

Bericht über die Luftqualität im Jahr 2022

18.04.2023

Inhalt

1	Überblick über die Ergebnisse der Luftqualitätsmessungen 2022.....	3
2	Rechtliche Grundlagen.....	5
3	Überarbeitung der EU-Luftqualitätsrichtlinie und ihre Auswirkungen	6
4	Meteorologie 2022.....	8
5	Holzfeuerung.....	9
6	Konzeption und Änderungen des Messnetzes.....	11
7	Stickstoffdioxid und Feinstaub.....	13
7.1	Stickstoffdioxid	13
7.2	Feinstaub und Staub-Inhaltsstoffe.....	16
7.2.1	PM ₁₀	16
7.2.2	Messungen von Ultrafeinen Partikeln	20
7.2.3	Ruß EC/BC	23
7.2.4	Inhaltsstoffe in PM ₁₀	25
7.2.5	PM _{2,5}	27
8	Weitere Luftschadstoffe.....	29
8.1	Schwefeldioxid	29
8.2	Benzol.....	29
8.3	Ozon	31
9	Qualitätssicherung.....	33
9.1	Datenverfügbarkeit.....	33
9.2	Ringversuche	33
9.3	Referenzverfahren/Äquivalenzbericht.....	33

1 Überblick über die Ergebnisse der Luftqualitätsmessungen 2022

Im Jahr 2022 konnten die Grenzwerte für den Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid (NO₂) an fast allen Probenahmestellen eingehalten werden. Der Grenzwert für den Jahresmittelwert wurde nur an einer autobahnnahen Messstelle in Essen überschritten. Beim Feinstaub (PM₁₀) gab es weiterhin keine Grenzwertüberschreitung. Im Vergleich zum Vorjahr zeigt sich eine etwa gleichbleibende Belastung deutlich unterhalb des Grenzwertes.

Eine Übersicht der Anzahl der Probenahmestellen, der hier betrachteten Luftschadstoffe sowie einen zusammenfassenden Vergleich mit Ziel- und Grenzwerten der 39. BImSchV zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Anzahl der Probenahmestellen und Überschreitungen 2022 gem. EU-Richtlinien

Komponente	Anzahl der Probenahmestellen	Überschreitungen von Ziel- und Grenzwerten im Jahr 2022
Stickstoffdioxid (NO₂)	130	1 Überschreitung des Jahresmittelwertes von 40 µg/m ³ , keine Überschreitung der zulässigen Anzahl an Stundenmittelwerten über 200 µg/m ³ an den 56 Probenahmestellen mit automatischer Messung
Feinstaub PM₁₀	67	keine Überschreitung des Jahresmittelwertes von 40 µg/m ³ , keine Überschreitung der zulässigen Anzahl von Tagesmittelwerten über 50 µg/m ³
Feinstaub PM_{2,5}	44	keine Überschreitung des Jahresmittelwertes von 25 µg/m ³
Schwefeldioxid (SO₂)	6	keine Überschreitung der zulässigen Anzahl an Stundenmittelwerten über 350 µg/m ³ , keine Überschreitung der zulässigen Anzahl von Tagesmittelwerten über 125 µg/m ³
PM₁₀-Inhaltsstoffe (Pb,As,Cd,Ni,BaP)	14x Metalle 20x BaP	keine Überschreitung der Grenz- (Pb) oder Zielwerte (As, Cd, Ni) keine Überschreitung des Zielwertes für BaP
Benzol (C₆H₆)	31	keine Überschreitung des Jahresmittelwertes von 5 µg/m ³
Ozon (O₃)	27	7 Überschreitungen des Informationsschwellenwertes von 180 µg/m ³ , keine Überschreitungen des Alarmschwellenwertes von 240 µg/m ³

Eine Übersicht über alle Kenngrößen an den verschiedenen Stationen für das aktuelle Jahr und die Vorjahre sind unter <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/berichte-und-trends/jahreskenngroessen-und-jahresberichte> zu finden.

Stickstoffdioxid (NO₂)

In den Jahren 2018 bis 2020 war es zu einem verhältnismäßig starken Rückgang der Belastung durch Stickstoffdioxid (NO₂) gekommen. Dieser Trend setzte sich in den Jahren 2021 und 2022 nicht fort. Die Werte blieben auf einem vergleichbaren Niveau wie im Jahr 2020.

Während 2019 noch 16 Probenahmestellen einen Jahresmittelwert von mehr als 40 µg/m³ aufzeigten, lagen in 2020 alle Probenahmestellen unterhalb von 40 µg/m³. In den Jahren 2021 und 2022 wurde der Grenzwert an einer autobahnnahe Probenahmestelle, welche erst im Sommer 2020 eingerichtet wurde, überschritten.

Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) und PM₁₀-Inhaltsstoffe Blei, Arsen, Kadmium, Nickel und BaP im industriellen Umfeld

Der EU-Grenzwert für den Jahresmittelwert (40 µg/m³) für PM₁₀ wird seit vielen Jahren eingehalten. Im Vergleich zum Vorjahr zeigt sich eine etwa gleichbleibende Belastung deutlich unterhalb des Grenzwertes. Im Jahr 2022 wurde auch keine Überschreitung der zulässigen Zahl von 35 Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ verzeichnet.

Die Spannweite der landesweiten PM₁₀-Belastung reicht von 9 µg/m³ an der Waldstation Netphen Rothaargebirge bis zu 27 µg/m³ an der am höchsten belasteten Verkehrsstation in Essen Gladbecker Straße.

Die europaweiten Grenz- und Zielwerte für die gesundheitsrelevanten PM₁₀-Inhaltsstoffe (Verbindungen von Blei, Arsen, Kadmium und Nickel) wurden landesweit eingehalten. Dabei sind an Messstellen im ländlichen und städtischen Hintergrund insgesamt die Konzentrationen von Metallen im PM₁₀ in NRW als gering einzustufen. Im Umfeld von Industrieanlagen kommt es weiterhin zu höheren Konzentrationen im Vergleich zum Hintergrundniveau.

Der Zielwert von 1 ng/m³ für den PM₁₀-Inhaltsstoff Benzo[a]pyren (BaP), der als Leitkomponente für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) dient, gilt an der Messstation Duisburg-Ehingen in der Nähe einer Kokerei mit 1,4 ng/m³ (gerundet gemäß den gesetzlichen Vorgaben auf 1 ng/m³) als knapp eingehalten. In Bottrop-Welheim, ebenfalls in der Nähe einer Kokerei, wurde der Zielwert in 2022 wie in den beiden Vorjahren eingehalten. Der Jahresmittelwert für BaP lag in Bottrop-Welheim 2022 bei 0,7 ng/m³. An den Hintergrundstandorten sowie an den Verkehrsstandorten lagen die Werte zwischen 0,02 ng/m³ und 0,2 ng/m³.

Im Jahr 2022 wurde der Grenzwert von 25 µg/m³ PM_{2,5} an allen NRW-Probenahmestellen eingehalten – mit Jahresmittelwerten zwischen 6 und 15 µg/m³. Im Vergleich zum Vorjahr zeigt sich eine etwa gleichbleibende Belastung deutlich unterhalb des Grenzwertes.

Schwefeldioxid, Benzol und Ozon

Die EU-Grenzwerte für Schwefeldioxid (SO₂) und Benzol wurden landesweit eingehalten.

Beim bodennahen Ozon wurde an den 27 Messstationen an 7 Tagen der Informationsschwellenwert von 180 µg/m³ (1-Stunden-Mittelwert an mindestens einer Station pro Tag) überschritten (Vorjahr 3 Tage). Für den Alarmwert von 240 µg/m³ (1-h-Wert) für bodennahes Ozon wurde keine Überschreitung festgestellt.

2 Rechtliche Grundlagen

Die systematische landesweite Messung und Beurteilung der Luftqualität in NRW ist eine zentrale Aufgabe des LANUV. Dazu werden die im Jahr 2022 ermittelten Immissionsbelastungen nach europaweit einheitlich festgelegten Verfahren mit den rechtlich verbindlichen Immissionsgrenzwerten (s. Tabelle 2) der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ([39. BImSchV](#)) verglichen und bewertet. Die Bewertung enthält auch eine Beurteilung der Trends der Luftqualitätsentwicklung.

Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte, -zielwerte und Schwellenwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach der 39. BImSchV

Schadstoff	Mittelungszeitraum	Wert	Zulässige Überschreitungen	Art des Werts
Stickstoffdioxid (NO₂) in µg/m³	1-Stunde	200	18 Stunden / Jahr	Grenzwert
	1 Jahr	40	-	Grenzwert
Feinstaub PM₁₀ in µg/m³	24-Stunden	50	35 Tage/ Jahr	Grenzwert
	1 Jahr	40	-	Grenzwert
Feinstaub PM_{2,5} in µg/m³	1 Jahr	25	-	Grenzwert
Schwefeldioxid (SO₂) in µg/m³	1-Stunde	350	24 Stunden/ Jahr	Grenzwert
	24-Stunden	125	3 Tage/ Jahr	Grenzwert
Blei (Pb) in µg/m³	1 Jahr	0,5	-	Grenzwert
Benzol (C₆H₆) in µg/m³	1 Jahr	5	-	Grenzwert
Kohlenmonoxid (CO) in mg/m³	8-Stunden	10	-	Grenzwert
	8-Stunden	120	25 Tage / Jahr	Zielwert
	1-Stunde	180	-	Informationsschwelle
	1-Stunde	240	-	Alarmschwelle
Arsen (As) in ng/m³	1 Jahr	6	-	Zielwert
Cadmium (Cd) in ng/m³	1 Jahr	5	-	Zielwert
Nickel (Ni) in ng/m³	1 Jahr	20	-	Zielwert
Benzo[a]-pyren (C₂₀H₁₂) in ng/m³	1 Jahr	1	-	Zielwert

3 Überarbeitung der EU-Luftqualitätsrichtlinie und ihre Auswirkungen

Im September 2021 hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) ihre Empfehlungen für Grenzwerte für die Konzentrationen von Luftschadstoffen novelliert. Diese novellierten Empfehlungen der WHO sind ambitionierter als die bisher geltenden gesetzlichen Grenzwerte (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4). Bei der Überarbeitung der EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft in Europa schlägt die Europäische Kommission daher eine deutliche Reduzierung der Grenzwerte vor. Der Kommissionsentwurf der Richtlinie durchläuft derzeit das ordentliche Gesetzgebungsverfahren der EU.

Inhaltlich setzt die EU-Kommission das Ziel 2050 eine schadstofffreie Umwelt (diese entspricht den WHO Empfehlungen) zu erreichen. Der Entwurf sieht vor, dass unter anderem zusätzlich zu den bereits bekannten Stoffen auch Ruß, Ammoniak und Ultrafeine Partikel sowie Ozonvorläuferstoffe gemessen werden. Insgesamt ist davon auszugehen, dass bei Umsetzung des Richtlinienentwurfs mehr Probenahmestellen eingerichtet werden müssen. Durch die niedrigeren Grenzwerte ist bei einigen Stoffen, wie zum Beispiel bei NO₂, mit einer Vielzahl von Grenzwertüberschreitungen und in Folge mit einer Vielzahl von Luftreinhalteplänen zu rechnen.

