



Untersuchungsbericht zur Immissionsbelastung von Nahrungspflanzen in Bottrop

Grünkohlexposition von August – November
2025

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen (LANUK) Fachbereich 31 Immissionswirkungen Leibnizstraße 10 45659 Recklinghausen Recklinghausen (05.05.2026)
Autorin	Astra Segelcke astramona.segelcke@lanuv.nrw.de 02361/305 –2690
Mitwirkende	Dr. Katja Hombrecher, Holger Buick, Alexandra Müller-Uebachs, Mario Rendina, Ute Richling (alle FB 31), FB 33 (Gesundheitliche Bewertung), FB 43 (Analytik)
Informationendienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuk.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Methodik	5
3	Ergebnisse der Pflanzenuntersuchungen	6
3.1	BaP-Gehalte	6
3.2	PAK 4-Gehalte	8
3.3	Räumliche Ausdehnung der Belastung	11
3.4	Vergleich mit den Messungen im Feinstaub und in der Deposition	12
3.5	Fazit der Pflanzenuntersuchungen	12
4	Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse	13
5	Zusammenfassung	16
6	Weiteres Vorgehen	18
7	Literatur	19

1 Einleitung

Im Umfeld der Kokerei der Fa. ArcelorMittal in Bottrop wurden in den Jahren 2018 bis 2024 in Grünkohlpflanzen immissionsbedingte Einträge an PAK ermittelt (s. LANUV-Untersuchungsberichte vom 12.04.2019, 19.02.2020, 22.10.2020, 10.03.2021, 16.03.2022, 21.02.2023, 21.05.2024 und 24.03.2025). 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 zunächst eine Verzehrempfehlung für weitreichende Gebiete im Umfeld der Kokerei ausgesprochen. Mittlerweile konnten einige Gebiete aus dem Bereich der Verzehrempfehlungen herausgenommen werden. Für den direkt westlich an die Kokerei angrenzenden Bereich des Stadtteils Batenbrock sowie den nordöstlich liegenden Stadtteil Welheim wurde die Nichtverzehrempfehlung für Blattgemüse aufrechterhalten. Für den weiter nördlich gelegenen Stadtteil Boy gilt eine differenzierte Verzehrempfehlung.

Um die Immissionssituation weiter zu überprüfen, wurde im Jahr 2025 erneut zwischen August und November an insgesamt 11 Messpunkten eine standardisierte Grünkohlexposition durchgeführt (s. Abbildung 1).

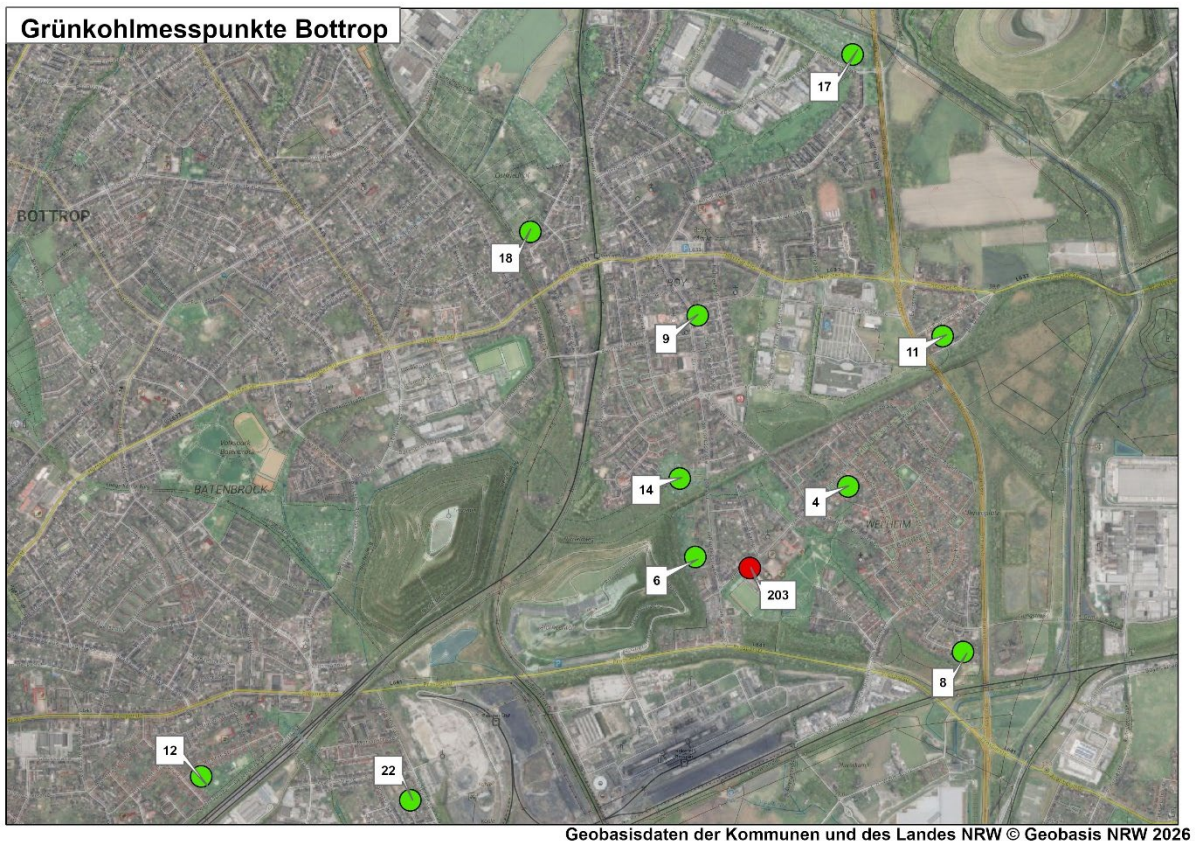


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit den Messpunkten der Grünkohlexposition 2025

2 Methodik

An 11 Messpunkten wurde vom 19.08. bis zum 10.11.2025 Grünkohl nach Standardverfahren in Pflanzcontainern exponiert. Grünkohl kann aufgrund seiner stark aufgegliederten Blätter und der ausgeprägten Wachsschicht besonders gut fettlösliche (lipophile), organische Schadstoffe, wie PAK, akkumulieren.

