



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

Grünkohlexposition von Mai – August  
2021

## IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Fachbereich 31 Immissionswirkungen  Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen  Recklinghausen (21.12.2021)
Autorin	Dr. Katja Hombrecher <a href="mailto:katja.hombrecher@lanuv.nrw.de">katja.hombrecher@lanuv.nrw.de</a> 0201/7995 – 1186
Mitwirkende	Dr. Ralf Both, Holger Buick, Marcel Buss, Alexandra Müller-Uebachs, Mario Rendina (alle FB 31), Udo van Hauten (FB 32), FB 33 (Gesundheitliche Bewertung), FB 43 (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

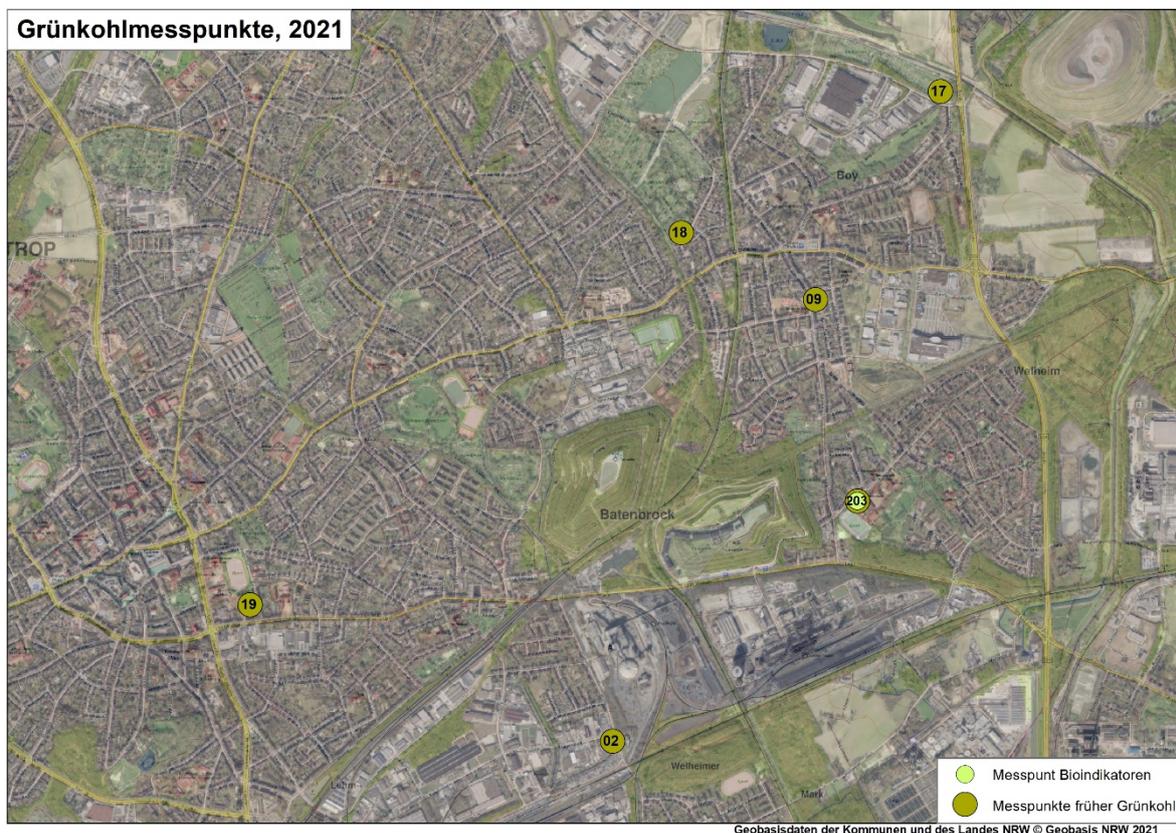
## Inhalt

1	Einleitung .....	4
2	Methodik .....	5
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen .....	5
3.1	BaP-Gehalte .....	7
3.2	PAK 4-Gehalte .....	7
3.3	Räumliche Ausdehnung der Belastung .....	8
3.4	Vergleich mit den Messungen im Feinstaub und in der Deposition .....	9
3.5	Fazit der Pflanzenuntersuchungen .....	9
4	Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse .....	9
5	Zusammenfassung .....	12
6	Weiteres Vorgehen .....	14
7	Literatur .....	14