Tabelle 3: Gegenüberstellung der geltenden, rechtlich verbindlichen Beurteilungswerte aus der europäischen Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV mit den WHO 2021 Empfehlungen, sowie denen aus der überarbeiteten Luftqualitätsrichtlinie

Schadstoff	Mittelungszeitraum	2008/50/EG (39. BImSchV)	WHO Empfehlungen (Ziel)	Entwurf LQ RL 2022 (Ziel 2030)
Stickstoffdioxid (NO ₂) in µg/m ³	1-Jahr	40	10	20
	24-Stunden	-	25	50 (18 Ü-Tage)
	1-Stunde	200 (18 Ü-Stunden)		200 (1 Ü-Stunde)
Feinstaub PM ₁₀ in µg/m ³	1-Jahr	40	15	20
	24-Stunden	50 (35 Ü-Tage)	45 (3-4 Ü-Tage)	45 (18 Ü-Tage)
Feinstaub PM _{2,5} in µg/m ³	1-Jahr	25	5	10
	24-Stunden	-	15	25 (18 Ü-Tage)
Schwefeldioxid (SO ₂) in µg/m ³	1-Jahr	- ^a	-	20 ^b
	24-Stunden	125 (3 Ü-Tage)	40 (3-4 Ü-Tage)	50 (18 Ü-Tage)
	1-Stunde	350 (24 Ü-Stunden)		350 (1 Ü-Stunde)
Kohlenmonoxid (CO) in mg/m ³	24-Stunden		4	4 (18 Ü-Tage)
	Max. 8-Stunden/Tag	10		10
Blei (Pb) in PM ₁₀ in µg/m ³	1-Jahr	0,5		0,5
Arsen (As) in PM ₁₀ in ng/m ³	1-Jahr	6		6,0
Cadmium (Cd) in PM ₁₀ in ng/m ³	1-Jahr	5		5,0

Schadstoff	Mittelungszeitraum	2008/50/EG (39. BImSchV)	WHO Empfehlungen (Ziel)	Entwurf LQ RL 2022 (Ziel 2030)
Nickel (Ni) in PM ₁₀ in ng/m ³	1-Jahr	20		20
Benzo[a]pyren in PM ₁₀ in ng/m ³	1-Jahr	1		1,0
Benzol in µg/m ³	1-Jahr	5		3,4

^a Derzeit gibt es nur einen Jahresmittelgrenzwert zum Schutz der Vegetation

^b Im Entwurf zur novellierten EU Luftqualitätsrichtlinie wird nun auch ein Jahresmittelgrenzwert zum Schutz der Gesundheit eingeführt.

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Zielwerte für Ozon aus der europäischen Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV mit den WHO 2021 Empfehlungen, sowie denen aus der überarbeiteten Luftqualitätsrichtlinie.

Schadstoff	Mittelungszeitraum	2008/50/EG (39. BImSchV)	WHO Empfehlungen (Ziel)	Entwurf LQ RL 2022
Ozon (O ₃) in µg/m ³	Spitzenwert (Saison)	-	60 ^a	
	Max 8 Stunden/Tag	120 (Zielwert) (25 Ü-Tage) gemittelt über 3 Jahre	100 (3-4 Ü- Tage)	120 (Zielwert) (18 Ü-Tage) gemittelt über 3 Jahre

^a Durchschnitt der maximalen 8-Stunden-Mittelwerte der O₃-Konzentration in den sechs aufeinanderfolgenden Monaten mit der höchsten O₃-Konzentration im Sechsmonatsdurchschnitt.

4 Meteorologie 2022

Das Wetter hat einen Einfluss auf die Höhe der Schadstoffbelastung.

In der Regel nehmen bei niedrigen Temperaturen die Emissionen zu, da z.B. mehr geheizt wird. Darüber hinaus zeichnen sich winterliche Hochdrucklagen häufig durch geringe Windgeschwindigkeiten und schlechte Austauschbedingungen (Inversionswetterlagen) aus. Dadurch kommt es zur Anreicherung von Schadstoffen in den unteren Luftschichten. In milderen Wintern treten Inversionswetterlagen seltener auf und es werden weniger Emissionen durchs Heizen freigesetzt.

Kommt es im Sommer zu Hochdruckwetterlagen so sind diese mit intensiver Sonneneinstrahlung und hohen Temperaturen verbunden, wodurch die Bildung von bodennahem Ozon begünstigt wird. Bei solchen Wetterlagen herrscht meist auch Trockenheit, welche mit einem Anstieg der Feinstaubkonzentration in Verbindung steht. Durch Niederschlag können Feinstaub und andere Luftschadstoffe aus der Luft ausgewaschen werden. Lufthygienisch günstige Wetterbedingungen liegen bei hohen Windgeschwindigkeiten und guten Austauschbedingungen vor, wodurch sich die Schadstoffbelastung verringert.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) klassifiziert das Wetterjahr 2022 in Deutschland gemeinsam mit 2018 als das wärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Darüber hinaus war 2022 das sonnenscheinreichste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen und verzeichnete ein deutliches Niederschlagsdefizit.

In Nordrhein-Westfalen (NRW) betrug die mittlere Temperatur 11,2 °C und lag damit 2,2 °C über dem Wert für das langjährige Mittel (Zeitraum 1961-1990, der internationale Referenzzeitraum). In NRW lag in keinem Monat des Jahres 2022 die Durchschnittstemperatur unter dem langjährigen Mittelwert, im August betrug die Differenz sogar 3,9 °C.

Der mittlere Jahresniederschlag lag mit etwa 737 l/m² deutlich unterhalb des langjährigen Mittels (875 l/m²) in NRW. Das Jahr war in NRW mit 1984 Sonnenstunden spürbar sonniger als während der Referenzperiode (1440 h).

Im März war NRW das zweitwärmste Bundesland mit 6,6 °C im Durchschnitt, dabei war NRW das sonnenscheinreichste Bundesland mit 245 Stunden. Damit einher ging, dass der März im Vergleich zum langjährigen Mittel das größte Niederschlagsdefizit des Jahres verzeichnete, es fielen lediglich 10 l/m² (71 l/m²).

Im Mai wurden die ersten Tropennächte (minimale Tagestemperatur > 20 °C) in NRW registriert. Darüber hinaus kam es zu starken Unwettern mit Starkregen bis hin zur Bildung von Tornados der Stärke F2.

Der August war in NRW mit 20,5 °C (16,6 °C) der wärmste und mit nur 15 l/m² (73 l/m³) auch trockenste August seit Messbeginn. Der Pegelstand in Emmerich am Niederrhein erreichte den historischen Tiefstand von 0 Zentimetern.

Im November war NRW das wärmste Bundesland mit 8,1 °C (5, 1 °C), nichtsdestotrotz wurden hier auch in östlichen und nördlichen Regionen Tiefstwerte von -10 °C bis - 5 °C erreicht.

Erstmals seit Messbeginn wurden in NRW 785 Sonnenstunden im Sommer (Juni bis August) gemessen, dieser Wert liegt 231 h über dem langjährigen Mittelwert. Es wurde ein erhebliches Niederschlagsdefizit ermittelt, sodass mit den 120 l/m² im NRW-Sommer nur die Hälfte des im langjährigen Mittel zu erwartenden Niederschlag gefallen ist. Im Herbst (September bis November) war NRW das Bundesland mit den mildesten Temperaturen. Die Niederschlagsmenge erreichte mit 205 l/m² fast den langjährigen Mittelwert.

5 Holzfeuerung

Nach aktuellen Erhebungen sind in den deutschen Haushalten derzeit etwa elf Millionen Einzelraumfeuerungsanlagen wie Kaminöfen und andere Holzfeuerungen (z.B. Pelletheizungen) in Betrieb¹.

Bei der Verbrennung von Holz wird neben Feinstaub eine ganze Reihe weiterer Stoffe freigesetzt. Dabei handelt es sich unter anderem um CO₂, Ruß, Benzo[a]pyren und Levoglucosan. Für das Emissionsverhalten von Kaminöfen ist entscheidend, dass das verfeuerte Material auch für diesen Zweck geeignet ist. Hinzu kommt das Brennverhalten. Bei kokelem Material werden die meisten Schadstoffe freigesetzt und auch die Geruchsbelästigung der Nachbarn ist dann am größten (wissenswertes hierzu

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/presse/dokumente/Heizen_mit_Holz_web.pdf).

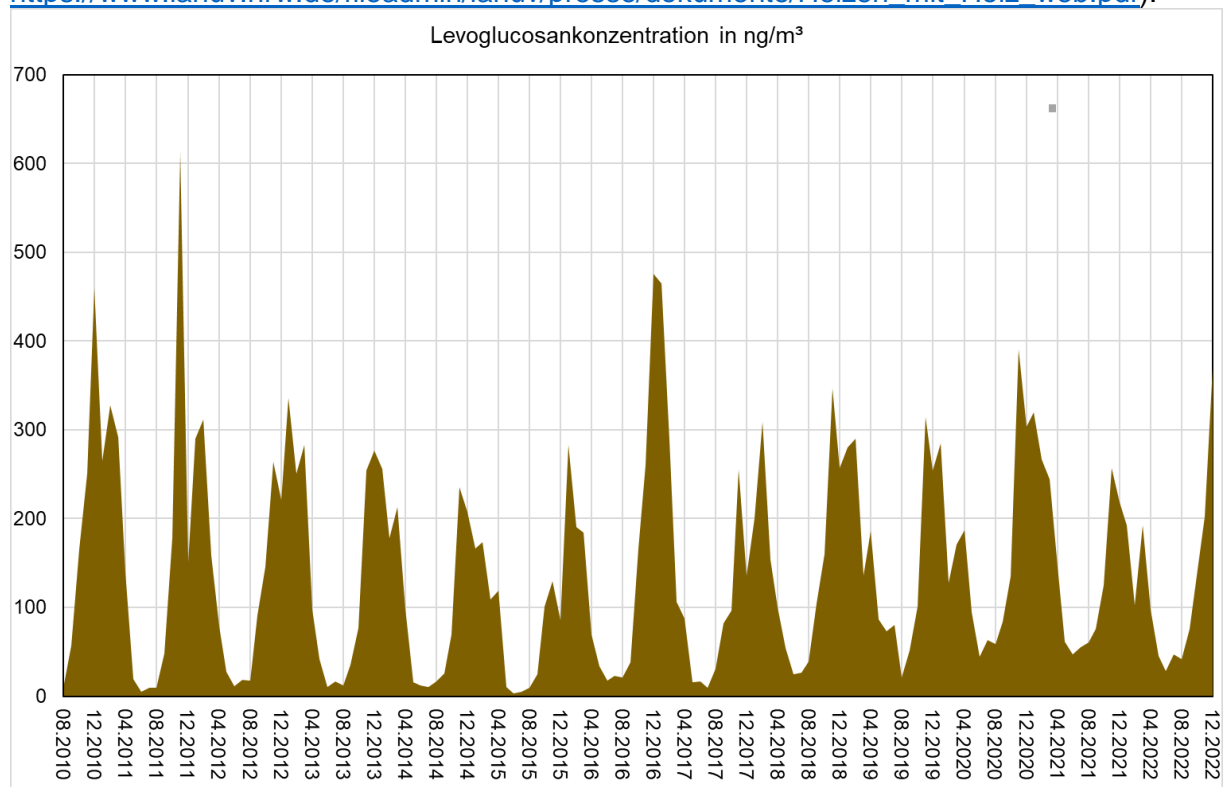


Abbildung 1: Konzentrationsverlauf von Levoglucosan von August 2010 bis Dezember 2022, gemittelt über alle Levoglucosanmessorte (außer Eifel).