Es wurden folgende Messpunkte untersucht:

- Messpunkt 4:** Privatgarten, Welheimer Straße, ca. 1300 m nordöstlich der Kokerei
- Messpunkt 6:** Privatgarten, Johannesstraße, ca. 750 m nördlich der Kokerei
- Messpunkt 8:** Privatgarten, Kleinebrechtshof, ca. 1000 m ostnordöstlich der Kokerei
- Messpunkt 9:** Privatgarten Johannesstraße, ca. 1700 m nördlich der Kokerei
- Messpunkt 11:** Privatgarten, Im Dorbusch, ca. 1900 m nordöstlich der Kokerei
- Messpunkt 12:** Privatgarten, Ludwig-Richter-Straße, ca. 1600 m westlich der Kokerei
- Messpunkt 14:** KGV Johannestal, ca. 1000 m nördlich der Kokerei
- Messpunkt 17:** KGA An der Boye e. V., ca. 3000 m nordnordöstlich der Kokerei
- Messpunkt 18:** Städtischer Betriebshof des Ostfriedhofes, ca. 2100 m nördlich der Kokerei
- Messpunkt 22:** Privatgarten, Knappenstraße, ca. 800 m westlich der Kokerei
- Messpunkt 203:** Messpunkt aus dem Wirkungsdauermessprogramm NRW, Welheimer Straße ca. 750 m nordöstlich 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. Die Pflanzen wurden nach 84 Tagen Expositionszeit geerntet und in Aluminiumboxen gekühlt zum LANUK-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 LANUK-Labor auf ihre Gehalte an Benzo[a]pyren (BaP), Chrysen (Chr), Benzo[a]anthracen (BaA) und Benzo[b]fluoranthen (BbF) untersucht und daraus auch 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 August bis November 2025 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 2016 bis 2025. 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).

3.1 BaP-Gehalte

Die in den zwischen August und November 2025 exponierten Grünkohlpflanzen ermittelten Gehalte an BaP an den einzelnen Messpunkten sind in Tabelle 1 aufgeführt und werden im Folgenden erläutert.

Die BaP-Gehalte der zwischen August und November 2025 in Bottrop exponierten Grünkohlpflanzen betragen zwischen 0,14 µg/kg in der Frischmasse (FM) am Messpunkt 12 und 1,6 µg/kg FM an den Messpunkten 6 und 203 (s. Tabelle 1 und Abbildung 2). Der Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) beträgt für BaP 0,26 µg/kg FM.

An den Messpunkten 12, 17 und 22 liegen die ermittelten BaP-Gehalte abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens von 0,080 µg/kg FM unterhalb dieses OmH. Dementsprechend wird der OmH an den Messpunkten 4, 6, 8, 9, 11, 14, 18 und 203 überschritten. Die höchsten BaP-Gehalte wurden an den Messpunkten 6 und 203 unmittelbar nördlich bzw. nordöstlich der Kokerei ermittelt.

Insgesamt liegen die Messwerte in dem diesjährig untersuchten Messzeitraum über fast alle Messpunkte hinweg wieder auf einem höheren Niveau als im Jahr 2024. Allerdings sind die Messwerte weiterhin niedriger als in den Jahren davor (2022 – 2023; s. Tabelle 1 und Abbildung 3). Lediglich an den beiden Messpunkten im westlich der Kokerei gelegenen Stadtteil Batenbrock, Messpunkte 12 und 22, und am weit nord-östlich der Kokerei gelegenen Messpunkt 17 wird ein niedrigerer Wert gemessen als im Jahr 2024.

Tabelle 1: Gehalte an BaP in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop in den Jahren 2018 - 2025 (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]									
	2018 spät	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2021 spät	2022 spät	2023 spät	2024 spät	2025 spät
MP 1	0,62	0,67	-	0,28	-	0,47	0,20	0,70	0,44	-
MP 2	1,1	2,7	0,19	0,36	0,15	0,41	-	-	-	-
MP 3	0,26	0,27	-	0,34	-	-	-	-	-	-
MP 4	0,47	2,7	-	3,4	-	1,5	1,7	1,8	0,49	0,70
MP 5	1,8	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 6	3,5	6,9	-	5,2	-	2,1	6,9	4,3	0,72	1,6
MP 7	0,90	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 8	0,36	0,27	-	0,46	-	0,40	0,23	0,62	0,23	0,41
MP 9	-	1,5	0,021	2,2	0,25	0,98	2,5	1,7	0,39	0,71
MP 10	-	0,79	-	0,82	-	0,56	-	-	-	-
MP 11	-	1,9	-	2,8	-	0,91	1,1	1,4	0,21	0,44
MP 12	-	0,68	-	0,31	-	0,39	0,21	0,32	0,40	0,14
MP 13	-	0,36	-	0,44	-	0,36	-	-	-	-
MP 14	-	1,8	-	3,0	-	1,1	3,3	2,2	0,43	1,0
MP 15	-	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 16	-	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 17	-	-	0,019	0,37	0,14	0,37	0,67	0,74	0,24	0,20
MP 18	-	-	Ausfall	0,47	0,045	0,54	0,41	0,48	0,34	0,38
MP 19	-	-	0,091	0,37	0,061	0,45	-	-	-	-
MP 20	-	-	-	-	-	0,34	-	-	-	-
MP 21	-	-	-	-	-	0,38	-	-	-	-
MP 22	-	-	-	-	-	-	0,16	0,36	0,34	0,18
WDMP 203	1,1	4,9	0,10	3,5	1,2	2,2	4,6	2,9	0,63	1,6
OmH NRW	0,26									
Standard- unsicherheit	0,080									