# 1 Einleitung

Im Umfeld der Kokerei der Fa. ArcelorMittal in Bottrop wurden in den Jahren 2018 bis 2020 in Grünkohlpflanzen immissionsbedingte Einträge an PAK ermittelt (s. LANUV-Untersuchungsberichte vom 12.04.2019, 19.02.2020, 22.10.2020 und 10.03.2021). Es konnte gezeigt werden, dass die Kokerei den Hauptverursacher für die erhöhten Gehalte darstellt. Aufgrund der gesundheitlichen Bewertung der PAK-Gehalte in den Grünkohlpflanzen wurde von Seiten der Stadt Bottrop eine Verzehrempfehlung für weitreichende Gebiete im Umfeld der Kokerei ausgesprochen.

Im Jahr 2021 wurde erneut zwischen Mai und August an sechs Messpunkten eine standardisierte Grünkohlexposition durchgeführt. Dabei wurden die sechs Messpunkte untersucht, an denen auch im Jahr 2020 die frühe Exposition von Mai bis August durchgeführt wurde und die den Einwirkungsbereich der Kokerei weitestgehend abbilden (s. Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2021 von Mai bis August

Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Untersuchungen zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen aus dem Jahr 2021 und deren Bewertung detailliert dargestellt.

## 2 Methodik

An sechs Messpunkten wurde vom 29.05. bis zum 09.08.2021 Grünkohl nach Standardverfahren in Containern exponiert. Grünkohl kann aufgrund seiner stark aufgliederten Blätter und der ausgeprägten Wachsschicht besonders gut fettlösliche (lipophile), organische Schadstoffe, wie PAK, akkumulieren.

Es wurden folgende Messpunkte untersucht:

- Messpunkt 203:** An der Welheimer Straße ca. 750 m nordöstlich der Kokerei (Messpunkt aus dem Wirkungsdauermessprogramm NRW)
- Messpunkt 2:** An der Knippenburg, ca. 200 m westlich der Kokerei)
- Messpunkt 9:** Johannesstraße, ca. 1,7 km nördlich der Kokerei
- Messpunkt 17:** Auf dem städtischen Betriebshof des Ostfriedhofes ca. 2,1 km nördlich der Kokerei
- Messpunkt 18:** In der KGA An der Boye e. V. ca. 3 km nördlich der Kokerei
- Messpunkt 19:** Auf dem Gelände des städtischen Jugendamtes an der Prosperstraße ca. 2,7 km westlich der Kokerei

Pro Messpunkt wurde ein Pflanzcontainer aufgestellt, der mit Einheitserde (ED 73) gefüllt und durch Textildochte mit einer automatischen Wasserversorgung verbunden war, um die immissionsseitig (über die Luft) in die Pflanzen eingetragenen Schadstoffe zu ermitteln. Bei der Grünkohlexposition wurden pro Container 5 Pflanzen ausgebracht und ggf. wurde nach einem Monat die schwächste Pflanze entfernt. Die Pflanzen wurden nach 72 Tagen Expositionszeit geerntet und in Aluminiumboxen gekühlt zum LANUV-Labor 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 Pflanzenproben im LANUV-Labor auf ihre Gehalte an Benzo[a]pyren (BaP), Chrysen (Chr), Benzo[a]anthracen (BaA) und Benzo[b]fluoranthen (BbF) untersucht und daraus der Summenwert PAK 4 berechnet, welcher für die gesundheitliche Bewertung relevant ist.

## 3 Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Grünkohlexposition in Pflanzcontainern von Mai bis August 2021 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, 2015 und 114, 2021). Dargestellt wird jeweils 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 zusätzlich vorliegende

quellenbedingte Immissionsbelastung durch die untersuchte Substanz gewertet (vgl. VDI 3857 Blatt 2). Die Gehalte an BaP und der Summenwert PAK 4 in den Grünkohlpflanzen an den einzelnen Messpunkten sind in Tabelle 1 aufgeführt und werden anschließend erläutert.