Die Menge an Levoglucosan ist ein Indikator für den Anteil der Feinstaubemissionen aus dem Hausbrand. Levoglucosan ist ein Anhydrozucker, der vor allem bei der Verbrennung von Holz freigesetzt wird. Das LANUV misst seit 2010 Levoglucosan in unterschiedlichen Teilen des Landes. In Abbildung 1 ist die Levoglucosankonzentration dargestellt. Deutlich sieht man, dass die Konzentration im Winterhalbjahr höher ist als im Sommerhalbjahr. Die Auswertungen zeigen, dass die Holzfeuerung ca. 1 bis 2 µg/m³ zum Jahresmittelwert (siehe Abbildung 2) beiträgt, im Winterhalbjahr ist der Beitrag etwa doppelt so hoch.

¹<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industriebereiche/feuerungsanlagen/kleinfeuerungsanlagen#anlagenbestand-in-deutschland>

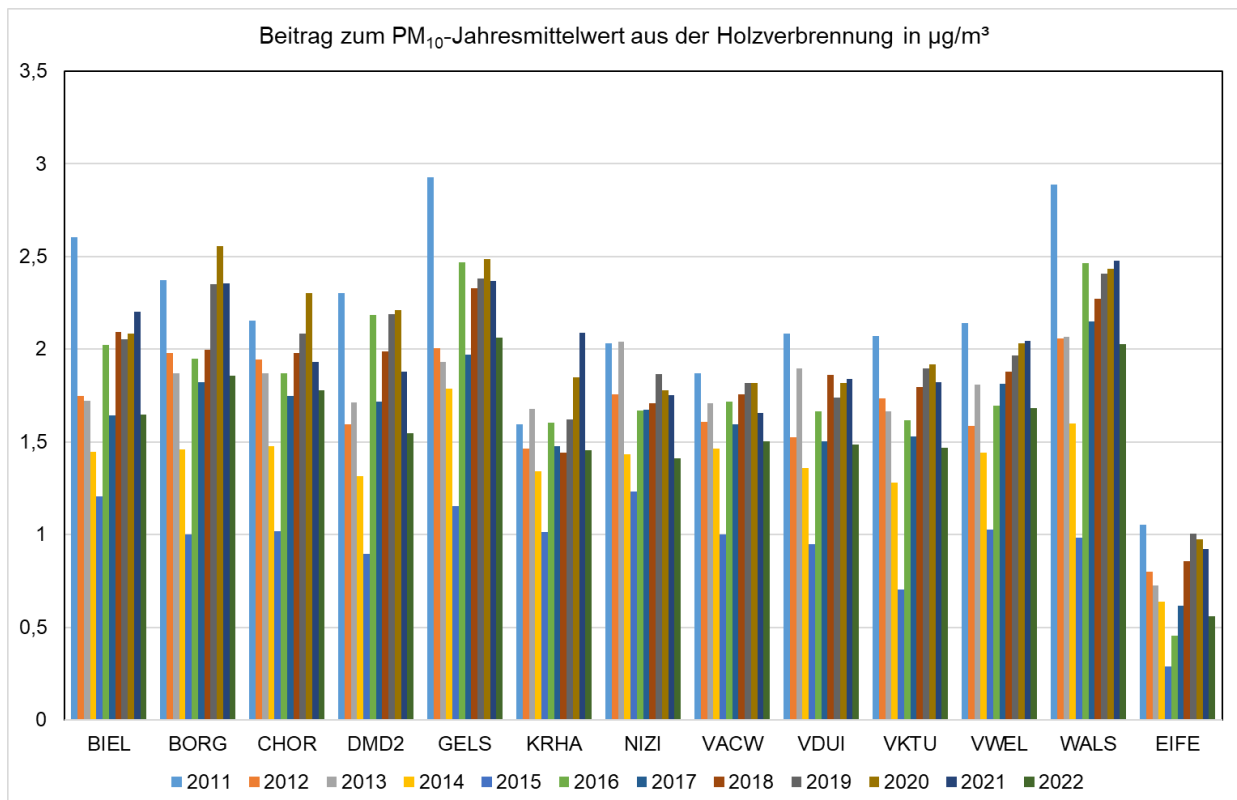


Abbildung 2: Beitrag aus der Holzverbrennung zum PM₁₀-Jahresmittelwert für Stationen mit Levoglucosanmessung für die einzelnen Jahre.

Die PM₁₀-Jahresmittelwerte sind in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen, während der Beitrag der Holzverbrennung keinen Trend aufweist, somit steigt der prozentuale Anteil der Holzverbrennung. Im Jahr 2022 lag der prozentuale Beitrag der Holzfeuerung an den Hintergrundstationen in Bielefeld, Borken, Köln, Dortmund und Gelsenkirchen zwischen 9 und 12 %. An den Verkehrsstationen lag er zwischen 7 und 9 %. Die Entwicklung der absoluten und prozentualen Anteile der Holzverbrennung wird auch weiterhin im Blick behalten.

Die städtische Hintergrundbelastung an Feinstaub liegt bei etwa 15 bis 17 µg/m³. Ausbreitungsrechnungen zeigen, dass im Jahresmittel im Rhein-Ruhr-Gebiet der Beitrag der Holzfeuerung im Median niedriger ist als die Beiträge der Industrie und des Straßenverkehrs. Der Straßenverkehr leistet im Jahresmittel einen höheren Beitrag an der PM₁₀-Belastung als Hausbrand und Industrie. Im ländlichen Bereich NRW tragen diese drei Quellgruppen im Jahresmittel ähnlich zur Belastung bei. Bei diesen Abschätzungen wird für den Beitrag der Holzfeuerung von idealem Brennverhalten ausgegangen.

Der Verkauf von Brennholz hat zugenommen², jedoch weist der gemessene Beitrag der Holzfeuerung seit 2010 keinen Trend auf. Gründe dafür sind, dass laut Deutschem Wetterdienst seitdem fast alle Winter im Vergleich zum langjährigen Mittel als deutlich zu warm eingestuft werden können. Hinzu kommen Verbesserungen in der Feuerungstechnik der Öfen und gesetzliche Regelungen zur Außerbetriebnahme alter Anlagen, die nicht mehr den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen entsprechen.

² IT NRW, Energiebilanz und CO₂-Bilanz in NRW <https://webshop.it.nrw.de/gratis/E449%20201900.pdf>

6 Konzeption und Änderungen des Messnetzes

Nach Anlage 3 D der 39. BImSchV ist das LANUV verpflichtet, grundlegende Informationen zum Messnetz (Auswahlkriterien, Messnetzplanung und Messstandorte) zu dokumentieren. Diese Dokumentation wird mindestens alle 5 Jahre aktualisiert. Die aktuelle Version wird auf der LANUV Internetseite veröffentlicht, die Dokumentation beschreibt die Entwicklung und die damit verbundenen Anpassungen des Messnetzes bis zum heutigen Stand. Die Grundsätze der Wahl der Standorte und der Messnetzplanung wie auch eine Beschreibung der angewandten Modellrechnungen und Messverfahren sind Bestandteil der Dokumentation. Diese wurde 2019 vom TÜV Rheinland geprüft und die Vorgehensweise des LANUV bestätigt.

Das LANUV unterscheidet in seinem Messnetz dabei zwischen Basismessnetz und Sondermessnetz. Das Basismessnetz dient der Ermittlung der großräumigen Immissionsbelastung in Ballungsräumen, Waldgebieten und außerhalb von Ballungsräumen sowie der Belastung durch Verkehr und industrielle Einflüsse. Es umfasst derzeit 52 Stationen. Das Basismessnetz dient dazu, die Anforderungen der Luftqualitätsrichtlinien zu erfüllen und langfristige Entwicklungen zu beobachten. Deshalb unterliegt es möglichst wenigen Veränderungen. Das Basismessnetz liefert somit die Datenbasis für Trendauswertungen.

Daneben erfolgen zusätzliche Messungen an Orten mit Verkehrseinfluss, Industrieinfluss oder im Rahmen von Sondermessprogrammen. Die Standorte dieser Messungen werden im Rahmen der jährlichen Messplanung festgelegt. Dabei werden Anforderungen der Kommunen und Bezirksregierungen sowie Auswertungen des LANUV berücksichtigt.

Das komplette Luftqualitäts-Messprogramm 2022 findet sich unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/luqs/Messplan_2022.xlsx. Eine ausführliche Beschreibung und Dokumentation zu den Probenahmestellen ist über eine interaktive Datenbank mittels Suchfunktion (<https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/messorte-und-werte>) abrufbar.

Im Vergleich zum Vorjahr gab es folgende Änderungen im Messprogramm:

- Einrichtung von 7 Probenahmestellen mit Passivsammlern für Stickstoffdioxid (NO₂) in Duisburg, Düsseldorf und Köln
- Einrichtung einer PM₁₀-Probenahmestelle in Essen
- Abbau von 3 Probenahmestelle für PM₁₀ und Staubinhaltsstoffe: zwei in Stolberg und eine in Lünen
- Abbau von 9 Probenahmestellen mit Passivsammlern für Stickstoffdioxid (NO₂) verteilt in Bottrop, Bielefeld, Emmerich-Elten, Langenfeld, Mettmann, Münster, Schwerte, Siegen und Witten. Vorübergehender Abbau 1 Probenahmestelle mit Passivsammler für Stickstoffdioxid (NO₂) in Düren (baustellenbedingt).
- Erweiterung des Messumfangs um PM_{2,5} an 11 bestehenden Probenahmestellen. Die Anzahl der PM_{2,5} Messungen erhöht sich kontinuierlich, da vermehrt Messtechnik eingesetzt wird, die auf Streulichtmessungen basiert. Dadurch ist eine zeitgleiche Messung von PM₁₀ und PM_{2,5} mit nur einem Messgerät möglich.
- Einrichtung einer Probenahmestelle in Düsseldorf, Merowingerstraße, für NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} und einer Probenahmestelle in Lüdenscheid, Lennestraße, für NO₂, O₃, PM₁₀ und PM_{2,5}

Nur für einen Teil der Messorte liegt ein Jahresmittelwert für 2022 vor, da die europäische Luftqualitätsrichtlinie eine Mindestverfügbarkeit an Daten von 90% fordert. Liegt die Datenverfügbarkeit unterhalb von 90% können keine Jahresmittelwerte angegeben werden. Hierzu gehören auch die 2022 installierten Messungen in Lüdenscheid in der Lennestraße (Aufbau Juli 2022) und die Messungen mit dem Messcontainer in der Merowingerstraße (Aufbau September 2022) in Düsseldorf. In Düren in der Euskirchener Straße musste im September 2022 die NO₂ Messung aufgrund von großräumigen Straßenbauarbeiten vorübergehend eingestellt werden. An den Probenahmestellen Bochum Herner Straße 226 und Mönchengladbach Aachener Straße wurde aufgrund von Vandalismus die Mindestverfügbarkeit nicht erreicht.

