Jahr 2021 für den frühen Grünkohl zwischen 0,91 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).

Betrachtet man die aus der Summe der PCB_{gesamt} und PCB 47, 51 und 68 resultierenden PCB_{gesamt+SIL}-Gehalte, so ergeben sich Gehalte zwischen 1,0 mg/kg FM am Messpunkt 1 und 2,3 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. Allerdings ist in Abbildung 2 zu erkennen, dass es an den beiden Messpunkten 2 und 3, die nördlich bzw. nordöstlich der Quelle liegen, erneut Einträge der bei der Silikonkautschukproduktion freigesetzten PCB-Kongenere gegeben hat, die höher sind als an den anderen Messpunkten. Dabei wurden die höchsten Einträge am Messpunkt 2 festgestellt.

Da für die Berechnung der PCB_{gesamt}-Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich PCB 47, 51 und 68 noch keine Hintergrundgehalte für NRW vorliegen, wird in Tabelle 1 und Abbildung 5 die Summe der Tri- bis Decachlorbiphenyle dargestellt. Diese Summe beträgt zwischen 0,53 µg/kg FM am Messpunkt 1 und 2,0 µg/kg FM am Messpunkt 2. Ein Vergleich

mit den Hintergrundwerten zeigt, dass auch diese Gehalte deutlich unterhalb des OmH für NRW von 3,2 µg/kg FM liegen.

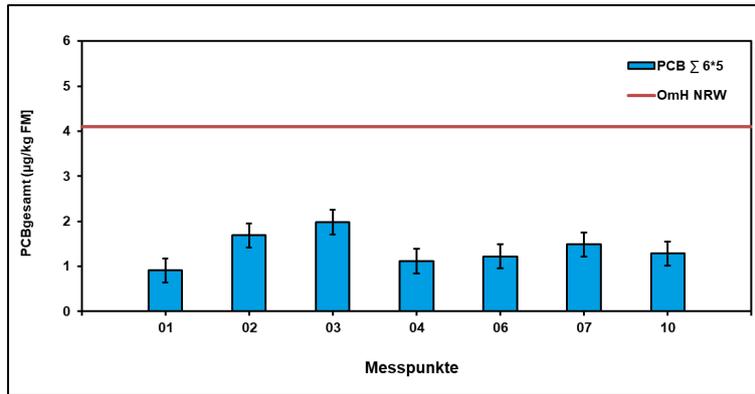


Abbildung 3: PCB_{gesamt}–Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 inkl. Standardunsicherheit [µg/kg FM], OmH NRW

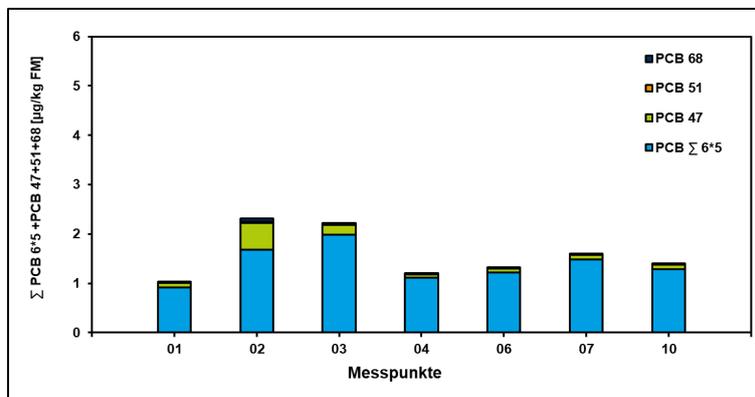


Abbildung 4: PCB_{gesamt}–Gehalte als Summe der 6 Indikator-PCB x 5 zuzüglich der Summe der PCB 47, 51, 68 (gestapelte Säulen) in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 [µg/kg FM]

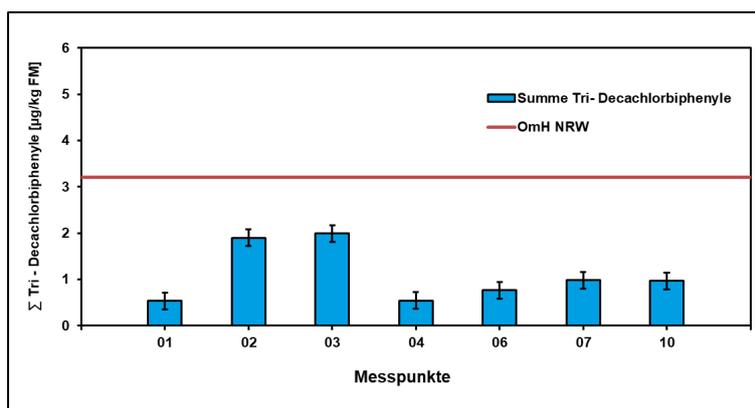


Abbildung 5: PCB_{gesamt}–Gehalte als Summe der Tri- bis Decachlorobiphenyle in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 [µg/kg FM], OmH NRW

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-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_{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).