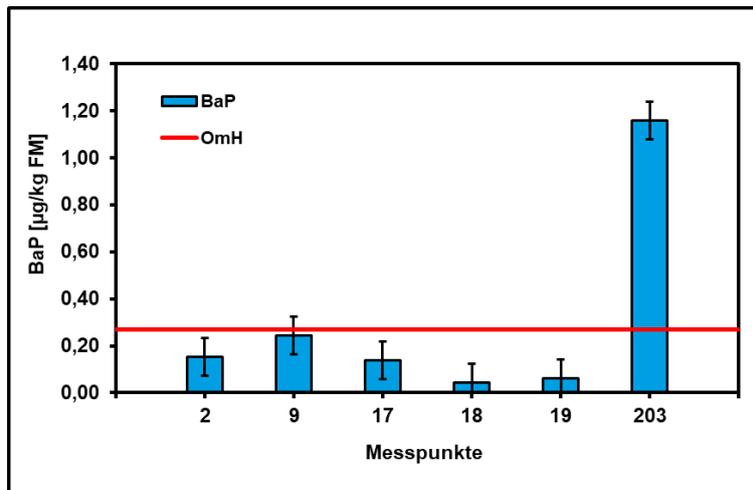
**Tabelle 1:** Gehalte an BaP und der Summenwert PAK 4 in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop in den Jahren 2018 - 2021 (Exposition „früh“: Mai bis August; Exposition „spät“: August bis November); Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW [ $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ ]

Messpunkte	BaP [ $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ ]					PAK 4 [ $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ ]				
	2018 spät	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2018 spät	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh
MP 1	0,62	0,67	-	0,28	-	17	11	-	6,8	-
MP 2	1,1	2,7	0,19	0,36	0,15	26	70	4,4	8,0	1,8
MP 3	0,26	0,27	-	0,34	-	8,7	5,9	-	7,4	-
MP 4	0,47	2,7	-	3,4	-	13	65	-	74	-
MP 5	1,8	1,6	-	-	-	57	40	-	-	-
MP 6	3,5	6,9	-	5,2	-	130	120	-	140	-
MP 7	0,90	1,2	-	-	-	18	34	-	-	-
MP 8	0,36	0,27	-	0,46	-	8,2	6,9	-	8,9	-
MP 9	-	1,5	0,021	2,2	0,25	-	41	1,4	52	5,8
MP 10	-	0,79	-	0,82	-	-	20	-	18	-
MP 11	-	1,9	-	2,8	-	-	40	-	60	-
MP 12	-	0,68	-	0,31	-	-	9,4	-	5,1	-
MP 13	-	0,36	-	0,44	-	-	7,3	-	6,5	-
MP 14	-	1,8	-	3,0	-	-	52	-	73	-
MP 15	-	0,68	-	-	-	-	15	-	-	-
MP 16	-	1,7	-	-	-	-	34	-	-	-
MP 17	-	-	0,019	0,37	0,14	-	-	0,76	9,7	2,8
MP 18	-	-	Ausfall	0,47	0,045	-	-	Ausfall	11	1,3
MP 19	-	-	0,091	0,37	0,061	-	-	2,6	7,9	1,5
WDMP 203	1,1	4,9	0,10	3,5	1,2	36	55	3,4	93	24
OmH NRW	0,27					5,8				

### 3.1 BaP-Gehalte

Die BaP-Gehalte der zwischen Mai und August 2021 in Bottrop exponierten Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,045 µg/kg in der Frischmasse (FM) am Messpunkt 18 und 1,2 µg/kg FM am Messpunkt 203 (s. Tabelle 1 und Abbildung 2). Der Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) beträgt für BaP 0,27 µg/kg FM.

Die in den zwischen Mai und August exponierten Grünkohlpflanzen ermittelten BaP-Gehalte liegen an den Messpunkten 2, 9, 17, 18 und 19 unterhalb des OmH für NRW von 0,27 µg/kg FM. Am Messpunkt 203 wird auch abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens von 0,080 µg/kg FM der OmH deutlich überschritten.