7 Stickstoffdioxid und Feinstaub

7.1 Stickstoffdioxid

Im Jahr 2022 wurde die Immissionsbelastung durch Stickstoffdioxid an 130 Probenahmestellen in NRW – mit ausreichender Datenverfügbarkeit - ermittelt. Dabei kamen an 56 Standorten automatische Messverfahren und an 74 Standorten Passivsammler zum Einsatz. An allen Probenahmestellen wurde die nach EU-Recht geforderte Datenverfügbarkeit erreicht. Somit liegt für alle Probenahmestellen in NRW ein Jahresmittelwert vor. Abbildung 3 zeigt das Messnetz zur Bestimmung von Stickstoffdioxid.

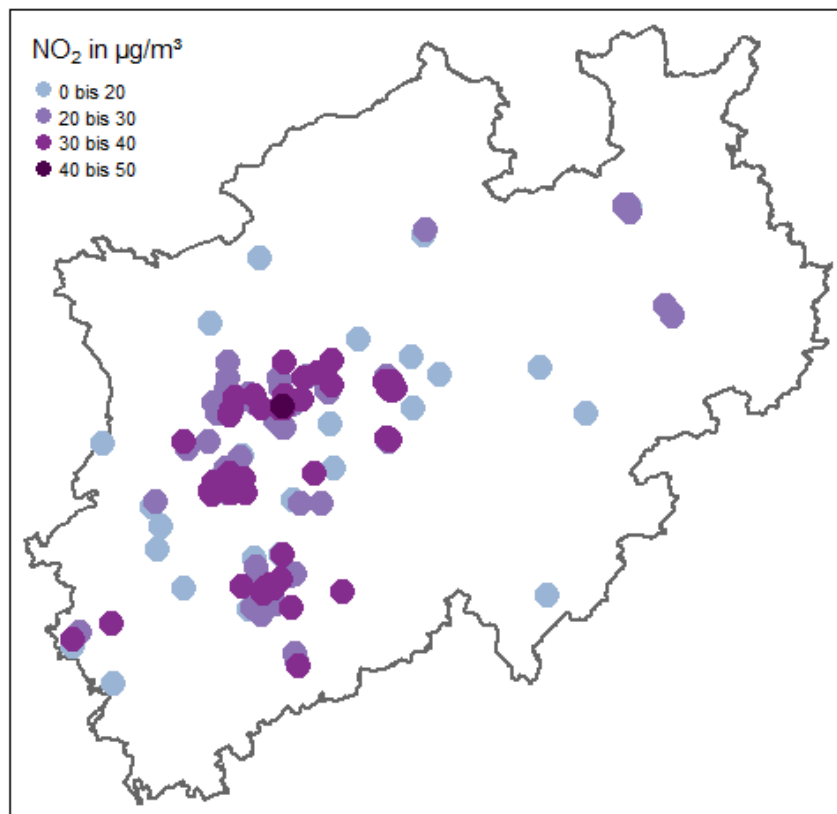


Abbildung 3: Messnetz für NO₂ 2022: Probenahmestellen für Stickstoffdioxid in NRW, farblich abgestuft die Höhe des in 2022 gemessenen NO₂-Jahresmittelwertes.

Der Kurzzeitgrenzwert mit pro Jahr 18 erlaubten Überschreitungen des 1-Stunden-Mittelwertes mit über 200 µg/m³ NO₂, wurde erneut im gesamten NRW-Messnetz eingehalten.

Die Abbildung 4 zeigt die Jahresmittelwerte der landesweit durchgeführten NO₂-Messungen.

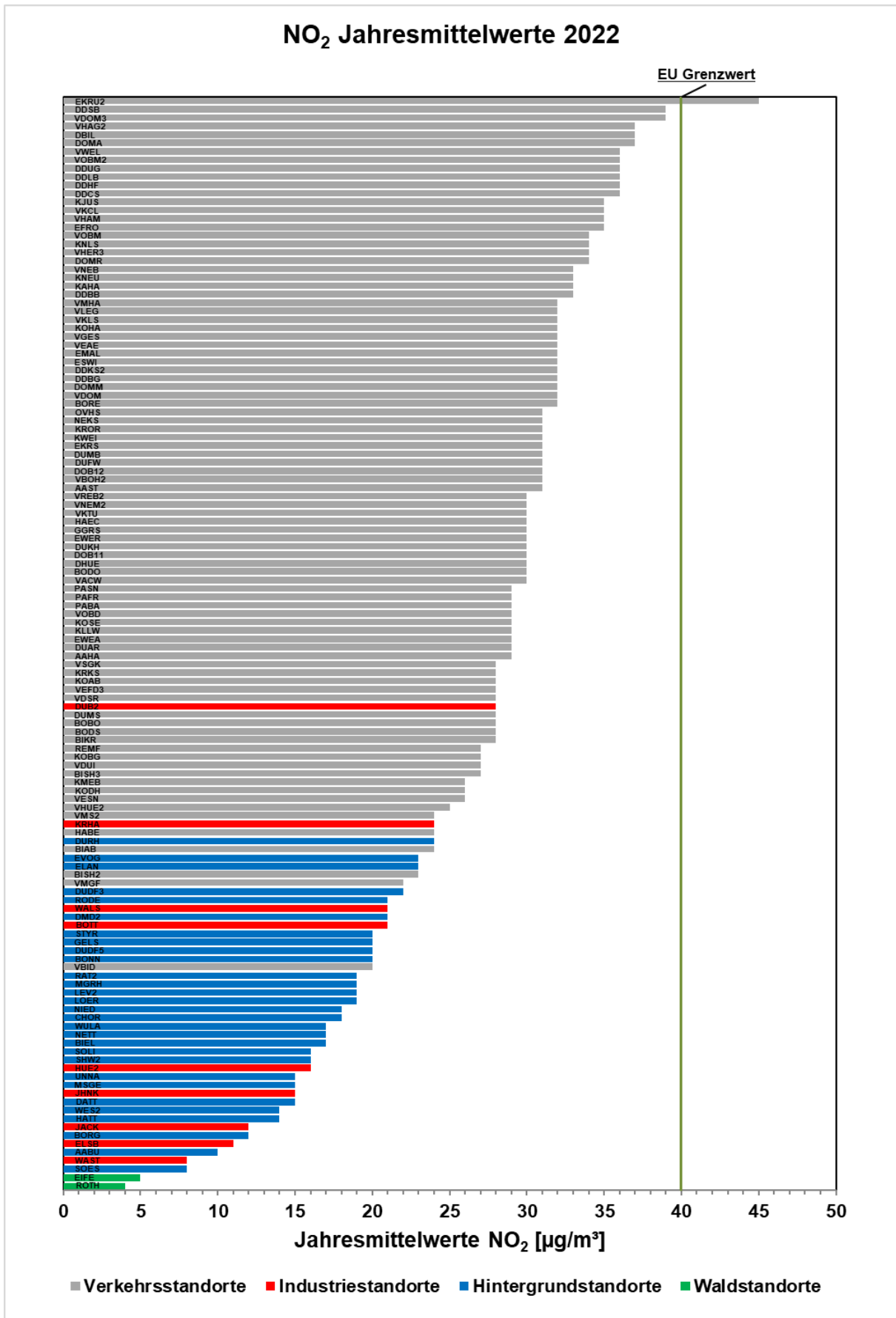


Abbildung 4: NO₂-Jahresmittelwerte an allen Probenahmestellen in NRW 2022. Der gültige Grenzwert als grüne senkrechte Linie.

Während im Jahr 2020 erstmals an allen Probenahmestellen der NO₂-Jahresmittelgrenzwert eingehalten werden konnte, wurde 2022 an einer im Sommer 2020 neu eingerichteten Probenahmestelle in Essen ein Jahresmittelwert von 45 µg/m³ ermittelt. Dort wurde der Grenzwert bereits in 2021 überschritten. Die Belastung ist dort im Jahr 2022 um 2 µg/m³ angestiegen.

An den 77 verkehrsnahen Probenahmestellen zeigte sich im Vergleich zum Vorjahr kein eindeutiger Trend. An 11% aller Probenahmestellen im Jahr 2022 stieg die NO₂-Belastung (maximal 3,0 µg/m³ in Duisburg (Rheinhafen)). An 71% aller Stationen konnte eine Abnahme der NO₂-Konzentration (maximal -5,0 µg/m³ in Paderborn Friedrichstraße 29) erfasst werden und an 13% aller Stationen kam es zur Stagnation der jährlich gemittelten NO₂-Konzentration. Für 5 % der in 2022 vorhandenen Probenahmestelle konnte kein Vergleich mit 2021 gemacht werden, da es die Messstelle in 2021 (noch) nicht gab oder kein gültiger Jahresmittelwert vorlag. Die Spannweite der landesweiten NO₂-Belastung reicht von 4 - 5 µg/m³ an den beiden Waldstationen in Netphen Rothaargebirge und Simmerath (Eifel) bis zu 39 - 45 µg/m³ an den am höchsten belasteten Verkehrsstandorten (Dortmund Borsigstraße 53 und Essen Kruppstraße 117).

In den letzten Jahren zeigte die NO₂-Belastung einen generellen Rückgang, von 2019 auf 2020 allerdings vergleichsweise stärker als in den Vorjahren. Dieser Trend setzte sich im Jahr 2021 und 2022 nicht fort. Die Jahresmittelwerte liegen auf dem Niveau des Vorjahres. Abbildung 5 gibt einen Überblick über den Trend der NO₂-Belastung an den Verkehrs- und Hintergrundstationen in NRW. Die Trendauswertung basiert auf den Daten der Stationen im Basismessnetz. Das Basismessnetz dient dazu, die gesetzlichen Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/50/EG zu erfüllen, diese wurde mit der 39. BImSchV im Jahr 2010 in nationales Recht umgesetzt. Das Basismessnetz besteht seit 2010 nahezu aus demselben Stationspool und eignet sich gut für die mehrjährige Trenddarstellung.

