



Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Bottrop

2018

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen Recklinghausen (12.04.19)
Autorin	Dr. Katja Hombrecher katja.hombrecher@lanuv.nrw.de 0201/7995 – 1186
Mitwirkende	Dr. Ralf Both, Marcel Buss, Alexandra Müller-Uebachs, Mario Rendina, Jürgen Schmidt (alle FB 31), Udo van Hauten (FB 32), FB 33 (Gesundheitliche Bewertung)
Informationendienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Methodik	5
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen	6
4	Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse	11
5	Zusammenfassung.....	15
6	Weiteres Vorgehen.....	17
7	Literatur.....	18

1 Einleitung

Im Umfeld der Kokerei Prosper der Fa. Arcelor Mittal in Bottrop wurden in den letzten Jahren mehrfach Jahresmittelwerte an Benzo[a]pyren (BaP) im Feinstaub gemessen, die den Zielwert der 39. BImSchV überschritten haben. Außerdem gab es im Jahr 2018 vermehrt Anwohnerbeschwerden über schwarze Beläge auf Nahrungspflanzen. Aus diesen Gründen beauftragte die Bezirksregierung Münster das LANUV im August 2018 im Umfeld der Kokerei Prosper Nahrungspflanzen auf ihre Gehalte an Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) zu untersuchen und gesundheitlich zu bewerten. Ziel der Untersuchung ist es festzustellen, ob Gartengemüse aus Privatgärten im Einflussbereich der Kokerei bedenkenlos verzehrt werden kann.

Dazu wurde das standardisierte Verfahren der Grünkohlexposition durchgeführt, da Grünkohl aufgrund seiner stark aufgegliederten Blätter und der ausgeprägten Wachsschicht besonders gut fettlösliche (lipophile), organische Schadstoffe, wie PAK, akkumulieren kann. Außerdem existieren für die Grünkohlexposition langjährig ermittelte Hintergrundwerte für NRW, so dass die Messwerte aus Bottrop mit der Hintergrundbelastung in NRW verglichen werden können. Da es sich bei Grünkohl um eine Nahrungspflanze handelt, können die Messwerte zudem gesundheitlich bewertet werden.

Es wurden zwischen August und November 2018 an neun Messpunkten Grünkohlpflanzen in Containern mit Einheitserde exponiert (s. Abbildung 1).

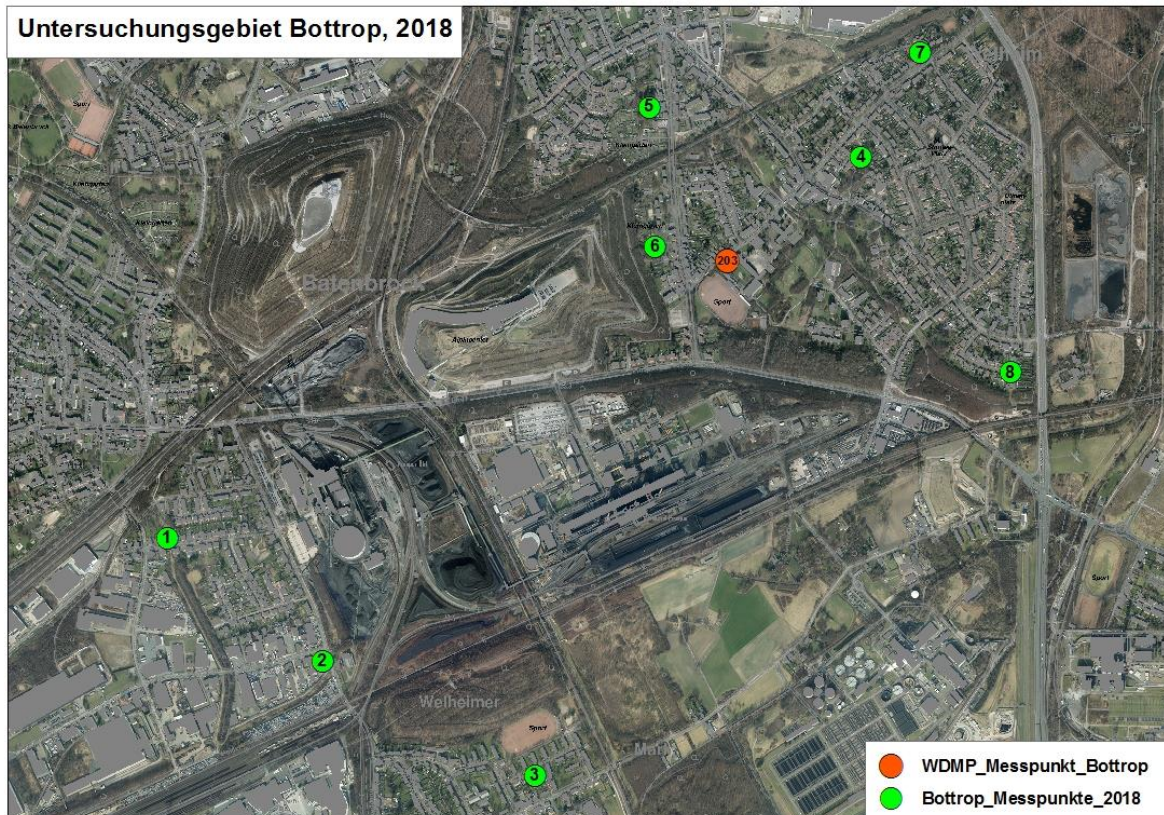


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2018

Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Grünkohluntersuchungen aus dem Jahr 2018 und deren Bewertung aus dem Jahr 2018 detailliert dargestellt.

2 Methodik

Aufgrund der kurzfristigen Beauftragung der Untersuchung im August 2018 konnten in einem ersten Schritt lediglich 8 orientierende Messpunkte realisiert werden. Für eine detaillierte Betrachtung des Untersuchungsgebietes sind ggf. zukünftig weitere Messpunkte notwendig.