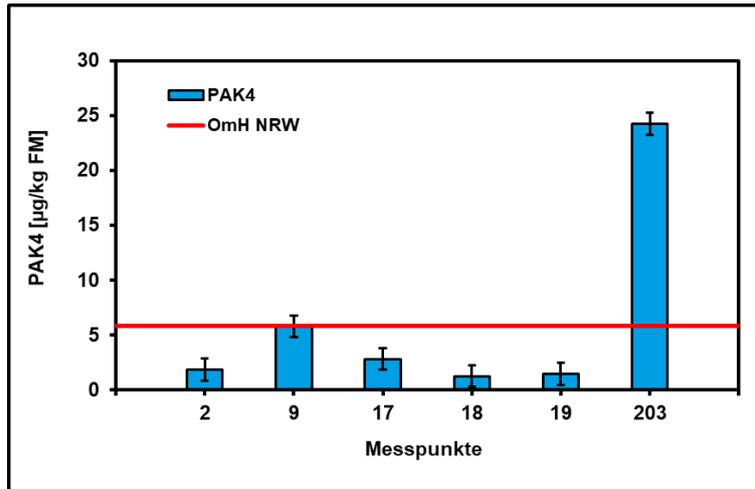


**Abbildung 2:** BaP-Gehalte in Grünkohl (Exposition von Mai bis August 2021) an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit; Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW in Grünkohl (2011 – 2020)

### 3.2 PAK 4-Gehalte

Die PAK 4- Gehalte der zwischen Mai und August exponierten Grünkohlpflanzen betragen zwischen 1,3 µg/kg FM am Messpunkt 18 und 24 µg/kg FM am Messpunkt 203 (s. Tabelle 1 und Abbildung 3). Der OmH für NRW beträgt 5,8 µg/kg FM.

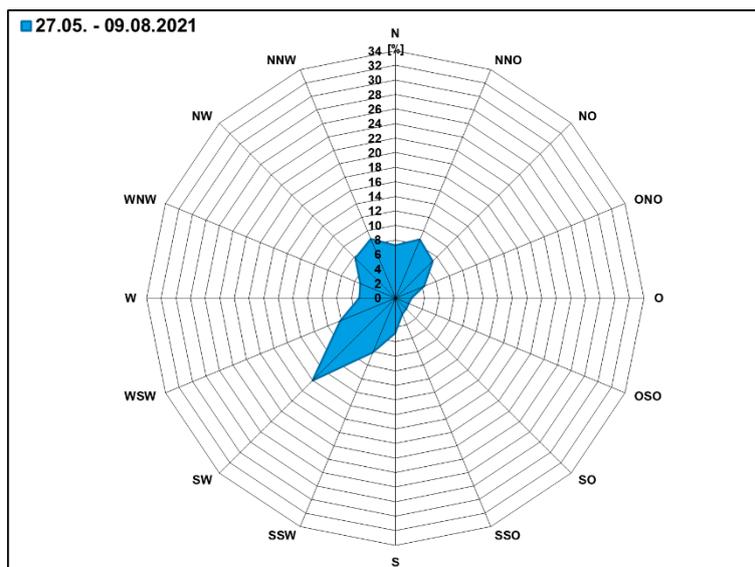
Abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens von 1,0 µg/kg FM liegt nur der ermittelte PAK 4-Gehalt am Messpunkt 203 mit 24 µg/kg FM oberhalb des OmH von 5,8 µg/kg FM.



**Abbildung 3:** PAK 4-Gehalte in Grünkohl (Exposition von Mai bis August 2021) an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit; Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW in Grünkohl (2011 – 2020)

### 3.3 Räumliche Ausdehnung der Belastung

Die Windrichtungsverteilung während der Expositionszeit des Grünkohls vom 27.05. - 09.08.2021 weist als Hauptwindrichtung SW auf (s. Abbildung 4). Es gab in diesem Zeitraum aber auch größere Windanteile aus NW bis NO. Der in Hauptwindrichtung in ca. 750 m Entfernung nordöstlich zur Kokerei liegende Messpunkt 203 weist die höchsten Gehalte an BaP und PAK 4 auf, die den OmH für NRW deutlich überschreiten. Der am zweithöchsten belastete Messpunkt 9 liegt ebenfalls in Hauptwindrichtung zur Kokerei, allerdings in deutlich weiterer Entfernung (1, 7 km). Auch wenn am Messpunkt 9 der OmH für BaP und PAK 4 nicht überschritten wurde, sind die ermittelten Gehalte in den Grünkohlpflanzen höher als an den anderen drei untersuchten Messpunkten.