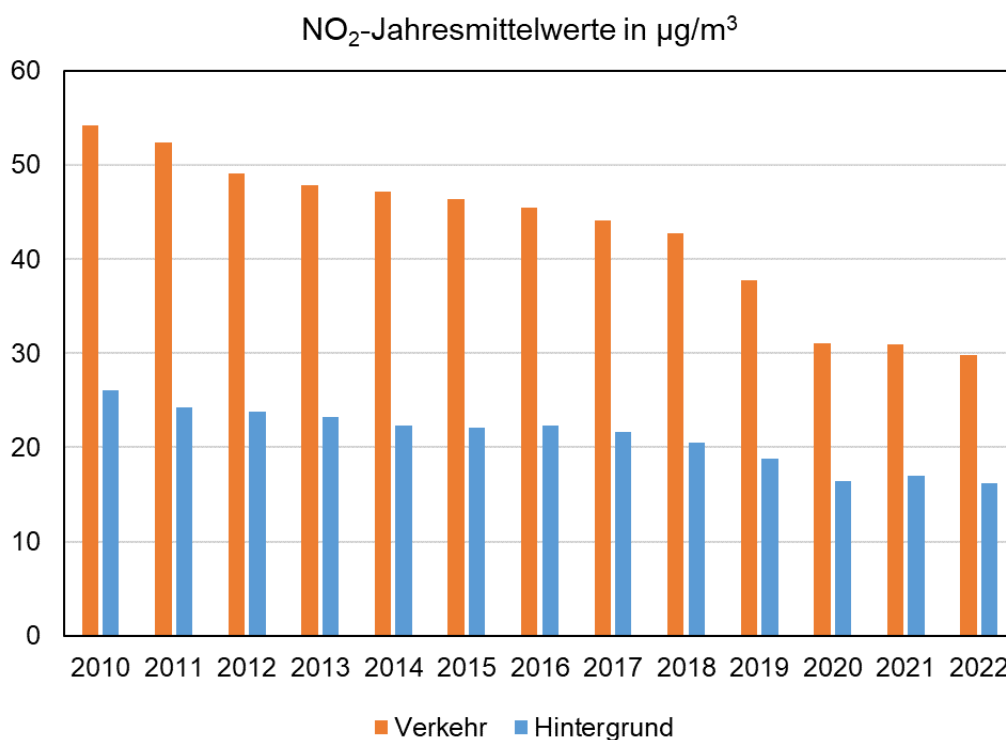


Abbildung 5: Trend der NO₂-Jahresmittel in µg/m³ für die Stationstypen Verkehr und Hintergrund im Basismessnetz.

7.2 Feinstaub und Staub-Inhaltsstoffe

7.2.1 PM₁₀

Im Luftqualitätsmessnetz NRW wurde die Feinstaubfraktion PM₁₀³ im Jahr 2022 an 67 Probenahmestellen – mit ausreichender Datenverfügbarkeit - ermittelt. Der Grenzwert für das Jahresmittel von 40 µg/m³ wird seit langer Zeit durchgehend an allen Messstellen in NRW eingehalten. Die Spannweite der landesweiten PM₁₀-Belastung reicht von 9 µg/m³ an der Waldstation Netphen Rothaargebirge bis zu 27 µg/m³ an der am höchsten belasteten Verkehrsstation in Essen Gladbecker Straße. Gegenüber dem Vorjahr sind in 54% der Fälle die Jahresmittelwerte leicht gesunken oder gleichgeblieben. Abbildung 6 stellt das Messnetz in NRW zur Bestimmung von Feinstaub-PM₁₀ dar.

Auch die Anzahl der Überschreitungstage (Tagesmittelwert > 50 µg/m³) blieb deutlich unter den erlaubten 35 Tagen. Die häufigsten Überschreitungstage ergaben sich an den Stationen in Warstein (22x), Essen Gladbecker Straße (19x) und Duisburg Kiebitzmühlenstraße (10x). Abbildung 9 zeigt die Anzahl der Tagesüberschreitungen für PM₁₀ > 50 µg/m³.

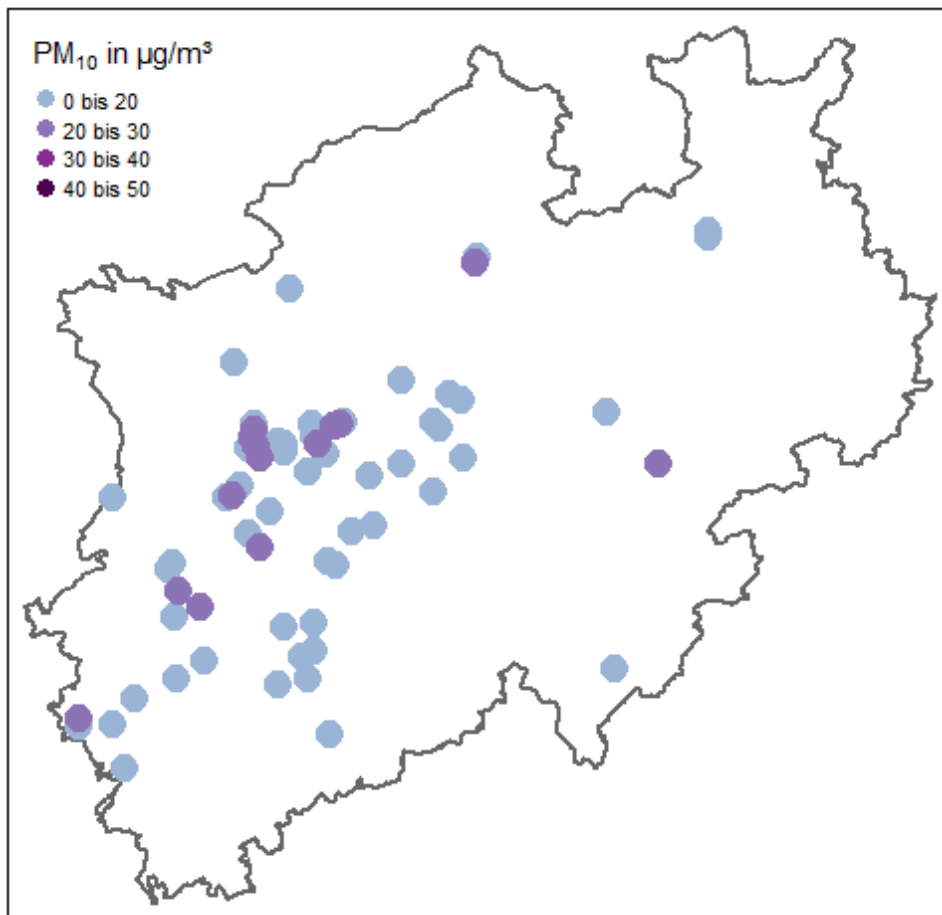


Abbildung 6: Messnetz für PM₁₀ 2022: Probenahmestellen für Feinstaub (PM₁₀) in NRW, farblich abgestuft die Höhe des in 2022 gemessenen PM₁₀-Jahresmittelwertes.

³ Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser unter 10 Mikrometern

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass der Grenzwert für die Tageswertüberschreitungen anspruchsvoller ist als der Grenzwert für den Jahresmittelwert und daher höhere Anstrengungen zur Einhaltung erfordert.

Im Jahr 2022 gab es vier Sahara-Staub Episoden in Nordrhein-Westfalen. Zwei davon im März, eine im April und eine im Oktober. Durch eine Kombination aus Messungen, Laboranalysen und Modellergebnissen konnte ermittelt werden, dass an 10 Tagen Sahara-Staub mit der Luftströmung großräumig nach Nordrhein-Westfalen transportiert wurde. In der folgenden Abbildung 7 ist ein Modellergebnis zu sehen, das zeigt, wie der Sahara-Staub, der Mitte März 2022 in NRW gemessen wurde, nach Europa transportiert wird. Einen Tag später konnte er auch mittels Filtermessung nachgewiesen werden.

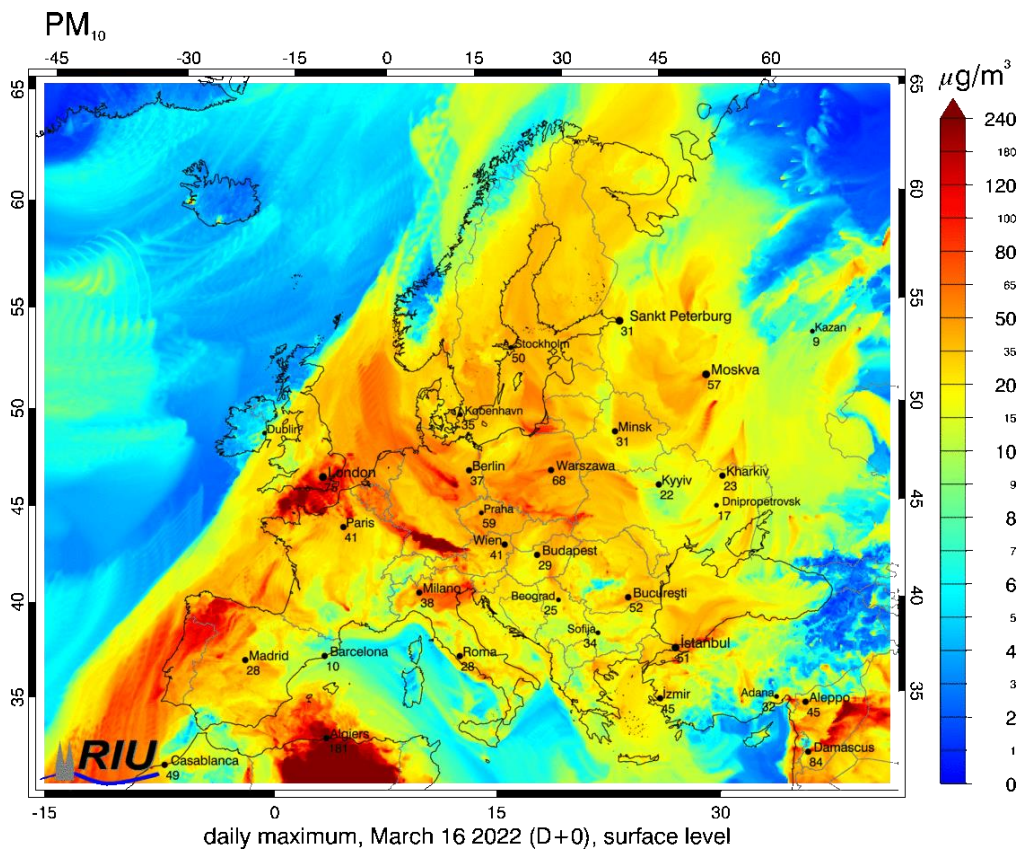


Abbildung 7: Feinstaubkonzentration über Europa (Modellergebnisse EURAD-IM⁴) am 16.03.2022.