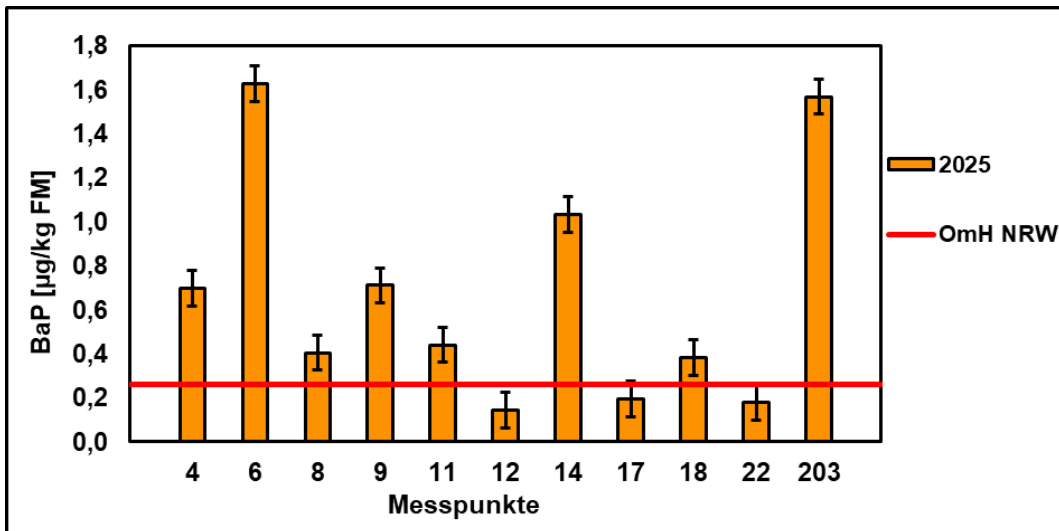


Abbildung 2: BaP-Gehalte in Grünkohl (Exposition von August bis November 2025) an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit; Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW in Grünkohl (2016 – 2025)

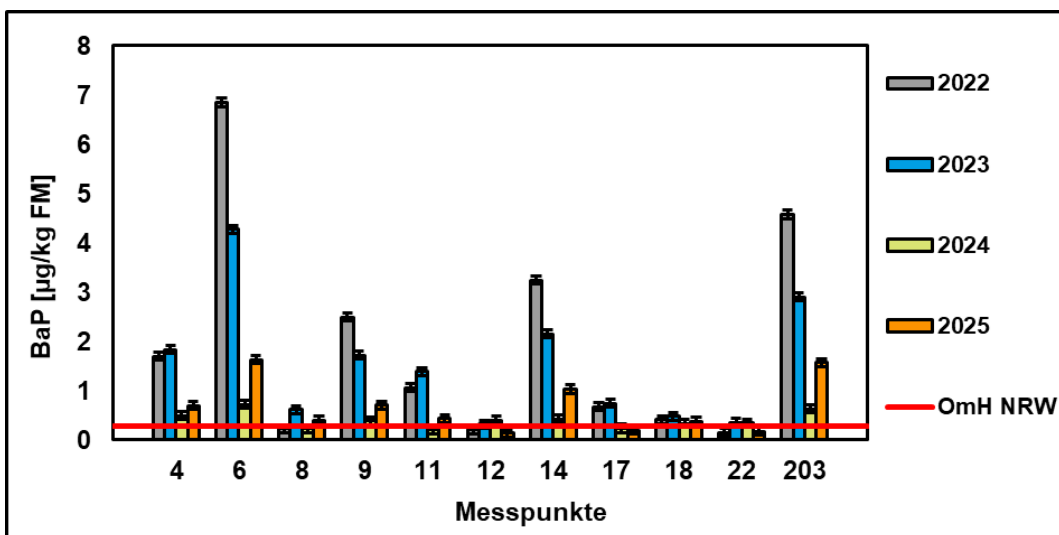


Abbildung 3: BaP-Gehalte in Grünkohl (Exposition von August bis November 2022 - 2025) an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit; Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW in Grünkohl (2016 – 2025)

3.2 PAK 4-Gehalte

Die in den zwischen August und November exponierten Grünkohlpflanzen ermittelten Gehalte an PAK 4 an den einzelnen Messpunkten sind in Tabelle 2 aufgeführt und werden im Folgenden erläutert.

Tabelle 2: Gehalte an PAK 4 in Grünkohl an den Messpunkten in Bottrop in den Jahren 2018 - 2025 (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	PAK 4 [$\mu\text{g}/\text{kg FM}$]									
	2018 spät	2019 spät	2020 früh	2020 spät	2021 früh	2021 spät	2022 spät	2023 spät	2024 spät	2025 spät
MP 1	17	11	-	6,8	-	8,3	3,6	14	9,3	-
MP 2	26	70	4,4	8,0	1,8	7,7	-	-	-	-
MP 3	8,7	5,9		7,4	-	-	-	-	-	-
MP 4	13	65	-	74	-	41	40	55	12	23
MP 5	57	40	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 6	130	120	-	140	-	52	150	130	18	52
MP 7	18	34	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 8	8,2	6,9	-	8,9	-	8,1	3,8	17	4,9	12
MP 9	-	41	1,4	52	5,8	25	56	50	10	21
MP 10	-	20	-	18	-	11	-	-	-	-
MP 11	-	40	-	60	-	23	21	38	4,7	13
MP 12	-	9,4	-	5,1	-	5,9	3,2	5,5	5,3	2,7
MP 13	-	7,3	-	6,5	-	6,7	-	-	-	-
MP 14	-	52	-	73	-	27	75	53	10	28
MP 15	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 16	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-
MP 17	-	-	0,76	9,7	2,8	7,2	14	16	3,5	5,1
MP 18	-	-	Ausfall	11	1,2	11	9,0	12	6,7	11
MP 19	-	-	2,6	7,9	1,5	7,5	-	-	-	-
MP 20	-	-	-	-	-	6,2	-	-	-	-
MP 21	-	-	-	-	-	6,5	-	-	-	-
MP 22	-	-	-	-	-	-	3,0	9,0	6,6	3,5
WDMP 203	36	55	3,4	93	24	58	110	83	15	44
OmH NRW	5,2									
Standard- unsicherheit	1,0									