In 8 Haus- bzw. Kleingärten wurde vom 23.08. bis zum 20.11.18 Grünkohl nach Standardverfahren in Containern exponiert. Die Messpunkte 1 und 2 befinden sich im Stadtteil Batenbrock westlich der Kokerei in der Steigerstraße und in der Straße An der Knippenburg. Der Messpunkt 3 befindet sich südlich der Kokerei im Stadtteil Welheimer Mark in der Straße Am langen Damm. Die Messpunkte 4 – 8 befinden sich nordöstlich und damit in Hauptwindrichtung zur Kokerei im Stadtteil Welheim in der Welheimer Straße, der Johannesstraße und in der Straße Kleinebrechtshof. Zusätzlich dazu wurde im Rahmen des Wirkungsdauermessprogrammes NRW auch an der Dauermessstation an der Welheimer Straße (WDMP-Messpunkt 203) Grünkohl exponiert (13.08. – 12.11.18), welcher in die Bewertung der Belastungssituation einfließt.

Pro Messpunkt wurde ein Container aufgestellt, der mit Einheitserde (ED 73) gefüllt und durch Textildochte mit einer automatischen Wasserversorgung verbunden war. Bei der Grünkohlexposition wurden pro Container 5 Pflanzen ausgebracht und nach einem Monat wurde die schwächste Pflanze entfernt. Die Pflanzen wurden nach 89 bzw. 91 Tagen Expositionszeit geerntet und in Aluminiumboxen gekühlt zur Fa. Münster Analytical Solutions (mas) transportiert. Bei der Ernte wurden nur verzehrfähige Blätter entnommen. Durch die küchenfertige Aufarbeitung der Proben ergaben sich homogene Mischproben je Messpunkt. Das Pflanzenmaterial wurde gründlich gewaschen, schockgefroren und anschließend gefriergetrocknet. Nach dem Vermahlen wurden die Pflanzenproben auf ihre Gehalte an 16 PAK nach EPA (Environmental Protection Agency der USA) untersucht. Die Gehalte folgender Stoffe bzw. die Summe der Gehalte mehrerer Stoffe wurden auf die Frischmasse zurückgerechnet und gesundheitlich bewertet: Benzo[a]pyren (BaP) sowie PAK 4 = Summe der Gehalte von BaP, Chrysen, Benzo[a]anthracen (BaA) und Benzo[b]fluoranthen (BbF).

Die Windrichtungsverteilung im Expositionszeitraum wurde an der Dauermessstation an der Welheimer Straße (MP 203) erfasst.

3 Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Grünkohlexposition von August bis November 2018 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 (s. LANUV-Fachbericht 61, 2015). Dargestellt werden das 50. und das 95. Perzentil der Gehalte in Grünkohl von 10 verschiedenen Hintergrundstationen aus dem 10-Jahreszeitraum von 2008 bis 2017. Messwerte, die das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung überschreiten, werden als Hinweis auf eine vorliegende Immissionsbelastung durch die untersuchte Substanz gewertet.

Die Summe der Gehalte der 16 PAK nach EPA (PAK_{gesamt}) sowie die Gehalte an BaP, Chrysen, BaA, BbF und der Summenwert PAK 4 in den Grünkohlpflanzen an den einzelnen Messpunkten werden in Tabelle 1 und exemplarisch in den Abbildungen 2 – 5 dargestellt.

Tabelle 1: Gehalte an PAK_{gesamt} , BaP, Chrysen, BaA, BbF sowie der Summenwert PAK 4 in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop; 50. und 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW [$\mu\text{g}/\text{kg FM}$]

Messpunkte	PAK_{gesamt}	BaP	BaA	Chrysen	BbF	PAK 4
MP 1	150	0,62	5,3	7,1	3,4	17
MP 2	220	1,1	10	10	4,8	26
MP 3	52	0,26	2,0	4,2	2,2	8,6
MP 4	72	0,47	4,1	5,7	3,0	13
MP 5	200	1,8	21	25	9,6	57
MP 6	500	3,5	44	62	18	130
MP 7	84	0,90	5,0	7,7	4,2	18
MP 8	44	0,36	2,1	3,3	2,4	8,2
WDMP 203	220	1,1	15	14	5,9	36
50. Perzentil NRW	28	0,18	0,40	1,5	0,77	2,8
95. Perzentil NRW	63	0,36	1,2	3,3	1,6	6,2

Die **PAK_{gesamt} -Gehalte** der zwischen August und November 2018 in Bottrop exponierten Grünkohlpflanzen betragen zwischen 44 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in der Frischmasse (= FM) am Messpunkt 8 und 500 $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ am Messpunkt 6 (s. Tabelle 1 und Abbildung 2). Das 50. Perzentil der Hintergrundbelastung der PAK_{gesamt} -Gehalte in NRW beträgt 28 $\mu\text{g}/\text{kg FM}$; das 95. Perzentil 63 $\mu\text{g}/\text{kg FM}$. Am Messpunkt 8 in der Straße Kleinbrechtshof östlich der Kokerei und am Messpunkt 3 südlich der Kokerei im Stadtteil Welheimer Mark wurden demnach PAK_{gesamt} -Gehalte im Bereich der Hintergrundbelastung von NRW gemessen. Auch am Messpunkt 4 im Nordosten der Kokerei wurde unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit des Verfahrens das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung nicht und am MP 7 nur gering

überschritten. Dagegen wurde an den anderen fünf Messpunkten das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung - am MP 6 nördlich der Kokerei sogar um den Faktor 8 – überschritten. Dabei liegen die Messpunkte 5, 6 und der WDMP-Messpunkt 203 nördlich der Kokerei Prosper; die Messpunkte 1 und 2 westlich der Kokerei im Stadtteil Batenbrock.