**Abbildung 4:** Windrichtungsverteilung in Bottrop während der Grünkohlexposition vom 27.05. – 09.08.2021

### **3.4 Vergleich mit den Messungen im Feinstaub und in der Deposition**

Das LANUV misst an der LUQS-Messstation in Bottrop-Welheim nordöstlich der Kokerei auch BaP im Feinstaub und in der Deposition. Diese Messstelle entspricht dem Messpunkt 203 aus dem Grünkohl-Untersuchungsprogramm. Die im Feinstaub täglich ermittelten Werte wurden für die Expositionszeit des Grünkohls gemittelt. Der Mittelwert für den Expositionszeitraum vom 27.05. – 09.08.2021 beträgt  $0,25 \text{ ng/m}^3$  und ist damit im Verhältnis zu den in der kälteren Jahreszeit ermittelten Gehalten erwartungsgemäß relativ niedrig. Allerdings gab es unmittelbar vor der Ernte der Grünkohlpflanzen am 09.08.2021 einige höhere Feinstaub-Tageswerte mit bis zu  $1,99 \text{ ng/m}^3$ . Auch bei den BaP-Gehalten in der Deposition wurde im Zeitraum (22.07. – 19.08.2021) kurz vor der Ernte mit  $0,22 \text{ } \mu\text{g/m}^2\text{d}$  ein höherer Wert ermittelt als in den Vormonaten.

### **3.5 Fazit der Pflanzenuntersuchungen**

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es im Zeitraum von Mai bis August 2021 im Untersuchungsgebiet in Bottrop nur an einem Messpunkt deutlich gegenüber der Hintergrundbelastung (OmH NRW) erhöhte Einträge von BaP und PAK 4 in die untersuchten Grünkohlpflanzen gegeben hat. Dabei handelt es sich um den Messpunkt 203, der in 750 m Entfernung nordöstlich und damit in Hauptwindrichtung zur Kokerei liegt. Es ist demnach wahrscheinlich, dass die erhöhten Gehalte in den Grünkohlpflanzen durch Emissionen der Kokerei verursacht wurden.

## **4 Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse**

Im vorliegenden Fall werden wie bisher als Konvention bei der Berechnung 250 g Grünkohl pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrtes Gemüse - zu Grunde gelegt. Außerdem wird angenommen, dass das durchschnittliche Körpergewicht (KG) einer Erwachsenen bzw. eines Erwachsenen 70 kg beträgt.

### Erläuterungen zu den Bewertungskriterien

Bei den hier zu bewertenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen BaP (Benzo[a]pyren) und PAK 4 (Summe der Konzentrationen von Benzo[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren und Chrysen) 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 2012). Der MOE ergibt sich dabei aus einer kanzerogenen Effektdosis (hier  $\text{BMDL}_{10}$ ), abgeleitet aus der Dosis-Wirkungskurve im Tierversuch, im Verhältnis zu der menschlichen Exposition. Ein MOE von 10.000 (hier

basierend auf einer BMDL<sub>10</sub>) oder darüber wird für genotoxische Substanzen als gesundheitlich wenig bedenklich angesehen (EFSA 2012, SCHER/SCCP/SCENIHR 2009).

Für Benzo[a]pyren und PAK 4 hat die Europäische Lebensmittelbehörde auf der Grundlage der kanzerogenen Wirkung jeweils sog. BMDL<sub>10</sub> (= untere Grenze des Vertrauensbereiches für ein zusätzliches Risiko (Extra Risk) von 10 %) berechnet. Diese BMDL<sub>10</sub> entsprechen den niedrigsten statistisch signifikanten Werten jeweils für einen Anstieg der Inzidenz des relevanten kanzerogenen Effektes. Sie wurden von der EFSA als Referenzpunkte festgesetzt (EFSA 2008).