Die PAK 4-Gehalte der zwischen August und November 2025 exponierten Grünkohlpflanzen betragen zwischen 2,7 $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ am Messpunkt 12 und 52 $\mu\text{g}/\text{kg FM}$ am Messpunkt 6 im Stadtteil Welheim (s. Tabelle 2 und Abbildung 4). Der OmH für NRW beträgt 5,2 $\mu\text{g}/\text{kg FM}$.

Die Messpunkte 12, 17 und 22 weisen abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens von 1,0 µg/kg FM einen PAK 4-Gehalt unterhalb des OmH auf. An allen anderen Messpunkten wird der OmH, teilweise auch deutlich, überschritten. Die höchsten Gehalte wurden an den Messpunkten 6 und 203 ermittelt.

Insgesamt sind die Messwerte in dem diesjährig untersuchten Messzeitraum zwar über fast alle Messpunkte hinweg höher als im Jahr 2024, liegen aber immer noch auf einem niedrigeren Niveau als in den Jahren davor (s. Tabelle 2 und Abbildung 5).

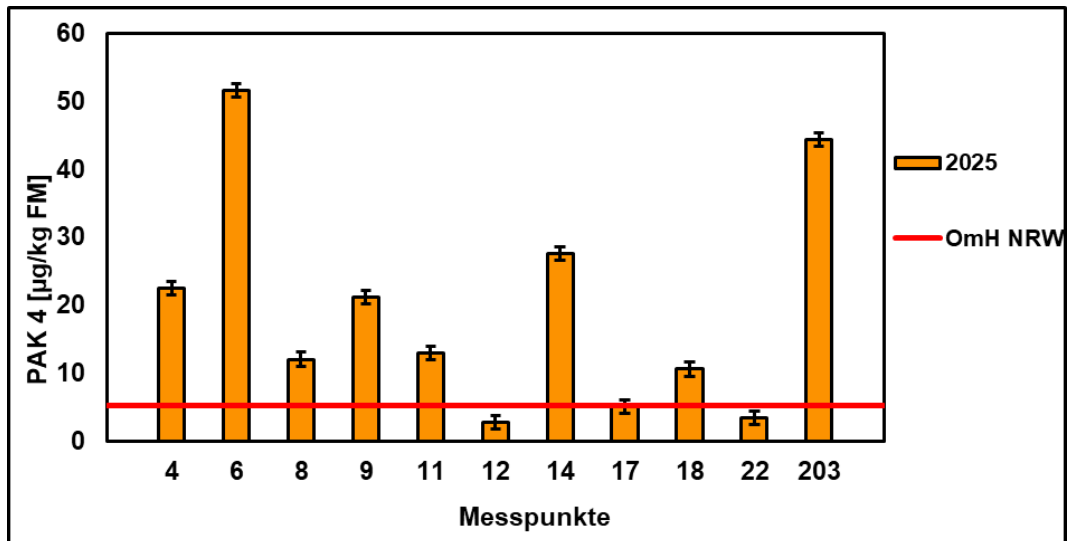


Abbildung 4: PAK 4-Gehalte in Grünkohl (Exposition von August bis November 2025) an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit; Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW in Grünkohl (2016 – 2025)

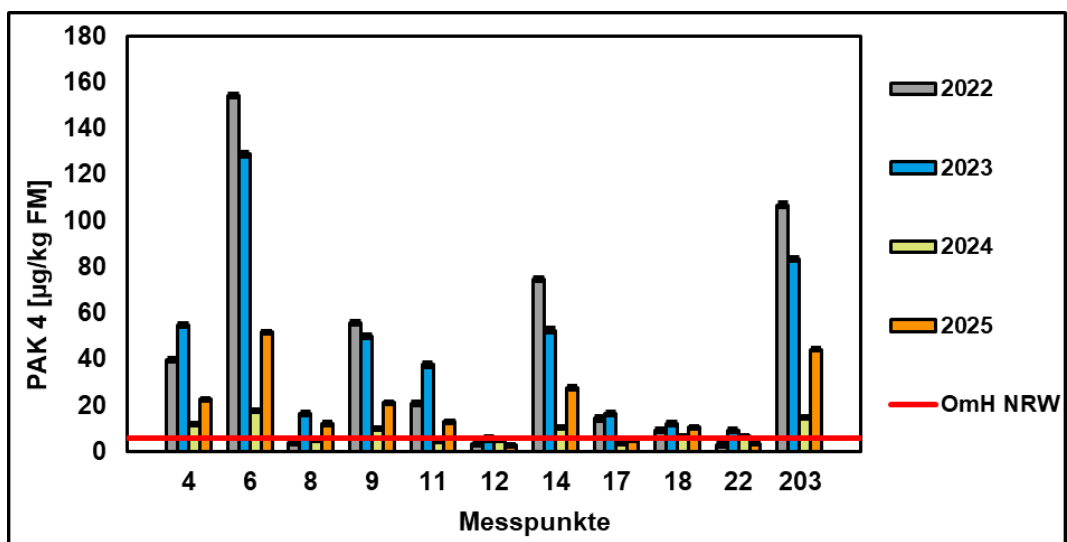


Abbildung 5: PAK 4-Gehalte in Grünkohl (Exposition von August bis November 2022 - 2025) an den Messpunkten in Bottrop inkl. Standardunsicherheit; Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt (OmH) in NRW in Grünkohl (2016 – 2025)

3.3 Räumliche Ausdehnung der Belastung

Die Windrichtungsverteilung während der Expositionszeit des Grünkohls vom 19.08 - 10.11.2025 weist als Hauptwindrichtung SW auf (s. Abbildung 6). Es gab in diesem Zeitraum aber auch größere Windanteile aus S, SSW und WSW. Die Anteile aus den anderen Windrichtungen waren dagegen eher gering.