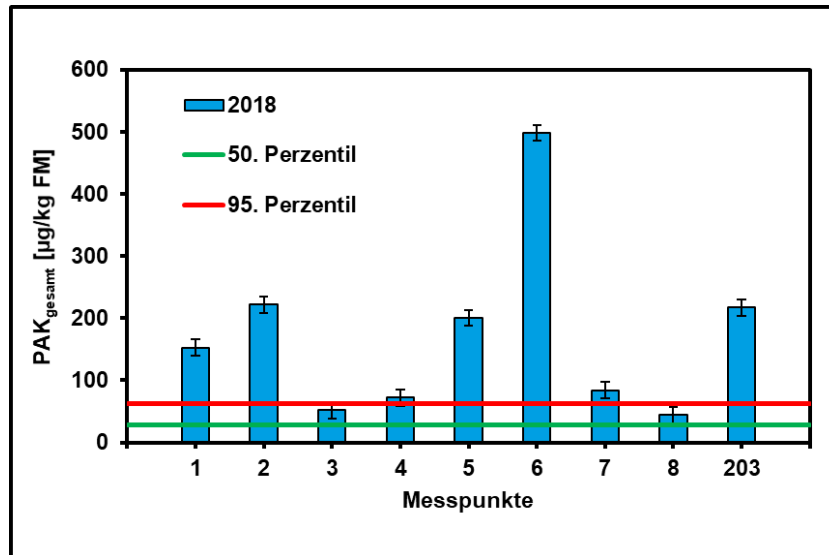


Abbildung 2: PAK_{gesamt}-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit (2010 – 2017); 50. und 95. Perzentil der Hintergrundbelastung für PAK_{gesamt} in Grünkohl (2008 – 2017, n = 106)

Im Folgenden sollen die Einzelverbindungen **BaP**, **BaA**, **Chrysen** und **BbF** sowie deren Summenwert **PAK 4** detaillierter betrachtet werden, da für die Bewertung des BaP- sowie des PAK 4-Gehaltes eine gesundheitliche Beurteilung auf Grundlage eines Gutachtens der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority; EFSA) möglich ist:

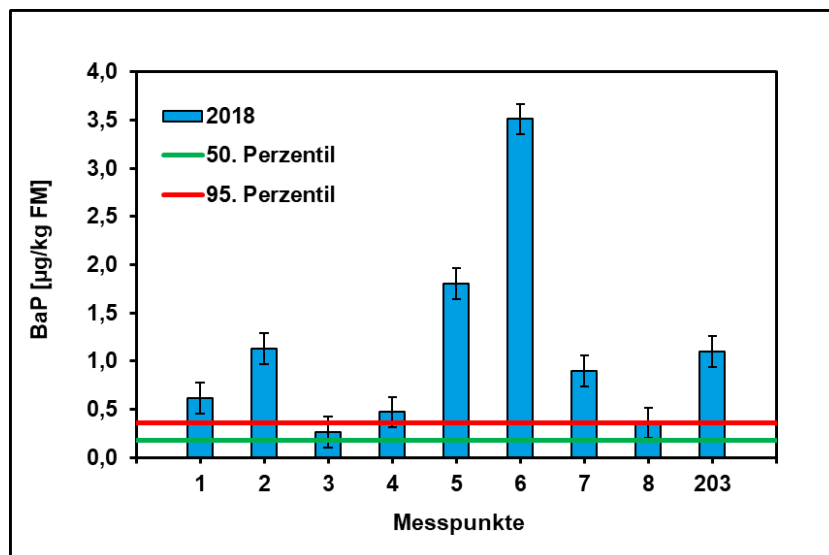


Abbildung 3: BaP-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit (2010 – 2017); 50. und 95. Perzentil der Hintergrundbelastung für BaP in Grünkohl (2008 – 2017, n = 106)

Die **BaP-Gehalte** der in Bottrop exponierten Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,26 µg/kg FM am Messpunkt 3 und 3,5 µg/kg FM am Messpunkt 6 (s. Tabelle 1 und Abbildung 3). Das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW beträgt 0,36 µg/kg FM und wird unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit des Verfahrens an den Messpunkten 3, 4 und 8 nicht überschritten. An den anderen sechs Messpunkten wird das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung deutlich überschritten. Am Messpunkt 6 wird der höchste BaP-Gehalt des Untersuchungsprogramms ermittelt, welcher das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung um den Faktor 10 überschreitet.

Die **BaA-Gehalte** der Grünkohlpflanzen betragen zwischen 2,0 µg/kg FM am Messpunkt 3 und 44 µg/kg FM am Messpunkt 6 (s. Tabelle 1). Das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW beträgt 1,2 µg/kg FM und wird auch unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit des Verfahrens an allen Messpunkten in Bottrop überschritten.

Die **Chrysen-Gehalte** der Grünkohlpflanzen betragen zwischen 3,3 µg/kg FM am Messpunkt 8 und 62 µg/kg FM am Messpunkt 6 (s. Tabelle 1). Das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW beträgt 3,3 µg/kg FM und wird auch unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit des Verfahrens nur am Messpunkt 8 unterschritten.

Die **BbF-Gehalte** der Grünkohlpflanzen betragen zwischen 2,2 µg/kg FM am Messpunkt 3 und 18 µg/kg FM am Messpunkt 6 (s. Tabelle 1). Das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW beträgt 1,6 µg/kg FM und wird auch unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit des Verfahrens an allen Messpunkten in Bottrop überschritten.

Der Summenwert **PAK 4** der Grünkohlpflanzen betrug zwischen 8,2 µg/kg FM am Messpunkt 8 und 130 µg/kg FM am Messpunkt 6 (s. Tabelle 1 und Abbildung 4). Das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW beträgt 6,2 µg/kg FM und wird auch unter Berücksichtigung der Standardunsicherheit des Verfahrens an allen Messpunkten in Bottrop überschritten.

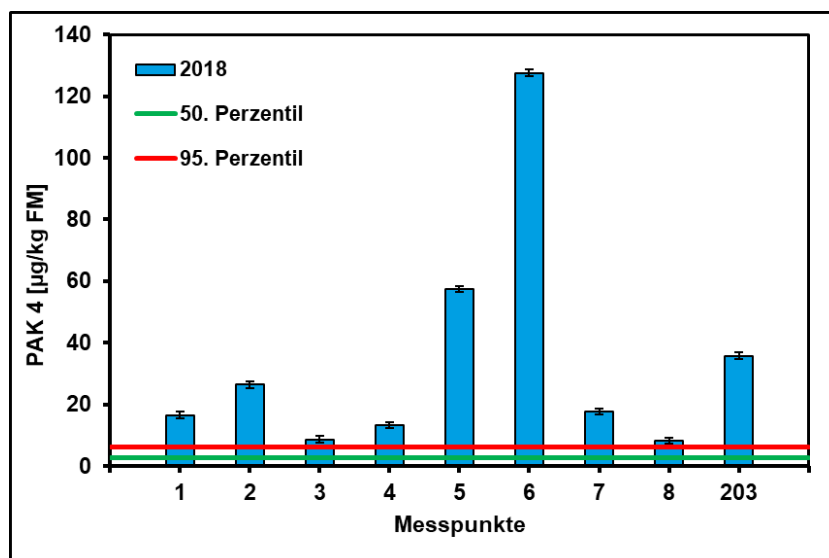


Abbildung 4: PAK 4-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop; 50. und 95. Perzentil der Hintergrundbelastung für PAK in Grünkohl (2008 – 2017, n = 107)