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
MP 1	0,023	0,031	0,029	0,017
MP 2	0,064	0,046	0,062	0,046
MP 3	0,034	0,027	0,037	0,036
MP 4	0,031	0,026	0,034	0,033
MP 6	0,023	0,049	0,028	0,028
MP 7	-	0,041	0,039	0,038
MP 8	-	0,035	0,038	-
MP 9	-	0,029	0,022	-
MP 10	-	-	-	0,024
OmH NRW	0,067			

Die Gehalte an dl-PCB in den Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,017 ng TEQ/kg FM am Messpunkt 1 und 0,046 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 6).

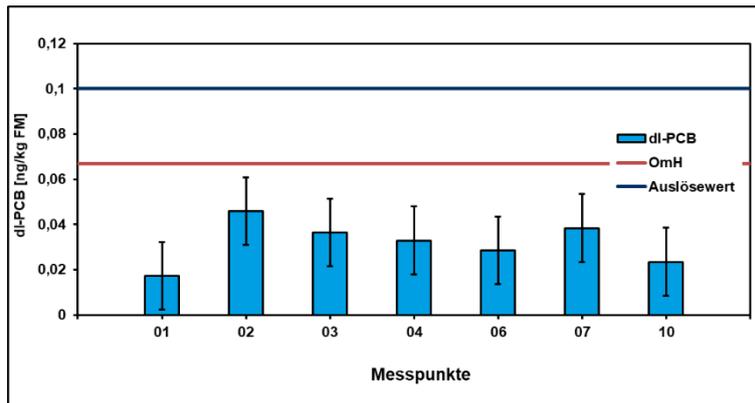


Abbildung 6: dl-PCB-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 inkl. Standardunsicherheit [ng TEQ/kg FM], OmH NRW, EU-Auslösewert

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
MP 1	0,021	0,022	0,022	0,026
MP 2	0,093	0,022	0,045	0,027
MP 3	0,033	0,022	0,021	0,022
MP 4	0,031	0,019	0,025	0,027
MP 6	0,037	0,030	0,034	0,022
MP 7	-	0,020	0,025	0,027
MP 8	-	0,021	0,023	-
MP 9	-	0,021	0,021	-
MP 10	-	-	-	0,021
OmH NRW	0,086			

Die Gehalte an Dioxinen und Furanen liegen zwischen 0,022 ng TEQ/kg FM an den Messpunkten 3 und 6 und 0,027 ng TEQ/kg FM an den Messpunkten 2, 4 und 7. Die Gehalte an allen Messpunkten in Ennepetal liegen damit 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 7).

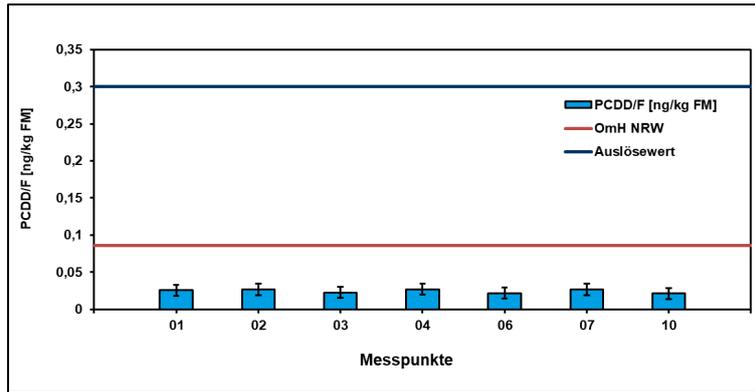


Abbildung 7: PCDD/F-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Ennepetal 2021 inkl. Standardunsicherheit [ng TEQ/kg FM], OmH NRW

3.4 Räumliche Verteilung der PCB

Seit März 2020 misst das LANUV Windrichtungshäufigkeiten und Windgeschwindigkeiten im Untersuchungsgebiet an einer im Wohngebiet am Büthenberg eingerichteten Messstation. So konnten die im Untersuchungszeitraum vorherrschenden Windrichtungen vor Ort erfasst werden (s. Abbildung 8). Im Expositionszeitraum zwischen Mai und August 2021 waren die Hauptwindrichtungen Südwest bis Südsüdwest und Nordnordost. Geringere Windanteile gab es auch aus anderen Windrichtungen (S, W, ONO, N).