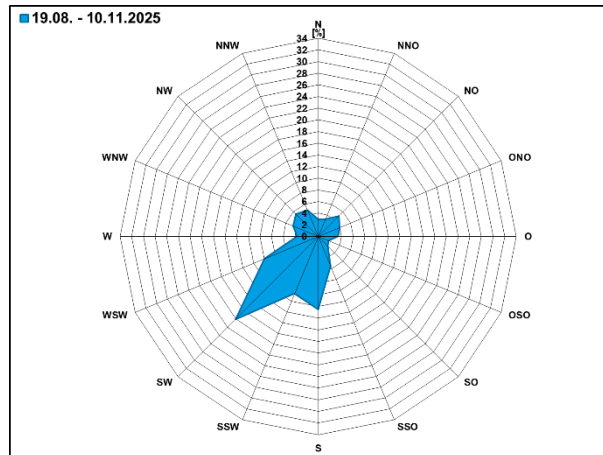


Abbildung 6: Windrichtungsverteilung in Bottrop während der Grünkohlexposition vom 19.08. – 10.11.2025

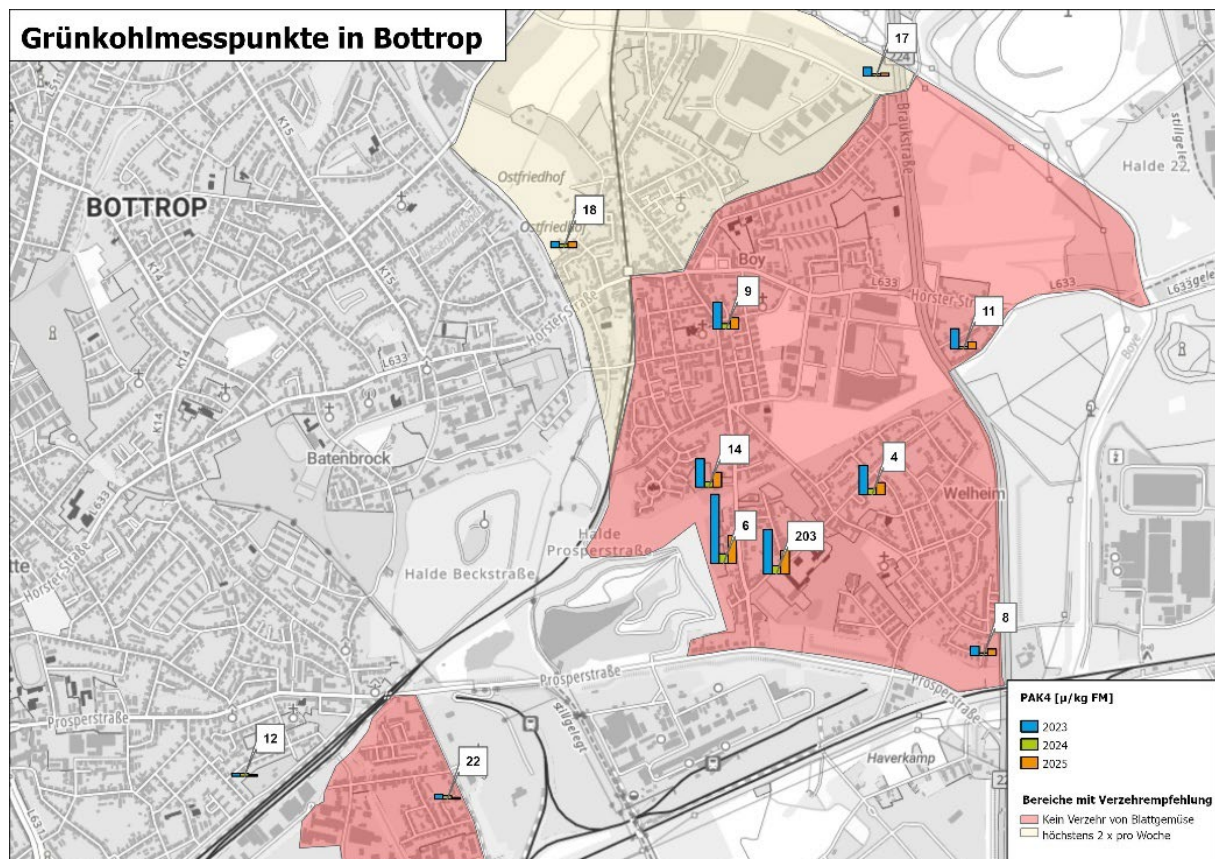


Abbildung 7: Räumliche Verteilung der ermittelten PAK 4-Gehalte an den Messpunkten in den Expositionszeiträumen 2023 bis 2025, Bereiche mit Verzehrsempfehlung

In Abbildung 7 sind die PAK 4-Gehalte aus den Jahren 2023, 2024 und 2025 an den einzelnen Messpunkten in der Karte sowie die Bereiche mit aktuell gültiger Verzehrempfehlung eingetragen. Für BaP ergibt sich ein ähnliches Bild, so dass hier auf die Darstellung verzichtet wird.