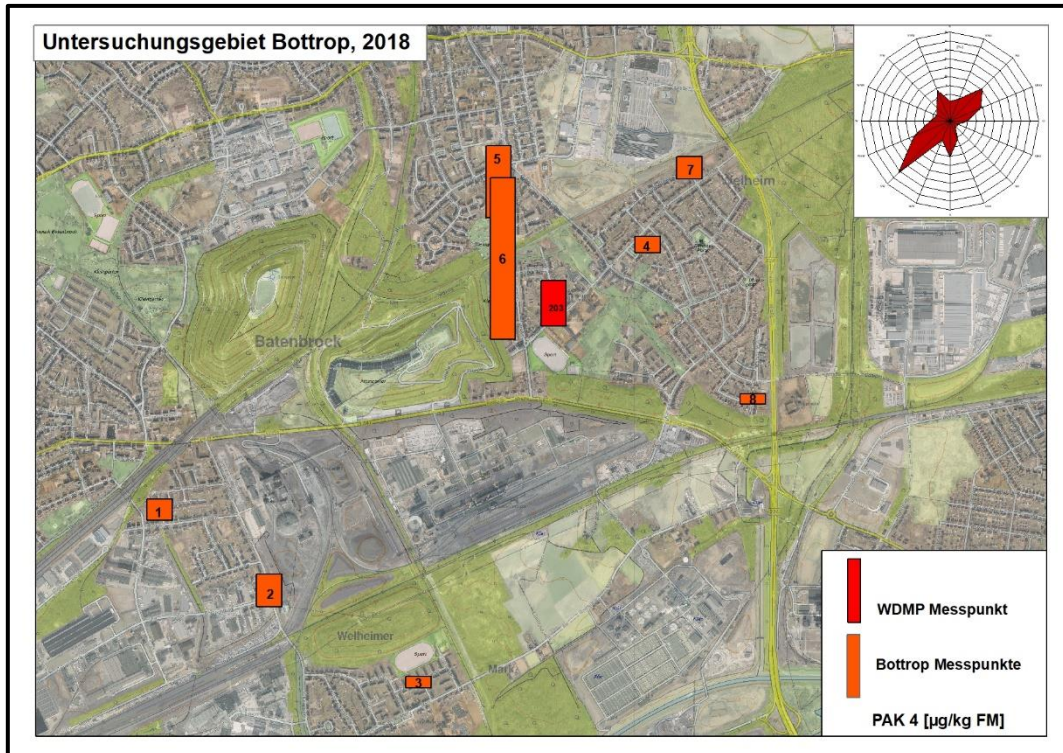


Abbildung 5: PAK 4-Gehalte in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop [$\mu\text{g}/\text{kg FM}$] inklusive Windrichtungsverteilung im Zeitraum 01.08. – 30.11.10

Insgesamt gesehen ist die Belastung am Messpunkt 8 des Untersuchungsprogramms am geringsten. Lediglich die Gehalte an BaA, BbF und der Summenwert PAK 4 überschreiten das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung geringfügig. Am Messpunkt 3 im Stadtteil Welheimer Mark wurden Gehalte auf einem ähnlichen Niveau ermittelt.

Am Messpunkt 6 dagegen ist der gesundheitlich zu bewertende Summenwert PAK 4 deutlich (20 mal) höher als das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung in NRW. Zum weiter nördlich gelegenen Messpunkt 5 ist eine deutliche Abnahme der PAK-Gehalte und damit ein Gradient zu sehen (s. Abbildung 5). Allerdings übersteigt der Summenwert PAK 4 auch hier das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung um das 9fache und es wurden damit die zweithöchsten Gehalte des Untersuchungsprogramms ermittelt.

Ein abnehmender Gradient ist auch bei den nach Nordost orientierten Messpunkten (203, 4 und 7) abzulesen, wobei der am weitesten von der Kokerei entfernte Messpunkt 7 etwas höhere Gehalte aufweist als der näher liegenden Messpunkt 4. Am WDMP-Messpunkt 203 wurden die dritthöchsten Gehalte des Messprogramms ermittelt.