Laut EFSA (2008) beträgt die BMDL<sub>10</sub>:

- für BaP: 0,07 mg/kg KG/d,
- für PAK 4: 0,34 mg/kg KG/d.

### Berechnung der MOEs

Der MOE wird durch den Quotienten aus der jeweiligen BMDL<sub>10</sub> und der Gesamtaufnahme (Exposition) der entsprechenden Substanz (BaP) bzw. der Summe der entsprechenden Substanzen (PAK 4) ermittelt.

Dazu wird zunächst unter Berücksichtigung der oben angegebenen Annahmen (Verzehr von 250 g Grünkohl tagtäglich ein Leben lang und 70 kg Körpergewicht einer bzw. eines Erwachsenen) die orale Aufnahme an BaP bzw. PAK 4 berechnet, die sich allein über den Verzehr des Grünkohls vom MP 203 ergeben würde. Die tägliche orale Gesamtaufnahme wird rechnerisch über die Addition der Aufnahme an BaP bzw. PAK 4 über den Grünkohl und der Aufnahme über andere Lebensmittel (dem sogenannten allgemeinen Warenkorb) bestimmt.

In Tabelle 2 wird für den MP 203 aufgeführt, welcher Gehalt an BaP bzw. PAK 4 in der Frischmasse des Grünkohls ermittelt wurde und welche Gesamtaufnahme an BaP bzw. PAK 4 sich rein rechnerisch bei Verzehr von 250 g des 2021 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 PAK 4: 18 ng/kg KG/d (1258 ng/d nach EFSA).

**Tabelle 2:** Schadstoffgehalt (BaP bzw. PAK 4) [ $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ ] in den Nahrungspflanzen des Messpunktes 203, tägliche Aufnahme an BaP und PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [ $\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$ ], tägliche Aufnahme an BaP und PAK 4 über den Verzehr von 250 g Grünkohl [ $\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$ ] vom MP 203, tägliche Gesamtaufnahme an BaP und PAK 4 bei Verzehr von 250 g Grünkohl zuzüglich der Aufnahme an BaP und PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [ $\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$ ] (jeweils Angabe von zwei signifikanten Stellen)

Schadstoff	Gehalt in der Nahrungspflanze [ $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ ]	tägliche Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb [ $\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$ ]	tägliche Aufnahme über den Verzehr von 250 g Grünkohl [ $\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$ ]	tägliche Gesamtaufnahme (über den Verzehr von 250 g Grünkohl und über den allgemeinen Warenkorb) [ $\text{ng}/\text{kg KG}/\text{d}$ ]
BaP	1,2	3,6	4,3	7,9
PAK 4	24	18	86	100

In Abhängigkeit von der Konzentration an BaP bzw. PAK 4 in dem Grünkohl des Messpunktes 203 ergeben sich damit folgende MOEs:

- für BaP: 8900,
- für PAK 4: 3400.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Sowohl für die BaP- als auch für die PAK 4-Konzentration in den Grünkohlpflanzen des Messpunktes 203 wurden MOEs ermittelt, die unter einem aus gesundheitlicher Sicht vertretbaren Faktor von 10.000 liegen.

### **Fazit**

Die gesundheitliche Bewertung von PAK in den untersuchten Grünkohlpflanzen an MP 203 aus Bottrop erfolgt auf Basis der Belastung mit BaP (Benzo[a]pyren) sowie der Summe der Konzentrationen von Benz[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthene und Chrysen (PAK 4) (EFSA 2008; BfR 2009).

Bei Verzehr von Grünkohl mit Belastungen wie sie in Bottrop in den exponierten Grünkohlpflanzen am MP 203 ermittelt wurden, würde unter Berücksichtigung der BaP- bzw. PAK 4-Belastung aus dem allgemeinen Warenkorb ein MOE von 10.000 für BaP unterschritten und für PAK 4 deutlich unterschritten. Ergibt sich bei Verbraucherinnen und Verbrauchern mit einer hohen Exposition gegenüber PAKs ein MOE, der im Bereich von 10.000 oder unterhalb liegt, können nach EFSA (EFSA 2012) gesundheitliche Auswirkungen nicht mehr

ausgeschlossen werden. Es wird daher von dem **täglichen** Verzehr des Grünkohls vom MP 203 abgeraten.