In der Darstellung zeigt, dass die PAK 4-Gehalte in den Grünkohlpflanzen in den Messjahren 2023 und 2025 im westlich von der Kokerei gelegenen Stadtteil Batenbrock deutlich geringer sind als in den nordöstlich der Kokerei gelegenen Stadtteilen. Im Expositionszeitraum 2024 sind die PAK 4-Gehalte dort höher als an den weitesten entfernten Messstationen in nordöstlicher Richtung (MP 17, MP 11 und MP 8). Insgesamt sind im Expositionszeitraum 2024 die Messwerte in den nordöstlich der Kokerei gelegenen Stadtteilen deutlich geringer als im Vorjahr, während die Messwerte im Expositionszeitraum 2025 in diesem Bereich wieder höher liegen. Dies lässt sich zum Teil durch eine veränderte Windrichtungsverteilung erklären. Während sich in den Expositionszeiträumen 2023 und auch 2025 neben der Hauptwindrichtung Süd-West nur geringe östliche Anteile ergaben, waren im Expositionszeitraum 2024 erhebliche Anteile aus Nord-Ost sowie Ost-Nord-Ost zu verzeichnen (siehe Bericht 2024). Allerdings führte dies nicht zu einer Erhöhung der Gehalte südwestlich der Kokerei. Nach wie vor ist ein abnehmender Gradient der Belastung zu erkennen, je weiter die Messpunkte von der Kokerei entfernt liegen (s. Abbildung 7).

3.4 Vergleich mit den Messungen im Feinstaub

Das LANUK misst an der LUQS-Messstation in Bottrop-Welheim nordöstlich der Kokerei auch BaP im Feinstaub. Diese Messstelle entspricht dem Messpunkt 203 aus dem Grünkohl-Untersuchungsprogramm. Am 20.09.2025 wurde während des Expositionszeitraumes mit $2,65 \text{ ng/m}^3$ der höchste Wert ermittelt. Der Mittelwert für den Expositionszeitraum vom 19.08. – 10.11.2025 beträgt $0,55 \text{ ng/m}^3$ und liegt damit etwas höher als im Vorjahr ($0,48 \text{ ng/m}^3$), was teilweise auf eine veränderte Windverteilung im Expositionszeitraum zurückgeführt werden kann (im Expositionszeitraum 2024 erhebliche Anteile aus Nord-Ost sowie Ost-Nord-Ost).

3.5 Fazit der Pflanzenuntersuchungen

Zusammenfassend ist festzustellen, dass entsprechend der Windrichtungsverteilung im Expositionszeitraum hauptsächlich die nordöstlich und nördlich der Kokerei liegenden Bereiche von den Emissionen der Kokerei beaufschlagt wurden und dort in den Grünkohlpflanzen gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte PAK-Gehalte ermittelt wurden. Die in den Grünkohlpflanzen ermittelten Gehalte liegen 2025 wieder höher als im Vorjahr. Dies ist zumindest teilweise meteorologisch durch eine 2024 veränderte Windrichtungsverteilung (erhebliche Anteile aus Nord-Ost sowie Ost-Nord-Ost) sowie weniger starken Windereignissen zu erklären. Ob noch weitere Faktoren eine Rolle spielten, ist nicht zu klären.

Im Nahbereich westlich der Kokerei (MP 12 und MP 22) sowie am weit nord-östlich gelegenen Messpunkt 17 waren im Jahr 2025 die BaP- und die PAK 4-Gehalte gegenüber der Hintergrundbelastung nicht erhöht.

4 Gesundheitliche Bewertung der Ergebnisse

Expositionsseitig wird wie bei den vorherigen Bewertungen als Konvention ein Verzehr von 250 g Grünkohl pro Tag - stellvertretend für gesamtverzehrt Gemüse - aus dem eigenen Garten angenommen. Des Weiteren wird die Annahme getroffen, dass das durchschnittliche Körpergewicht (KG) einer erwachsenen Person 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, 2012) ein „Margin of Exposure“ (MoE) berechnet werden (EFSA 2012). Der MoE ergibt sich dabei aus einer kanzerogenen Effektdosis (hier BMDL₁₀), 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 (EFSA 2012, SCHER/SCCP/SCENIHR 2009). Für Benzo[a]pyren und PAK 4 hat die Europäische Lebensmittelbehörde auf Grundlage der 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 (EFSA 2008).

In Tabelle 3 sind die von der EFSA ermittelten BMDL₁₀ für BaP und PAK 4 aufgeführt.

Tabelle 3: BMDL₁₀ für BaP und PAK 4 [mg/kg KG/d], nach EFSA (2008)

Substanz	BMDL ₁₀ [mg/kg KG/d]
BaP	0,07
PAK 4	0,34

Berechnung der MoEs

Der MoE wird durch den Quotienten aus der jeweiligen BMDL₁₀ 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 (täglich Verzehr von 250 g Grünkohl ein Leben lang und 70 kg Körpergewicht einer erwachsenen

Person) die orale Aufnahme an BaP bzw. PAK 4 berechnet, die sich allein über den Verzehr des Grünkohls aus Bottrop für die entsprechenden Messpunkte 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 4 ist die durchschnittliche Exposition der Gesamtbevölkerung nach EFSA (EFSA 2008), also die Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb für eine erwachsene Person aufgeführt.