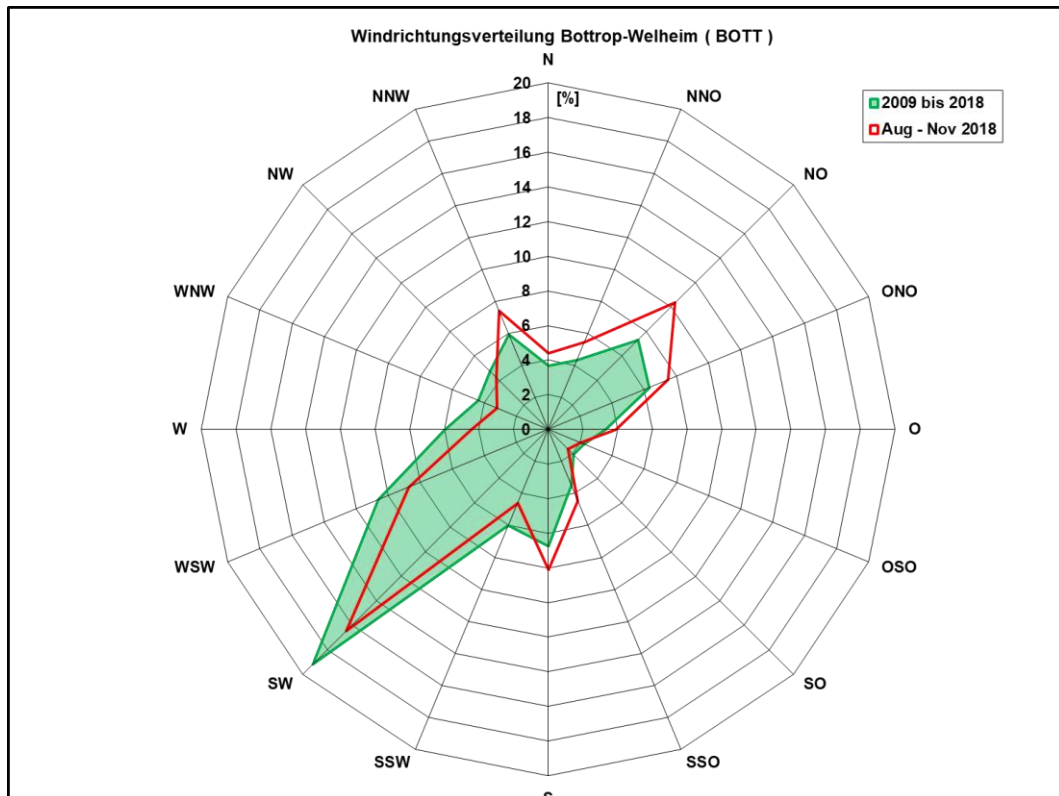


Abbildung 6: Windrichtungsverteilung in Bottrop langjährig (grün) und während der Grünkohlexposition 2018 (rot)

Ebenfalls deutlich erhöhte Gehalte wurden am Messpunkt 2 im Stadtteil Batenbrock südwestlich der Kokerei ermittelt. Die Windrichtungsverteilung während des Expositionszeitraumes von August bis November (s. Abbildungen 5 und 6) zeigt, dass es neben Wind aus der Hauptwindrichtung Südwesten auch häufiger Wind aus Nordosten gab. Das erklärt die immissionsbedingten Einträge von PAK auch im Stadtteil Batenbrock, insbesondere an dem in exakt dieser Windrichtung liegendem Messpunkt 2. Im Jahr 2018 war die Windrichtung Nordost etwas stärker vertreten als im langjährigen Mittel (s. Abbildung 6).

Die Unterschiede zwischen den direkt nördlich der Kokerei liegenden Messpunkten 5 und 6 und dem etwas weiter östlich gelegenen WDMP-Messpunkt 203 sind durch die Windrichtungsverteilung während des gesamten Expositionszeitraumes nicht zu erklären. Möglicherweise waren die PAK-Emissionen bei Wind aus Süden höher als bei Wind aus Südwest. Aber auch kurzfristige Windrichtungsschwankungen, die sich in der langfristigen Windstatistik nicht auswirken, können eine Ursache sein, wenn diese mit höheren Immissionen verbunden waren.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es im Jahr 2018 (August – November) im Untersuchungsgebiet in Bottrop an sieben von neun Messpunkten deutliche immissionsbedingte Einträge von PAK gegeben hat.

4 Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse

Es wird als Konvention bei den folgenden Berechnungen der Verzehr von 250 g Grünkohl aus den hier beprobten Containern pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrtes Gemüse - zu Grunde gelegt. Außerdem wird die Annahme getroffen, dass das durchschnittliche Körpergewicht (KG) einer oder eines Erwachsenen 70 kg beträgt.

Erläuterungen zu den Bewertungskriterien

Die gesundheitliche Bewertung von PAK in den hier untersuchten Grünkohlpflanzen erfolgt auf Basis der Belastung mit BaP sowie der Summe der Konzentrationen von BaP, BaA, BbF und Chrysen (PAK 4) (EFSA 2008, BfR 2009).

Bei den hier zu bewertenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen BaP und PAK 4 handelt es sich um Substanzen, die mit großer Wahrscheinlichkeit für den Menschen genotoxisch und kanzerogen sind und keinen Schwellenwert haben. Für solche Substanzen kann per Definition keine Dosis ohne theoretisches Krebsrisiko abgeleitet werden. Hilfsweise kann zur Abschätzung des potentiellen Risikos von genotoxisch und kanzerogen wirkenden Substanzen nach Ansicht des Wissenschaftlichen Ausschusses der EFSA (Europäische Lebensmittelbehörde) ein „Margin of Exposure“ (MOE) berechnet werden [EFSA 2008]. Der MOE ergibt sich dabei aus einer kanzerogenen Effektdosis (hier BMDL₁₀; Erläuterung siehe weiter unten), abgeleitet aus der Dosis-Wirkungskurve im Tierversuch, im Verhältnis zu der menschlichen Exposition. Ein MOE von 10.000 (hier basierend auf einer BMDL₁₀) oder darüber wird für genotoxische Substanzen als gesundheitlich wenig bedenklich angesehen (SCHER/SCCP/SCENIHR 2009; Scientific Opinion EFSA 2012).

Für BaP und PAK 4 hat die Europäische Lebensmittelbehörde auf der Grundlage der jeweiligen kanzerogenen Wirkung jeweils sog. BMDL₁₀ (= untere Grenze des Vertrauensbereiches für ein zusätzliches Risiko (Extra Risk) von 10 %) berechnet. Diese BMDL₁₀ entsprechen den niedrigsten statistisch signifikanten Werten jeweils für einen Anstieg der Inzidenz des relevanten kanzerogenen Effektes. Sie wurden von der EFSA als Referenzpunkte festgesetzt.

Laut EFSA (2008) beträgt die BMDL₁₀:

- für BaP: 0,07 mg/kg KG/d,
- für PAK4: 0,34 mg/kg KG/d.

Berechnung der MOEs

Zur Bestimmung des MOE für die unterschiedlichen BaP- und PAK 4-Konzentrationen im Grünkohl wird im Folgenden die Schadstoff-Exposition ermittelt, die sich bei Verzehr der jeweiligen Grünkohlpflanzen aus Bottrop ergeben würde. Dazu wird zunächst unter Berücksichtigung der oben angegebenen Annahmen (Verzehr von 250 g Grünkohl tagtäglich ein Leben lang und 70 kg Körpergewicht einer/eines Erwachsenen) die orale Aufnahme an BaP und PAK 4 berechnet, die sich allein über den Verzehr des jeweiligen Grünkohls aus

Bottrop ergeben würde. Die gesamte orale Aufnahme an BaP und PAK 4 wird für jeden Messpunkt rechnerisch über die Addition der Aufnahme über den Grünkohl aus Bottrop und der Aufnahme über andere Lebensmittel (dem sogenannten allgemeinen Warenkorb) bestimmt.