Bei einer Exposition gegenüber genotoxischen Substanzen aus der ein Faktor (MOE) von  $\geq 10.000$  resultiert, geht die EFSA (EFSA 2012) 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 für BaP bzw. von 34 ng/kg KG für PAK 4.

Unter Berücksichtigung der Belastung aus dem allgemeinen Warenkorb dürfte der Grünkohl des Messpunktes 203 bei einem MOE von 10.000 rein rechnerisch

- für BaP: 5 – 6 mal pro Woche
- für PAK 4: 1 mal pro Woche

verzehrt werden.

Entsprechend wird empfohlen, den Grünkohl des MP 203 nicht häufiger als einmal pro Woche zu verzehren (mit Bezug auf den Gehalt an PAK 4).

## 5 Zusammenfassung

Im Zeitraum Mai bis August 2021 wurden in der Umgebung der Kokerei in Bottrop an insgesamt 6 Messpunkten Grünkohlpflanzen exponiert und anschließend auf ihre BaP- und PAK 4-Gehalte analysiert.

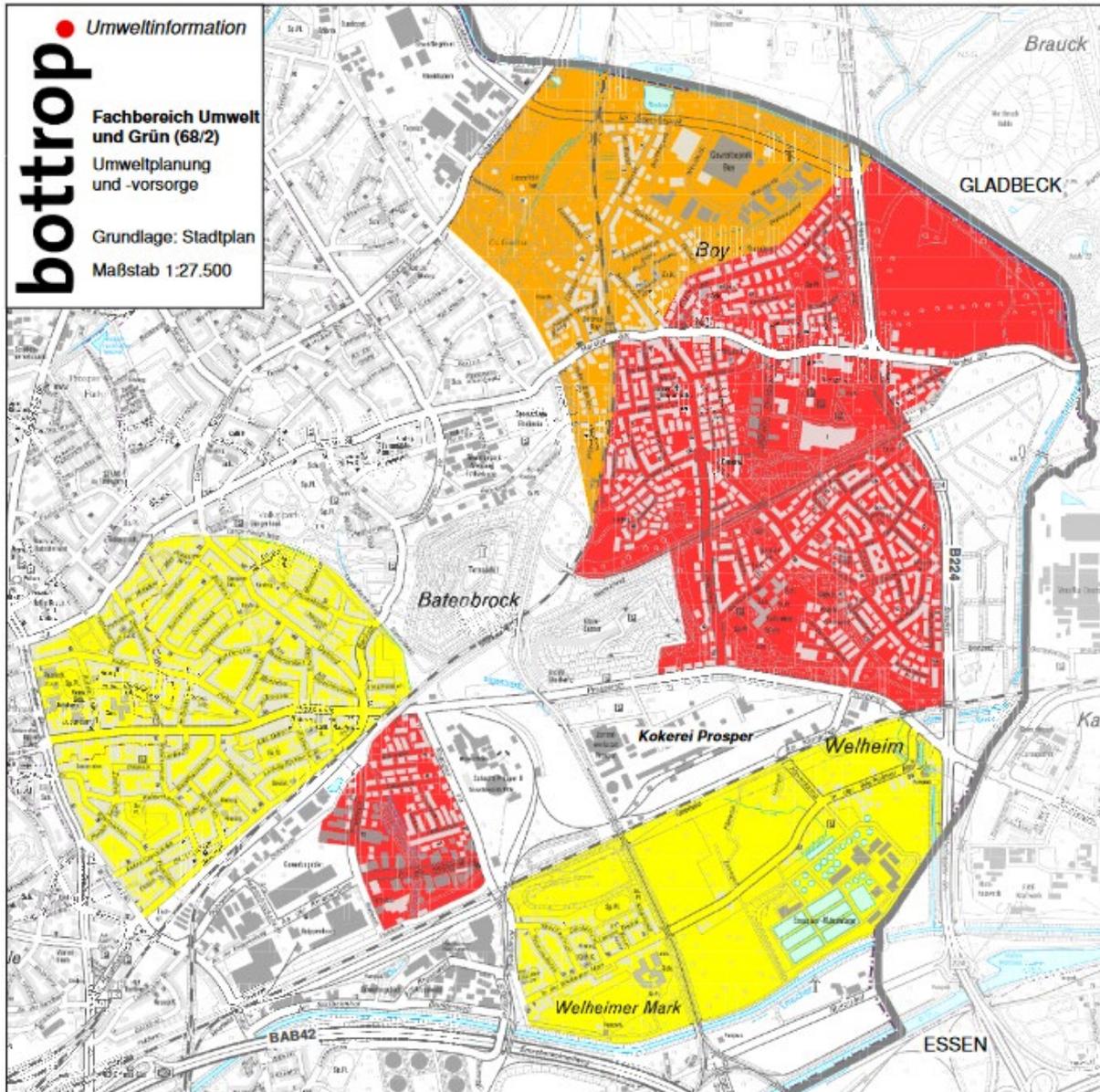
Es ist festzustellen, dass es in diesem Zeitraum im Untersuchungsgebiet in Bottrop nur an einem Messpunkt deutliche immissionsbedingte Einträge von BaP und PAK 4 in die untersuchten Grünkohlpflanzen gegeben hat, die zu einer Überschreitung des OmH für NRW führten. Dabei handelt es sich um den Messpunkt 203, der in 750 m Entfernung nordöstlich und damit in Hauptwindrichtung zur Kokerei liegt. Es ist demnach wahrscheinlich, dass die erhöhten Gehalte in den Grünkohlpflanzen durch Emissionen der Kokerei verursacht wurden.