Tabelle 4: durchschnittliche Aufnahme an BaP und PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [ng/d] nach EFSA (EFSA 2008) und Aufnahme pro kg Körpergewicht für eine 70 kg schwere Person

Substanz	durchschnittliche Exposition der Gesamtbevölkerung [ng/d]	Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb (KG = 70 kg) [ng/kg KG/d]
BaP	255	3,6
PAK 4	1258	18

Tabelle 5: BaP- und PAK 4-Gehalt [$\mu\text{g}/\text{kg FM}$] in den Nahrungspflanzen der angegebenen Messpunkte, tägliche Aufnahme an BaP bzw. PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [ng/kg KG/d], tägliche Aufnahme an BaP bzw. PAK 4 über den Verzehr von 250 g Grünkohl aus Bottrop [ng/kg KG/d], tägliche Gesamtaufnahme an BaP bzw. PAK 4 bei Verzehr von 250 g Grünkohl zuzüglich der Aufnahme an BaP bzw. PAK 4 über den allgemeinen Warenkorb [ng/kg KG/d] (jeweils Angabe von zwei signifikanten Stellen)

Messpunkt	BaP- bzw. PAK4-Gehalt in der Nahrungspflanze		tägliche BaP- bzw. PAK4-Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb		tägliche Aufnahme an BaP bzw. PAK4 über den Verzehr von 250 g Grünkohl		tägliche BaP- bzw. PAK4-Gesamtaufnahme (über den Verzehr von 250 g Grünkohl und über den allgemeinen Warenkorb)	
	[$\mu\text{g}/\text{kg FM}$]		[ng/kg KG/d]		[ng/kg KG/d]		[ng/kg KG/d]	
	BaP	PAK4	BaP	PAK4	BaP	PAK4	BaP	PAK4
4	0,70	23	3,6	18	2,5	82	6,1	100
6	1,6	52	3,6	18	5,7	186	9,3	204
8	0,41	12	3,6	18	1,5	43	5,1	61
9	0,71	21	3,6	18	2,5	75	6,1	93
11	0,44	13	3,6	18	1,6	46	5,2	64
14	1,0	28	3,6	18	3,6	100	7,2	118
18	0,38	11	3,6	18	1,4	39	5,0	57
203	1,6	44	3,6	18	5,7	157	9,3	175

In Tabelle 5 wird für die zu bewertenden Grünkohlpflanzen der 8 Messpunkte aufgeführt, welcher Gehalt an BaP und PAK4 in der Frischmasse des Grünkohls ermittelt wurde und welche Gesamtaufnahme an BaP bzw. PAK4 sich rein rechnerisch bei Verzehr von 250 g des 2025 in Bottrop angebauten Grünkohls für eine 70 kg schwere Person, unter Berücksichtigung der Aufnahme an BaP bzw. PAK4 über den allgemeinen Warenkorb, ergeben würde.

Die als Quotienten aus der entsprechenden BMDL₁₀ und der berechneten täglichen Gesamtaufnahme an BaP bzw. an PAK 4 ermittelten MoEs werden in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6: Tägliche Gesamtaufnahme an BaP bzw. PAK4 [ng/kg KG/d], BMDL₁₀ für BaP bzw. PAK4 [mg/kg KG/d], MoE als Quotient aus der BMDL₁₀ für BaP bzw. PAK4 und der Gesamtaufnahme an BaP bzw. PAK4 (Angabe von zwei signifikanten Stellen)

Messpunkt	tägliche BaP- und PAK4-Gesamtaufnahme über den Verzehr von 250 g Grünkohl und über den allgemeinen Warenkorb		BMDL ₁₀		MoE	
	[ng/kg KG/d]		[mg/kg KG/d]			
	BaP	PAK4	BaP	PAK4	BaP	PAK4
4	6,1	100	0,07	0,34	12000	3400
6	9,3	204	0,07	0,34	7500	1700
8	5,1	61	0,07	0,34	14000	5600
9	6,1	93	0,07	0,34	12000	3700
11	5,2	64	0,07	0,34	14000	5300
14	7,2	118	0,07	0,34	9700	2900
18	5,0	57	0,07	0,34	14000	6000
203	9,3	175	0,07	0,34	7500	1900

Zusammenfassung der Ergebnisse

An den Messpunkten 4, 6, 8, 9, 11, 14, 18 und 203 sind die ermittelten PAK4-Konzentrationen in den Grünkohlpflanzen so hoch, dass sich unter Berücksichtigung der Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb, MoEs ergeben, die unterhalb eines aus gesundheitlicher Sicht vertretbaren Faktors von 10.000 liegen.

Die ermittelten BaP-Konzentrationen in den Grünkohlpflanzen an den Messpunkten 6, 14 und 203 ergeben unter Berücksichtigung der Aufnahme über den allgemeinen Warenkorb MoEs, die ebenfalls unterhalb eines aus gesundheitlicher Sicht vertretbaren Faktors von 10.000 liegen.

Fazit

Die gesundheitliche Bewertung von PAK in den untersuchten Grünkohlpflanzen aus Bottrop 2025 erfolgt auf Basis der Belastung mit BaP (Benzo[a]pyren) sowie mit PAK 4 (Summe der Konzentrationen von Benz[a]pyren, Benzo[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthene und Chrysen) (EFSA 2008, BfR 2009).

Bei Verzehr von Grünkohl mit Belastungen, wie sie in Bottrop in den exponierten Grünkohlpflanzen an den in Tabelle 5 aufgeführten Messpunkten ermittelt wurden, würde unter Berücksichtigung der Belastung aus dem allgemeinen Warenkorb ein MoE von 10.000 unterschritten werden.

Im Hinblick auf die zugeführte BaP-Konzentration über den Verzehr der Grünkohlpflanzen und den allgemeinen Warenkorb ergeben sich an den Messpunkten 6, 14 und 203 MoEs unterhalb von 10.000 (Tabelle 6). Diese MoEs liegen jedoch höher als die korrespondierenden MoEs aufgrund der PAK4-Belastung der untersuchten Grünkohlproben. Aus diesem Grund erfolgt die Berechnung der aus gesundheitlicher Sicht zulässigen Verzehrhäufigkeiten allein auf Basis der PAK4-Belastung.