In den Tabellen 3 und 4 wird aufgeführt, welcher Gehalt jeweils an BaP und PAK 4 in der Frischmasse des Grünkohls des entsprechenden Messpunktes festgestellt wurde und welche Gesamtaufnahme an BaP und PAK 4 sich rein rechnerisch bei Verzehr von 250 g des 2018 in Bottrop angebauten Grünkohls für eine 70 kg schwere Person unter Berücksichtigung der Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb ergeben würde.

Nach EFSA (2008) beträgt die Aufnahme (durchschnittliche Exposition der Gesamtbevölkerung) über den allgemeinen Warenkorb in Deutschland:

- für BaP: 3,6 ng/kg KG/d (255 ng/d nach EFSA),
- für PAK4: 18 ng/kg KG/d (1258 ng/d nach EFSA).

Tabelle 3: BaP-Gehalt in den Nahrungspflanzen [$\mu\text{g}/\text{kg}$ FM], tägliche Aufnahme an BaP über den allgemeinen Warenkorb [ng/kg KG/d], tägliche Aufnahme an BaP über den Verzehr von 250 g Grünkohl, tägliche Gesamtaufnahme an BaP bei Verzehr von 250 g Grünkohl und der Aufnahme an BaP über den allgemeinen Warenkorb [ng/kg KG/d] (jeweils Angabe von zwei signifikanten Stellen)

Messpunkte	BaP-Gehalt in der Nahrungspflanze [$\mu\text{g}/\text{kg}$ FM]	tägliche Aufnahme an BaP über den allgemeinen Warenkorb [ng/kg KG/d]	tägliche Aufnahme an BaP über den Verzehr von 250 g Grünkohl [ng/kg KG/d]	tägliche Gesamtaufnahme an BaP (über den Verzehr von 250 g Grünkohl und über den allgemeinen Warenkorb) [ng/kg KG/d]
MP 1	0,62	3,6	2,2	5,8
MP 2	1,1	3,6	3,9	7,5
MP 3	0,26	3,6	0,93	4,5
MP 4	0,47	3,6	1,7	5,3
MP 5	1,8	3,6	6,4	10
MP 6	3,5	3,6	12,5	16
MP 7	0,9	3,6	3,2	6,8
MP 8	0,36	3,6	1,3	4,9
WDPM 203	1,1	3,6	3,9	7,5

Tabelle 4: PAK 4-Gehalt in den Nahrungspflanzen [$\mu\text{g}/\text{kg FM}$], tägliche Aufnahme an PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [$\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$], tägliche Aufnahme an PAK 4 über den Verzehr von 250 g Grünkohl, tägliche Gesamtaufnahme an PAK 4 bei Verzehr von 250 g Grünkohl und der Aufnahme an PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [$\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$] (jeweils Angabe von zwei signifikanten Stellen)

Messpunkte	PAK 4-Gehalt in der Nahrungspflanze [$\mu\text{g}/\text{kg FM}$]	tägliche Aufnahme an PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [$\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$]	tägliche Aufnahme an PAK 4 über den Verzehr von 250 g Grünkohl [$\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$]	tägliche Gesamtaufnahme an PAK 4 (über den Verzehr von 250 g Grünkohl und über den allgemeinen Warenkorb) [$\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$]
MP 1	17	18	61	79
MP 2	26	18	93	110
MP 3	8,6	18	31	49
MP 4	13	18	46	64
MP 5	57	18	200	220
MP 6	130	18	460	480
MP 7	18	18	64	82
MP 8	8,2	18	29	47
WDMP 203	36	18	130	150

Durch Bildung des Quotienten aus der jeweiligen BMDL_{10} (BaP: $0,07 \text{ mg}/\text{kg KG}/\text{d}$, PAK4: $0,34 \text{ mg}/\text{kg KG}/\text{d}$) und der täglichen Gesamtaufnahme (Exposition) der entsprechenden Substanz bzw. der Summe der entsprechenden Substanzen ergeben sich in Abhängigkeit der unterschiedlichen Konzentrationen an BaP und PAK 4 in dem jeweiligen Grünkohl die in Tabelle 5 aufgeführten MOEs.

Tabelle 5: MOEs als Quotient aus der jeweiligen BMDL_{10} und der täglichen Gesamtaufnahme an BaP bzw. PAK 4

Messpunkte	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	WDMP 203
MOE BaP	12000	9300	16000	13000	7000	4400	10000	14000	9300
MOE PAK 4	4300	3100	6900	5300	1600	710	4200	7200	2300

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die PAK 4-Belastungen in den zu bewertenden Grünkohlpflanzen aus Bottrop führen unter den oben getroffenen Verzehrannahmen an allen Messpunkten zu Expositionen, aus denen sich MOEs ergeben, die unter einem aus gesundheitlicher Sicht vertretbaren Faktor von 10.000 liegen und damit gesundheitlich bedenklich sind. Im Hinblick auf BaP gilt entsprechendes für die Messpunkte 2, 5, 6 und für den WDMP-Messpunkt 203.

Fazit

Die gesundheitliche Bewertung von PAK in dem hier untersuchten Grünkohl erfolgt auf Basis der Belastung mit BaP sowie der Summe der Konzentrationen von BaP, BaA, BbF und Chrysen (PAK4) (EFSA 2008, BfR 2009).

Bei Verzehr von Grünkohl mit Belastungen, wie sie in den Proben der Messpunkte in Bottrop ermittelt wurden, würde unter Berücksichtigung der Belastung aus dem allgemeinen Warenkorb ein MOE von 10.000 für BaP an den Messpunkten 2, 5, 6 und an dem WDMP-Messpunkt 203 als auch für PAK 4 an allen Messpunkten zum Teil erheblich unterschritten (Beispiel: MOE von 1600 und 710 für PAK 4 an den Messpunkten 5 und 6). Ergibt sich bei Verbraucherinnen und Verbrauchern mit einer hohen Exposition gegenüber PAKs ein MOE, der im Bereich von 10.000 oder darunter liegt, können nach EFSA (2008) gesundheitliche Auswirkungen nicht mehr ausgeschlossen werden. Infolge dessen wird von dem **täglichen** Verzehr des Grünkohls an allen Messpunkten in Bottrop abgeraten.