⁴<https://www.fz-juelich.de/en/iek/iek-8/research/atmospheric-modelling/air-quality-and-emission-optimization?expand=translations.fzjsettings.nearest-institut>

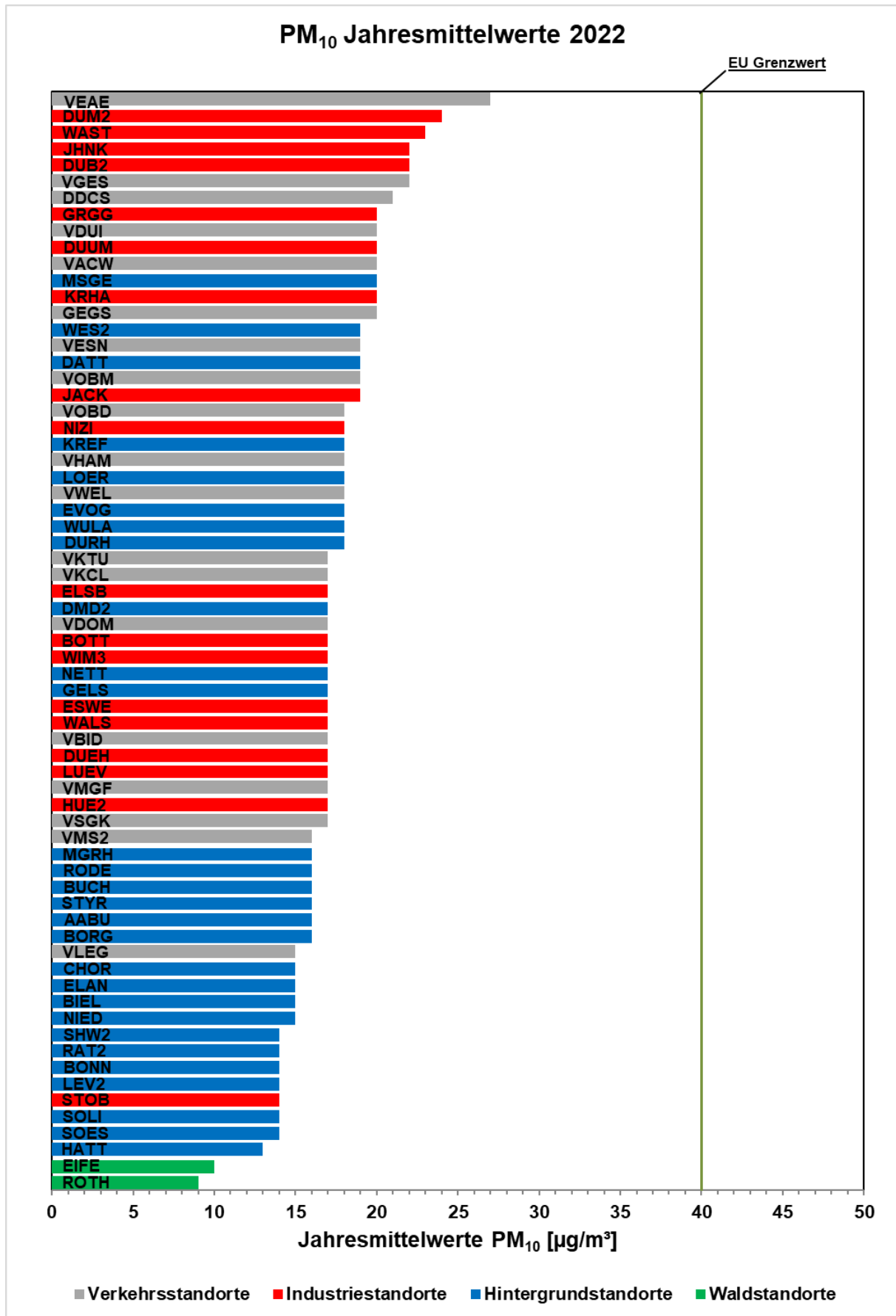


Abbildung 8: PM₁₀-Jahresmittelwerte in NRW 2022, der gültige Grenzwert als senkrechte grüne Linie.

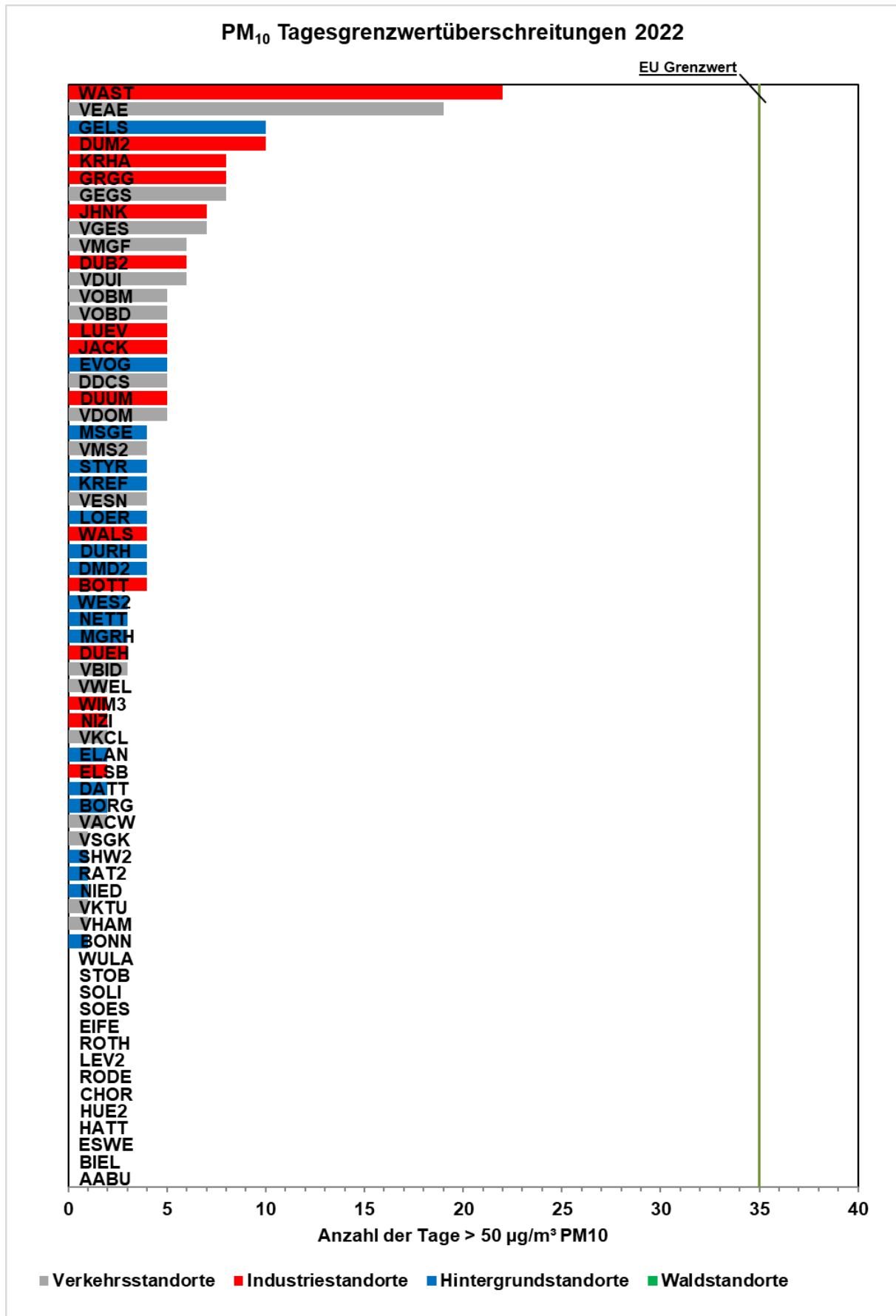


Abbildung 9: Anzahl der PM₁₀-Tagesmittelwerte > 50 µg/m³ in NRW 2022, der gültige Grenzwert als senkrechte grüne Linie.

Nach einem Rückgang von 2018 bis 2020 nahm der über die Stationen des Basismessnetzes gemittelte Feinstaub-Jahresmittelwert in den Jahren 2021 und 2022 wieder leicht zu (siehe Abbildung 10). Die Hintergrundbelastung übersteigt nun wieder das Niveau von 2019. Die Grenzwerte wurden jedoch eingehalten.

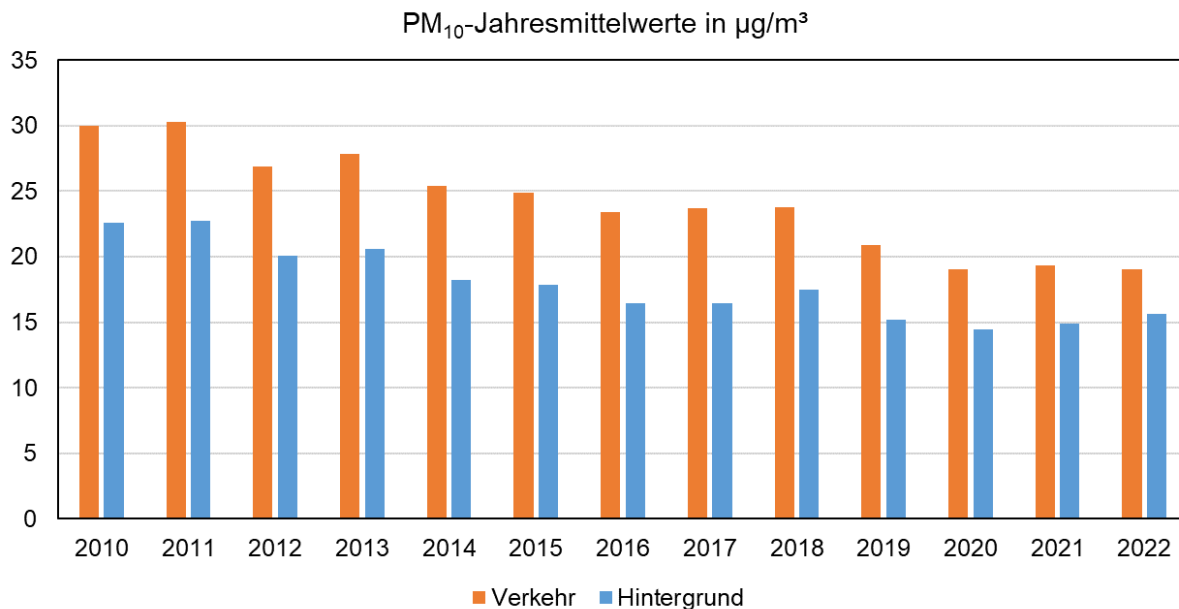


Abbildung 10: Trend der PM₁₀-Jahresmittel in µg/m³ für die Stationstypen Verkehr und Hintergrund im Basismessnetz.

7.2.2 Messungen von Ultrafeinen Partikeln

Als ultrafeine Partikel (UFP) werden alle luftgetragenen Teilchen mit einem Durchmesser kleiner als 100 Nanometer (nm) bezeichnet, die aufgrund ihrer geringen Größe und somit verschwindend geringen Masse kaum zum Massenbudget der Feinstaubfraktionen PM_{2,5} und PM₁₀ beitragen. Im Gegensatz dazu sind sie aber für die Gesamtpartikelanzahlkonzentration der in der Luft getragenen Partikel bestimmend.