Ergibt sich eine Exposition der Verbraucherinnen und Verbraucher gegenüber PAKs mit einem MoE, der im Bereich von 10.000 oder unterhalb liegt, können nach EFSA (2012) gesundheitliche Auswirkungen nicht mehr ausgeschlossen werden.

Wie häufig Grünkohl an den einzelnen Messpunkten, unter Berücksichtigung der Belastung aus dem allgemeinen Warenkorb bei einem MoE in Höhe von 10.000 rein rechnerisch verzehrt werden dürfte, ist Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Berechnete Verzehrhäufigkeit von 250 g Grünkohl pro Woche bzw. pro Monat bei einem MoE in Höhe von 10.000 auf Grundlage der PAK4-Konzentration in den Grünkohlpflanzen unter Berücksichtigung der Zufuhr über den allgemeinen Warenkorb

Messpunkt	Verzehrhäufigkeit
4	1/Woche
6	2-3/Monat
8	2-3/Woche
9	1-2/Woche
11	2/Woche
14	1/Woche
18	2-3/Woche
203	3/Monat

5 Zusammenfassung

Im Zeitraum von August bis November 2025 wurden in der Umgebung der Kokerei in Bottrop an insgesamt 11 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 in Hauptwindrichtung von der Kokerei in den Stadtteilen Welheim und Boy an acht von neun untersuchten Messpunkten immissionsbedingte Einträge von BaP und PAK 4 (Messpunkte 4, 6, 8, 9, 11, 14, 18 und 203) gegeben hat, die zu einer Überschreitung des OmH für NRW führten. Am Messpunkt 17 wurden im Jahr 2025 die jeweiligen OmH für PAK 4 und BaP abzüglich der Standardunsicherheit des Verfahrens nicht überschritten.

An den Messpunkten westlich der Kokerei im Stadtteil Batenbrock (MP 12 und MP 22) wurde der OmH für PAK 4 und der OmH für BaP in den Grünkohlpflanzen unterschritten.

Nachdem die in den Grünkohlpflanzen ermittelten PAK-Gehalte 2024 deutlich niedriger waren als in den Vorjahren, liegen die Messwerte im Jahr 2025 wieder auf einem etwas höheren Niveau, was zumindest teilweise meteorologisch zu begründen ist.

Die BaP- und PAK 4-Gehalte, die oberhalb des OmH lagen, wurden gesundheitlich bewertet. Diese Bewertung der BaP- und PAK 4-Gehalte an den untersuchten Messpunkten ergaben unter Berücksichtigung der BaP- bzw. PAK 4-Aufnahme aus dem allgemeinen Warenkorb differenzierte Verzehrempfehlungen an den unterschiedlichen Messpunkten. Demnach sollten Grünkohl und andere Blattgemüse an den direkt nordöstlich der Kokerei gelegenen Messpunkten 4, 6, 8, 9, 11, 14, 18 und 203 nur eingeschränkt verzehrt werden.

Für die Messpunkte im direkt nordöstlich der Kokerei gelegenen Bereich (MP 4, MP 6, MP 8, MP 9, MP 11 und MP 203) ergaben sich rein rechnerisch Verzehrhäufigkeiten von Grünkohl und Blattgemüse zwischen maximal 2 – 3 x monatlich (MP 6) bis maximal 2 - 3 x wöchentlich (MP 8). Da die ermittelten BaP- und PAK 4-Gehalte im Jahr 2025 wieder höher lagen als im Vorjahr, ist eine Aufrechterhaltung der bestehenden Nichtverzehrempfehlung im direkt nordöstlich der Kokerei gelegenen Bereich anzuraten.

Die Nichtverzehrempfehlung galt auch weiterhin für den südwestlich der Kokerei gelegenen Bereich rund um den Messpunkt 22. Im Jahr 2023 wurden dort, anders als in den Vorjahren, wieder erhöhte Werte ermittelt. Auch in 2024 wurden dort geringe immissionsbedingte Einträge festgestellt, die allerdings in 2025 nicht wieder gemessen werden konnten. Hier kann, auf Grund der Ergebnisse der letzten Jahre, in Betracht gezogen werden die derzeitige Nichtverzehrempfehlung in eine differenzierte Verzehrempfehlung zu mildern, so dass Blattgemüse dort nicht häufiger als 2 x wöchentlich verzehrt werden sollte.

In dem Bereich in dem sich die Messpunkte 17 und 18 befinden ergab sich für Messpunkt 18, dass nicht häufiger als 2 – 3 x wöchentlich verzehrt werden sollte. Die derzeitige Verzehrempfehlung besagt, dass Blattgemüse dort nicht häufiger als 2 x wöchentlich verzehrt werden sollte. Auch diese differenzierte Verzehrempfehlung kann daher so aufrechterhalten werden.

6 Weiteres Vorgehen

Aus den oben genannten Gründen sollte die bestehende Nichtverzehrempfehlung im unmittelbaren Einflussbereich der Kokerei im Stadtteil Welheim weiter aufrechterhalten werden. Für den süd-östlich gelegenen Bereich im Stadtteil Batenbrock kann in Betracht gezogen werden die derzeitige Nichtverzehrempfehlung in eine differenzierte Verzehrempfehlung zu mildern, so dass Blattgemüse dort nicht häufiger als 2 x wöchentlich verzehrt werden sollte. Die differenzierte Verzehrempfehlung im Stadtteil Boy (Verzehr von selbst angebautem Blattgemüse höchstens zweimal pro Woche) sollte so weiter aufrechterhalten werden.

Das Messprogramm sollte auch in 2026 an den 11 Messpunkten 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
- EFSA (2012): 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
- 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
- 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