Bei einer Exposition gegenüber genotoxischen Substanzen aus der ein Faktor (MOE) von ≥ 10.000 resultiert, geht die EFSA (2008) davon aus, dass die Aufnahme gesundheitlich wenig bedenklich ist. Im vorliegenden Fall ergäbe sich ein MOE von 10.000 bei einer täglichen Aufnahme von 7 ng/kg KG/d für BaP bzw. von 34 ng/kg KG/d für PAK 4. In der folgenden Tabelle 6 wird aufgeführt, wie häufig der Grünkohl der einzelnen Mess-Standorte unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung verzehrt werden dürfte, damit ein MOE von 10.000 nicht unterschritten wird.

Tabelle 6: Verzehr-Häufigkeit von je 250 g Grünkohl pro Woche bei einem MOE von 10.000 mit Bezug auf die BaP- bzw. PAK 4-Konzentration im Grünkohl

Messpunkte	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	MP 7	MP 8	WDMP 203
BaP	*	5 - 6	*	*	3 - 4	1 - 2	*	*	5 - 6
PAK 4	1 - 2	1	3 - 4	2	0,56	0,24	1 - 2	3 - 4	0,86

*Verzehr uneingeschränkt

Entsprechend der Tabelle 6 wird empfohlen, den Grünkohl an den Messpunkten 1 und 7 maximal ein- bis zweimal pro Woche, am Messpunkt 2 maximal einmal die Woche, am

Messpunkt 4 maximal zweimal die Woche und an den Messpunkten 3 und 8 maximal drei- bis viermal die Woche zu verzehren.

Der Grünkohl an den zwei Messpunkten 5 und 6 sowie dem WDMP-Messpunkt 203 ist so hoch belastet, dass ein wöchentlicher Verzehr von 250 g oder mehr aus gesundheitlicher Sicht nicht vertretbar ist.

Die Verzehrempfehlungen des LANUV für die untersuchten Stadtteile werden im nächsten Kapitel detailliert erläutert.

5 Zusammenfassung

Im Jahr 2018 wurden in der Umgebung der Kokerei Prosper der Fa. Arcelor Mittal in Bottrop an insgesamt 9 Messpunkten Grünkohlpflanzen exponiert und anschließend auf ihre PAK-Gehalte analysiert.

An sieben von neun untersuchten Messpunkten wurden immissionsbedingte Einträge an PAK ermittelt. Die höchsten Gehalte wurden dabei nördlich der Kokerei gefunden. Diese Gehalte sind bis etwa 20fach oberhalb des 95. Perzentils der Hintergrundbelastung in NRW. Es ist ein abnehmender Gradient in Richtung Norden und in Richtung Nordosten zu sehen. Wobei auch die Messpunkte 5 und 7, die in ca. 1 – 1,5 km Entfernung der Kokerei liegen, gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte Werte aufweisen. Die Messpunkte 1 und 2 westlich der Kokerei zeigen ebenfalls deutlich erhöhte PAK-Gehalte. Da es im Jahr 2018 etwas häufiger Wind aus Nordost als im langjährigen Durchschnitt gab, unterlagen diese Messpunkte offensichtlich auch einem deutlichen Immissionseinfluss durch die Kokerei. Lediglich die Messpunkte 8 und 3 östlich bzw. südlich der Kokerei wiesen gegenüber der Hintergrundbelastung nur leicht erhöhte PAK-Gehalte auf.

Die **gesundheitliche Bewertung** der PAK-Gehalte in den Grünkohlpflanzen ergibt unter Berücksichtigung der PAK-Aufnahme aus dem allgemeinen Warenkorb an allen untersuchten Messpunkten des Untersuchungsgebietes eine einschränkende Verzehrempfehlung.

Dabei waren die Grünkohlpflanzen in den verschiedenen Stadtteilen unterschiedlich stark belastet, so dass eine differenzierte Verzehrempfehlung herausgegeben werden kann (s. Abbildung 7).