Die gesundheitliche Bewertung der BaP- und PAK 4-Gehalte an diesem Messpunkt ergab unter Berücksichtigung der BaP- bzw. PAK 4-Aufnahme aus dem allgemeinen Warenkorb eine differenzierte Verzehrempfehlung. Grünkohl und andere Blattgemüse an diesem Standort sollten nicht häufiger als 1 x pro Woche verzehrt werden.

Alle sechs untersuchten Messpunkte liegen in den von der Stadt Bottrop festgelegten Gebieten der differenzierten Verzehrempfehlungen (s. Abbildung 5). Für den Messpunkt 203 gilt derzeit eine Nichtverzehrempfehlung.

Aufgrund der Ergebnisse der hier vorliegenden Grünkohluntersuchungen von Mai bis August 2021 können aus Sicht des LANUV die bisherigen Verzehrempfehlungen nicht zurückgenommen oder verändert werden, auch wenn der OmH für NRW an fünf der sechs untersuchten Messpunkte nicht überschritten wurde. Grundsätzlich ist die

Immissionsbelastung durch PAK im Sommer geringer als im Herbst und Winter. Die deutlich gegenüber dem Hintergrund erhöhten BaP- und PAK 4-Gehalte am Messpunkt 203 zeigen, dass es aber auch im Sommer zu hohen Einträgen in Nahrungspflanzen kommen kann. Diese sind u. a. davon abhängig, wie stark die Messpunkte von Wind aus der Richtung der Kokerei beaufschlagt wurden.



**Abbildung 5:** Bisherige Gebiete der differenzierten Verzehrempfehlungen der Stadt Bottrop, roter Bereich: Nichtverzehrempfehlung, oranger Bereich: Verzehr von Blattgemüse höchstens 3 x pro Woche, gelber Bereich: Verzehr von Blattgemüse höchstens 4 x pro Woche (Quelle: Stadt Bottrop)

## 6 Weiteres Vorgehen

Es erfolgte eine weitere Grünkohlexposition in Bottrop zwischen August und November an insgesamt 20 Messpunkten. Nach der Auswertung dieser Ergebnisse sollte darüber entschieden werden inwiefern die Untersuchungen zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Bottrop im Jahr 2022 fortgeführt werden.

## 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

LANUV-FACHBERICHT 114 (2021): Neue Bioindikationsverfahren zum anlagenbezogenen Monitoring, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Recklinghausen 2021

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

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

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