Bereits seit dem Jahr 2009 werden im Auftrag des LANUV UFP-Messungen im städtischen Hintergrund an der Messstelle Mülheim-Styrum durchgeführt⁵. Zusätzlich zu diesen Messungen betreibt das LANUV seit August 2020 eine eigene Teststation in Düsseldorf Lohausen im Umfeld des Düsseldorfer Flughafens zur Erprobung der UFP – Messtechnik. Die Messungen erfolgen dabei mit einem sogenannten Mobilitätsspektrometer, welches Partikel durch größenspezifische Zählung in einem Bereich von 10 bis 500 nm, d. h. sowohl aus dem Ultrafein- als auch Feinstaubbereich, erfasst. Eine allgemeine windrichtungsunabhängige Auswertung dieser Messdaten zeigt starke Variationen der Tagesmittelwerte mit Maxima von bis zu 28.000 Partikeln pro Kubikzentimeter (1/cm³ bzw. cm⁻³) für die Gesamtpartikelzahl zwischen 10 – 500 nm sowie von rund 21.000 cm⁻³ für die kleinsten Partikel zwischen 10 und 30 nm (siehe Tabelle 5). Die Maximalwerte der Stundenmittel liegen deutlich darüber (siehe Tabelle 6).

⁵https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immissionen/ber_trend/Bericht_ueber_die_Luftqualitaet_im_Jahr_2021.pdf

Tabelle 5: Statistische Auswertung der über einen festgelegten SMPS Größenbereich integrierten Partikelanzahlkonzentration an der Teststation in Düsseldorf-Lohausen für den Zeitraum 03.08.2020 bis 31.12.2022 (exkl. Juli-Dezember 2021, Messdatenausfall). Die angegebenen Anzahlkonzentrationen sind zu Tagesmittelwerten zusammengefasst.

Partikelgrößenbereich SMPS (nm)	Arithm. Mittel (1/cm ³) / Anteil (%)	Median (1/cm ³)	Max. (1/cm ³)	Min. (1/cm ³)
10 – 500	9.300 (100 %)	8.500	28.000	2.000
10 – 30	4.900 (52 %)	4.200	20.900	600
70 – 500	1.800 (19 %)	1.700	6.600	300

Tabelle 6: Wie Tabelle 5, nur für Stundenmittelwerte.

Partikelgrößenbereich SMPS (nm)	Arithm. Mittel (1/cm ³) / Anteil (%)	Median (1/cm ³)	Max. (1/cm ³)	Min. (1/cm ³)
10 – 500	9.300 (100 %)	7.800	80.800	600
10 – 30	4.900 (52 %)	3.400	69.300	100
70 – 500	1.800 (19 %)	1.600	19.300	30

Eine Auswertung Messdaten nach Windrichtung ergibt für den Bereich der südlichen Start-/Landebahn eine deutlich erhöhte Partikelanzahlkonzentration der kleinsten Partikel zwischen 10 - 30 nm im Vergleich zu anderen Windrichtungen (siehe Abbildung 11), während sich die Einflüsse des Straßenverkehrs (B8/A44) sowie der Vorfeldaktivitäten nahe des Flughafenterminals in den Messdaten für größere Partikel zwischen 70 - 500 nm sowie für NO₂ und Ruß widerspiegeln.

Wie aus Abbildung 12 ersichtlich, zeigt sich für den Start-/Landebahn und Terminal umfassenden Windrichtungssektor Flughafen (SF, grafische Darstellung in Abbildung 11, oben) darüber hinaus ein markanter Tagesgang der Partikelanzahlkonzentration zwischen 10 – 30 nm mit einem deutlichen Anstieg ab 6 Uhr im Vergleich zu anderen Windrichtungen (restlichen Sektor, RS). Bis 18 Uhr bleibt die Partikelanzahlkonzentration zw. 10 – 30 nm im SF bei etwa 8.000 cm⁻³, bevor sie in den späten Abendstunden ihr Maximum erreicht. Im Vergleich dazu ist bei größeren Partikeln zwischen 70 und 500 nm kein markanter Tagesgang erkennbar.

Aufgrund der oben beschrieben Überlagerung verschiedener UFP – Quellen im Sektor Flughafen, sollen in Zukunft komplexere Analysen vorgenommen werden, um den Einfluss von Straßenverkehr und Flugaufkommen besser unterscheiden zu können. Darüber hinaus ist geplant, den möglichen direkten Einfluss von Messstationsüberflügen auf die UFP-Belastung am Standort zu untersuchen.

Da das Flugaufkommen von vor der Corona-Pandemie aufgrund von Folgewirkungen bis heute nicht erreicht ist, kann eine verlässliche Beurteilung des Flughafenbeitrags zur UFP - Gesamtbelastung am Standort derzeit noch nicht erfolgen. Die Messungen sollen daher fortgeführt werden.

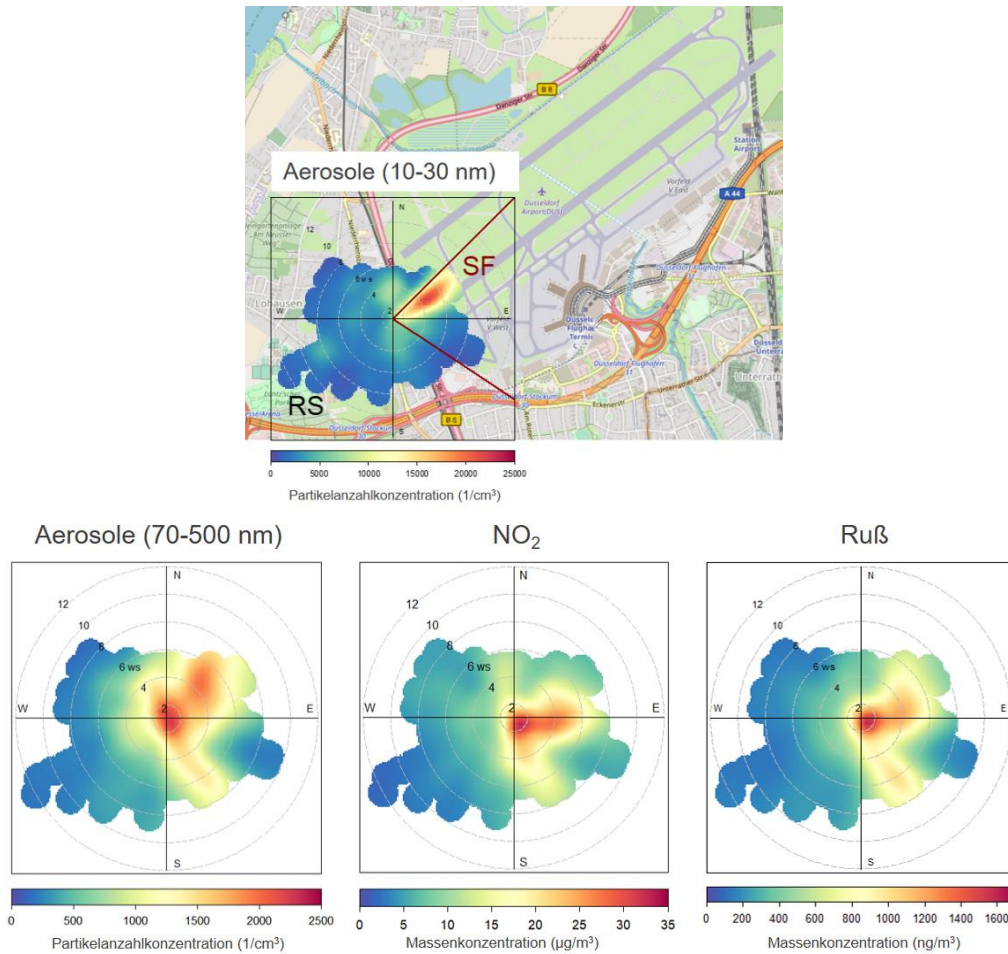


Abbildung 11: Konzentrationsverteilungen (Farbskala) nach Windrichtung für die Teststation Düsseldorf Lohausen (Ikarusstr. 16) zw. 03.08.2020 bis 31.12.2022 (exkl. Juli-Dezember 2021, Messdatenausfall). Windgeschwindigkeit ist als „ws“ gekennzeichnet ist (Werte in m/s radial nach außen zunehmend). Für diese Abbildung sind nur Messwerte mit Windgeschwindigkeiten von ≥ 1 m/s zwischen 06:00 - 22:59 Uhr herangezogen worden.

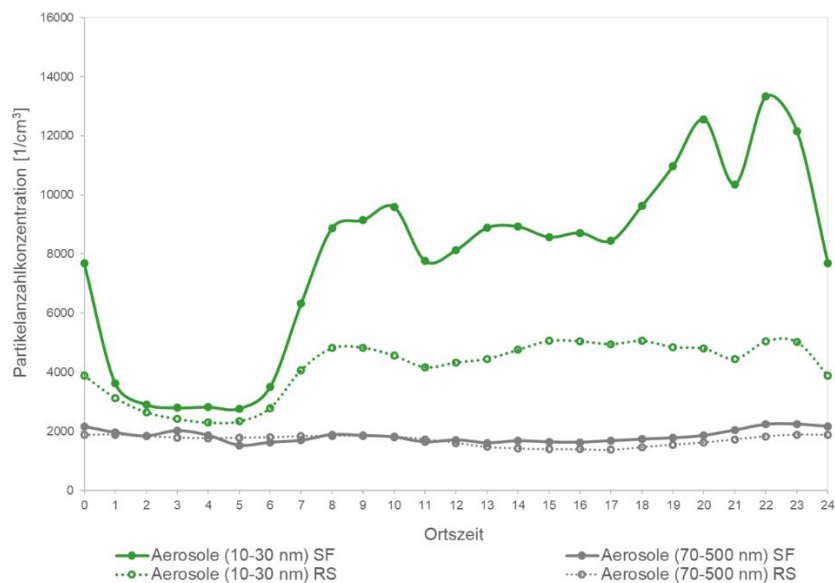


Abbildung 12: Mittlere Tagesgänge der Partikelanzahlkonzentrationen zw. 03.08.2020 bis 31.12.2022 (exkl. Juli-Dezember 2021, Messdatenausfall). Der Datenpunkt für den Stundenmittelwert ist jeweils auf das Ende der Stunde gesetzt. Für diese Abbildung sind nur Messwerte mit Windgeschwindigkeiten von ≥ 1 m/s herangezogen worden.

7.2.3 Ruß EC/BC

Ruß in PM₁₀

Ruß entsteht unter anderem durch unvollständige Verbrennungsprozesse. Quellen sind beispielsweise das Heizen mit Kohle oder Holz, aber auch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen in Dieselmotoren. Durch seine geringe Größe leistet Ruß einen eher niedrigen Massebeitrag von maximal 10 % in PM₁₀. Ein erhöhter Anteil von ca. 75 % liegt dagegen bei der Fraktion des PM₁ vor⁶.