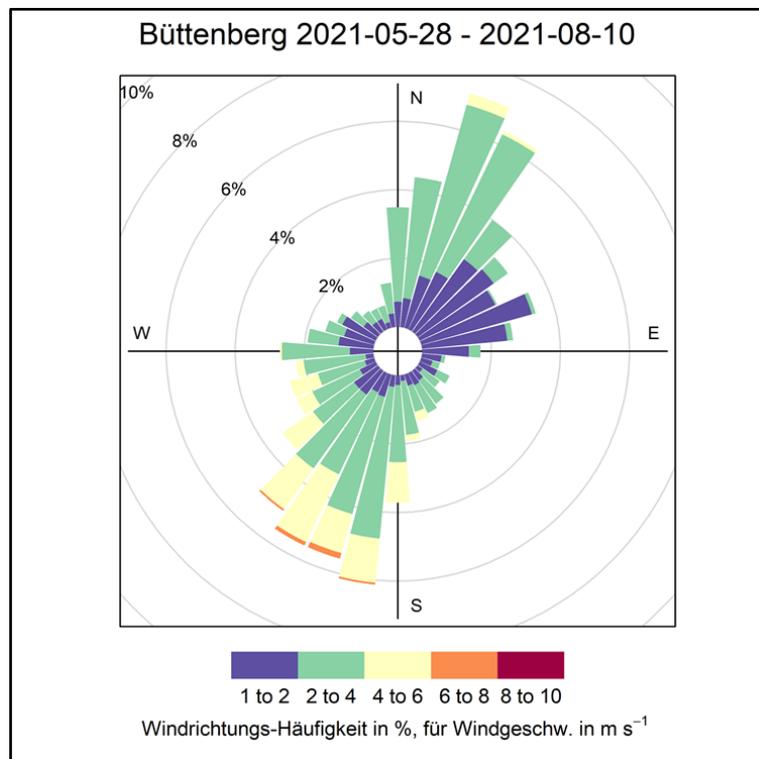


Abbildung 8: Windrichtungshäufigkeit und Windgeschwindigkeit am Standort Büthenberg/Ennepetal während des Expositionszeitraumes

Entsprechend der ermittelten Hauptwindrichtung Südwest bis Südsüdwest konnten nördlich der Fa. BIW an den Messpunkten 2 und 3 auch weiterhin Einträge der PCB 47, 51 und 68 ermittelt werden.

3.5 Vergleich mit den PCB-Gehalten in der Luft

Im Expositionszeitraum des Grünkohls zwischen Mai und August 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) und dort wird ausschließlich die Deposition bestimmt. 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 zeigt sich auch im Laufe des Jahres (derzeit liegen Daten von Januar bis Juli vor) insbesondere am Messpunkt ENPT3 ein abnehmender Trend.

Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch in den Gehalten im Grünkohl wider. Die von Mai bis August 2021 exponierten Grünkohlpflanzen zeigen nur noch geringe Einträge an PCB_{SIL} im Vergleich zu den noch zwischen August bis November 2020 ermittelten Gehalten.

3.6 Fazit der Pflanzenuntersuchungen

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass an den beiden Messpunkten 2 und 3 ein eindeutiger Eintrag der bei der Silikonkautschukverarbeitung freiwerdenden PCB-Kongenere (PCB_{SIL}) festzustellen war, der höher war als an den anderen Messpunkten. An diesen Messpunkten hat es also einen immissionsbedingten Eintrag der PCB_{SIL} in die Grünkohlpflanzen gegeben, was gut mit der in diesem Zeitraum vorherrschenden Windrichtung übereinstimmt. Allerdings hat dieser Eintrag an keinem der Messpunkte dazu geführt, dass der OmH für PCB_{gesamt} überschritten wurde. Auch die in den Grünkohlpflanzen ermittelten dl-PCB- und PCDD/F-Gehalte lagen an allen untersuchten Messpunkten unterhalb des OmH.

4 Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

Im Untersuchungsgebiet in Ennepetal wurden in den zwischen Mai und August 2021 exponierten Grünkohlpflanzen an zwei von sieben Messpunkten eindeutige immissionsbedingte Einträge der bei der Silikonkautschukverarbeitung freiwerdenden PCB-Kongenere 47, 51 und 68 ermittelt. An keinem der untersuchten Messpunkte hat es allerdings eine Überschreitung des jeweiligen OmH für PCB_{gesamt}, dl-PCB und PCDD/F gegeben.

Das LANUV schlägt vor, zunächst noch die Auswertung der zwischen August und November in Ennepetal exponierten Grünkohlpflanzen abzuwarten, bevor die Verzehrempfehlungen endgültig aufgehoben werden.

Sollten auch die zwischen August und November exponierten Grünkohlpflanzen PCB-Gehalte unterhalb des OmH NRW aufweisen und geht dies einher mit einer dauerhaften Reduktion der PCB-Emissionen der Fa. BIW bzw. der neuen Fa. LFS, könnten die Verzehrempfehlungen aufgehoben werden. Das LANUV würde in diesem Fall vorschlagen, den Untersuchungsumfang zwar zu reduzieren, an mehreren Messpunkten z. B. in Hauptwindrichtung allerdings erneut Grünkohl zu exponieren, um die Immissionssituation weiter zu beobachten.

5 Literatur

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

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