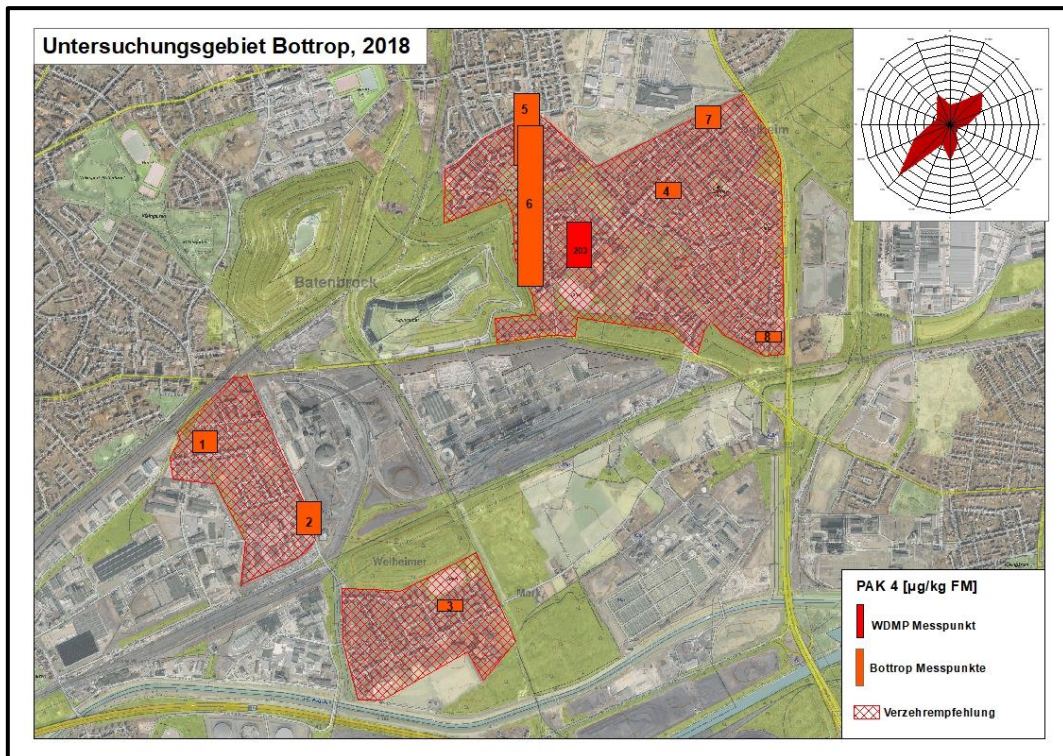


Abbildung 7: Vorschlag der Gebiete mit differenzierten Verzehrsempfehlungen

So sollte es im Stadtteil Welheim in der Umgebung der Messpunkte 5, 6 sowie dem WDMP-Messpunkt 203 eine Nichtverzehrsempfehlung für Blattgemüse geben, da es dort eine sehr hohe Belastung gibt. Zu den Blattgemüsen zählen neben Grünkohl u. a. auch folgende Gemüse, von denen die Blätter verzehrt werden: Mangold, Spinat, Pflücksalat, Feldsalat, Rucola, Rübstiel, Staudensellerie und auch Kräuter.

Nach bisherigem Kenntnisstand sind kopfbildende Blatt- und Kohlgemüse, wie z. B. Kopfsalat, Weiß- und Rotkohl sowie Wurzel-, Knollen- und Fruchtgemüse in der Regel deutlich weniger mit luftgetragenen Schadstoffen belastet und können deshalb von der Nichtverzehrsempfehlung ausgeschlossen werden. Sie sollten allerdings vor dem Verzehr in jedem Fall sehr gut gewaschen und/ oder geschält werden. Das gleiche gilt für Früchte, die ebenfalls angebaut und gegessen werden können.

Im östlichen und nordöstlichen Bereich des Stadtteils Welheim sollte der Grünkohl aufgrund seiner Belastung rein rechnerisch nicht häufiger als 1 – 4 mal pro Woche verzehrt werden. Aufgrund der geringen Messpunktdichte ist eine Abgrenzung der beiden Gebiete nicht möglich, so dass vorsorglich für den gesamten Stadtteil eine Nichtverzehrsempfehlung herausgegeben werden sollte, zumal aufgrund der Schwankungen in der Hauptwindrichtung auch die Wahrscheinlichkeit einer anderen Verteilung der PAK-Immissionen im Stadtteil Welheim möglich ist. Auch eine Abgrenzung des belasteten Gebietes nach Norden und Nordosten kann aufgrund der Messpunktlage nicht sicher erfolgen. Hierzu beabsichtigt das LANUV in 2019 weitere Untersuchungen durchzuführen (siehe Kapitel 6).

Auch im westlich gelegenen Stadtteil Batenbrock sollte eine Verzehrempfehlung herausgegeben werden. Hier sollten Blattgemüse basierend auf dem höher belastetem Messpunkt 2 nicht häufiger als 1 mal pro Woche verzehrt werden.

Im Stadtteil Welheimer Mark wurden am Messpunkt 3 nur leicht gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte PAK-Gehalte in den Grünkohlpflanzen ermittelt. Hier sollten Blattgemüse aus dem eigenen Garten nicht häufiger als 3 – 4 mal pro Woche verzehrt werden.

6 Weiteres Vorgehen

Das LANUV beabsichtigt im Jahr 2019 die Untersuchungen zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Bottrop auszuweiten. Es sollten zu den bereits in 2018 untersuchten Messpunkten weitere Messpunkte nördlich der Kokerei im Stadtteil Boy bis zur Horster Straße eingerichtet werden, um zu überprüfen, wie weit die Belastung durch PAK nach Norden reicht. Außerdem sollte ein weiterer Messpunkt nordöstlich des Messpunktes 7 an der Horster Straße oder in der Straße Bogmannsheide eingerichtet werden. Auch im Bereich westlich der Messpunkte 1 und 2 sollten weitere Messpunkte dazukommen. Ggf. könnten an Stellen mit sensibler Nutzung bzw. aktiver Kleingärten im Bereich der Verzehrempfehlung weitere Messpunkte eingerichtet werden, auch um möglicherweise in den Folgejahren Gebiete mit differenzierten Verzehrempfehlungen voneinander abzugrenzen.

Des Weiteren soll ein möglicher Eintrag von PAK aus dem Gartenboden ausgeschlossen werden, indem exemplarisch an zwei Messpunkten parallel zur Containerexposition auch Grünkohlpflanzen im Gartenboden exponiert werden. Dazu müssen zwei Gärten gefunden werden, in denen ein Gartenbeet von ca. 2 x 3 m zur Verfügung gestellt werden kann.

Um exemplarisch den Eintrag von PAK in verschiedene Nahrungspflanzen bewerten zu können, wird zudem ein Garten gesucht, an dem außer Grünkohl auch weitere Gemüsepflanzen angepflanzt werden können.

Das genaue Vorgehen wird derzeit vom LANUV ausgearbeitet und mit den Beteiligten abgestimmt, damit mit Beginn der Vegetationsperiode im Mai mit der Exposition von Indikatorpflanzen begonnen werden kann. Das LANUV wird sich hierzu unaufgefordert mit Ihnen und der Stadt Bottrop in Verbindung setzen.

7 Literatur

BfR (2009) Stellungnahme Nr. 003/2010 des BfR vom 02. Oktober 2009: Markersubstanzen für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) zur Lebensmittelüberwachung

EFSA (2008): Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food¹ Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal, Vol 727,1-114,2008

LANUV-FACHBERICHT 61 (2015): Immissionsbedingte Hintergrundbelastung von Pflanzen in NRW – Schwermetalle und organische Verbindungen, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Recklinghausen 2015

SCHER/SCCP/SCENIHR (2009) Scientific opinion on risk assessment methodologies and approaches for genotoxic and carcinogenic substances.

Scientific Opinion: Statement on the applicability of the Margin of Exposure approach for the safety assessment of impurities which are both genotoxic and carcinogenic in substances added to food/feed. The EFSA Journal, Vol 10,2578,2012