Ruß besteht vor allem aus elementarem Kohlenstoff und absorbiert aufgrund seiner schwarzen Farbe Licht sehr gut. Diese beiden Eigenschaften machen sich die zwei vom LANUV verwendeten Messverfahren zur Bestimmung von Ruß zu Nutze. Beruht die Messung auf Lichtabsorption, so spricht man bei der ermittelten Messgröße von black carbon (BC) oder schwarzem Kohlenstoff. Wird Ruß dagegen über ein thermooptisches Verfahren bestimmt, wird die Messgröße als elementarer Kohlenstoff (EC) angegeben. Bei dieser thermooptischen Analyse steht die chemische Zusammensetzung von Ruß im Vordergrund. Für die Bestimmung von EC gibt es ein europaweit genormtes Verfahren (DIN EN 16909). Bei diesem Verfahren wird neben der Konzentration von EC auch die Konzentration von OC (organischer Kohlenstoff) gemessen. Dieser organische Kohlenstoff besteht aus sehr unterschiedlichen Komponenten, die sich je nach Quelle stark unterscheiden können.

EC und BC sind die wichtigen Größen in der Rußbestimmung. Sie sind nicht identisch. Es ist daher wichtig, bei der Angabe von Ruß zu berücksichtigen, wie dieser ermittelt wurde und was genau gemeint ist.

Die aktuellen Empfehlungen der WHO enthalten die Messung von Ruß als EC und BC. Ein Grenz- oder Zielwert ist nicht definiert. Mit Entscheidung der WHO aus dem Jahr 2012, ist Dieselruß als Karzinogen der Klasse 1 einzustufen⁷.

Im LANUV kommen sowohl das Referenzverfahren für die Bestimmung von EC und OC als auch Verfahren zur Bestimmung von BC zum Einsatz.

Ruß bestimmt als EC

Seit 2016 wird im LANUV elementarer Kohlenstoff (EC) nach dem europaweit genormten Verfahren DIN EN 16909 bestimmt. Es handelt sich um ein sehr aufwändiges Verfahren. In 2016 wurde zunächst an vier Stationen mit den Messungen begonnen, hierunter eine Industriestation, eine Hintergrundstation und zwei Verkehrsstationen. Das Programm wurde sukzessive ausgeweitet auf aktuell acht Stationen. Um den Jahresmittelwert zu bestimmen, ist es ausreichend, die Messung an jedem 6. Tag aus PM₁₀ durchzuführen.

Die Messergebnisse für EC finden sich in Tabelle 7.

⁶ [VDI-Statusreport Ruß in luftgetragendem Feinstaub - 2016-09; <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-statusreport-russ-in-luftgetragendem-feinstaub>]

⁷ [VDI-Statusreport Ruß in luftgetragendem Feinstaub - 2016-09; <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-statusreport-russ-in-luftgetragendem-feinstaub>]

Tabelle 7: EC Jahresmittelwerte 2016 – 2022

Stationen	Stationsart	Kürzel	EC (µg/m³)						
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bottrop-Welheim	Industrie	BOTT	1,2	1,2	1,1				
Bielefeld-Ost	Hintergrund	BIEL				0,6	0,5	0,5	
Dortmund-Eving	Hintergrund	DMD2							0,5
Essen-Schuir	Hintergrund	ELAN							0,3
Köln-Chorweiler	Hintergrund	CHOR					0,5	0,5	0,4
Soest-Ost	Hintergrund	SOES					0,3	0,3	0,2
Mülheim-Styrum	Hintergrund	STYR	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5
Nettetal-Kaldenkirchen	Urbane Bereiche	NETT							0,4
Düsseldorf Corneliusstraße	Verkehr	DDCS	1,6	1,5	1,3	1,1	0,8	0,9	0,7
Aachen Wilhelmstraße	Verkehr	VACW			1,1	1,0	0,8	0,8	
Duisburg Kardinal-Galen-Straße	Verkehr	VDUI	1,0	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	
Köln Turiner Straße	Verkehr	VKTU					0,6	0,6	0,5
Wuppertal Gathe	Verkehr	VWEL							0,8

An Verkehrsmessstellen sind die EC-Konzentrationen deutlich höher als im Hintergrund, z. B.: lag 2022 die EC-Konzentration an den Verkehrsstationen zwischen 0,5 und 0,8 µg/m³, an den Hintergrundstationen hingegen zwischen 0,2 und 0,5 µg/m³. Die Konzentrationen haben in den letzten Jahren abgenommen, in 2021 und 2022 stagnierten die Werte.

Ruß bestimmt als BC

Bei der Bestimmung von Ruß als black carbon wird die starke Lichtabsorption in verschiedenen Wellenlängenbereichen genutzt. Im nachfolgenden sind die BC-Werte für den infraroten Bereich (880 nm) angegeben. Die Messungen erfolgen mit Hilfe eines Aethalometers. Hierfür stehen sowohl online-Geräte zur Verfügung, mit denen auch Stundenmittelwerte bestimmt werden können, als auch ein offline-Gerät, welches die Tagesmittelwerte aus den Filterproben bestimmt.

Im Jahr 2022 wurde an insgesamt fünf Stellen black carbon (BC) online gemessen und an neun Stellen offline, siehe Tabelle 8. Parallele Messungen erfolgten an der Hintergrundstation in Mülheim-Styrum und an der Verkehrsstation in Duisburg Kardinal-Galen-Straße, mit guten Übereinstimmungen der Jahresmittelwerte.

Tabelle 8: BC (880 nm) Jahresmittelwerte 2022

Stationen	Stationsart	Kürzel	BC (880 nm) µg/m³	
			online	offline
Bottrop-Welheim	Industrie	BOTT	0,9	
Dortmund-Eving	Hintergrund	DMD2		0,8

Stationen	Stationsart	Kürzel	BC (880 nm) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
			online	offline
Essen-Schuir	Hintergrund	ELAN		0,7
Köln-Chorweiler	Hintergrund	CHOR		0,7
Duisburg (Rheinhafen)	Hintergrund	DURH	0,9	
Düsseldorf-Lohausen	Hintergrund	DLO2	0,8	
Soest-Ost	Hintergrund	SOES		0,5
Mülheim-Styrum	Hintergrund	STYR	0,8	0,8
Nettetal-Kaldenkirchen	Urbane Bereiche	NETT		0,7
Düsseldorf Corneliusstraße	Verkehr	DDCS		1,1
Duisburg Kardinal-Galen-Straße	Verkehr	VDUI	1,0	
Köln Turiner Straße	Verkehr	VKTU		0,9
Wuppertal Gathe	Verkehr	VWEL		1,2

An Verkehrsmessstellen sind die BC-Konzentrationen höher als im Hintergrund, z. B. lag 2022 die BC-Konzentration an den Verkehrsstationen zwischen 0,9 und 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, an den Hintergrundstationen hingegen zwischen 0,5 und 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.2.4 Inhaltsstoffe in PM_{10}

Im Rahmen seiner Untersuchungen zur Luftqualität analysiert das LANUV Feinstäube auch auf gesundheitsschädliche Inhaltsstoffe. Dies erfolgte 2022 an 14 Standorten auf Schwermetalle und seine Verbindungen sowie an 20 Standorten auf Benzo[a]pyren.

Die Konzentrationen von **Metallen im PM_{10}** in NRW sind an Hintergrundmessstellen als gering einzustufen. Typische Konzentrationen im städtischen Hintergrund sind 0,01 bis 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Blei, 0,4 bis 0,7 ng/m^3 für Arsen, 0,1 bis 0,2 ng/m^3 für Cadmium und 1,1 bis 1,8 ng/m^3 für Nickel. Da NRW ein Zentrum der Metallindustrie in Deutschland ist, werden an industriell geprägten Messstellen verhältnismäßig hohe Konzentrationen der gesundheitsrelevanten Metalle gemessen:

Der höchste Jahresmittelwert für Arsen wurde mit 3,6 ng/m^3 2022 in Lünen im Umfeld einer Metallrecycling-Anlage gemessen. Der höchste Jahresmittelwert für Cadmium wurde mit 1,1 ng/m^3 in der Umgebung der Bleihütte in Stolberg gemessen. Dieser Wert ist zwar deutlich niedriger als im Vorjahr. Die Produktion hatte nach der Stilllegung der Anlage in Folge des Hochwassers 2021 allerdings noch nicht wieder begonnen.

Die Nickelkonzentrationen liegen in der Umgebung des Edelstahlwerks in Witten (9,2 ng/m^3 , Messpunkt WIM3) und in Duisburg Untermeiderich in der Nähe mehrerer Brammenschleifereien (6 ng/m^3 , Messpunkt DUUM) über der Hintergrundkonzentration. Hier wurde auch mit 0,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ die höchste Bleikonzentration in NRW gemessen. Ursache hierfür ist ein Stahlwerk, in dem bleihaltiger Stahl produziert wird.

Die europaweiten Grenz- und Zielwerte für metallische Inhaltsstoffe im Feinstaub PM_{10} (Verbindungen von Blei, Arsen, Kadmium und Nickel) wurden wie im Vorjahr landesweit eingehalten.

In der Umgebung von Edelstahlwerken ist auch die Konzentration von Chrom höher als die Hintergrundkonzentration; sie beträgt in der Umgebung des Edelstahlwerks in Witten 34,7 ng/m³ (WIM3). An einem Werk zur Herstellung von Ferrochrom in Eschweiler beträgt die Chromkonzentration 61,7 ng/m³ (ESWE). Auch an stark befahrenen Straßen sind die Konzentrationen von Chrom, wenn auch in geringerem Maß, höher als die Hintergrundkonzentration (Düsseldorf-Corneliusstraße: 10,2 ng/m³). Für Chrom existiert kein Grenzwert; für das krebserregende Chromat VI (Verbindungen des „sechswertigen“ Chroms) existiert ein Orientierungswert von 1,7 ng/m³. Für Edelstahlwerke wurden Untersuchungen durchgeführt, nach denen dort weniger als 5 % des Gesamtchroms als Chromat VI vorliegen. Über den Anteil des sechswertigen Chroms am Gesamtchrom liegen für andere Anlagen keine Erfahrungen vor.

An der Messstation Duisburg-Ehingen, in der Umgebung einer Kokerei, wurde der Zielwert für **Benzo[a]pyren als Leitkomponente für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)** mit 1,4 ng/m³ (gerundet gemäß den gesetzlichen Vorgaben auf 1 ng/m³) nur knapp eingehalten. Im Vergleich zu 2021 hat sich der Wert mehr als verdoppelt. In Abbildung 13 ist der Verlauf der BaP-Tagesmittelwerte in PM₁₀ für das Jahr 2022 aufgetragen. Es zeigt sich, dass insbesondere im Zeitraum Februar/März sehr hohe Tagesmittelwerte mit bis zu 56 ng/m³ auftraten. Erste Maßnahmen zur Minderung der PAK-Emissionen wurden von Seiten der Kokerei umgesetzt. Der Betreiber hat einen Maßnahmenplan entwickelt, der mit der BR abgestimmt wurde.

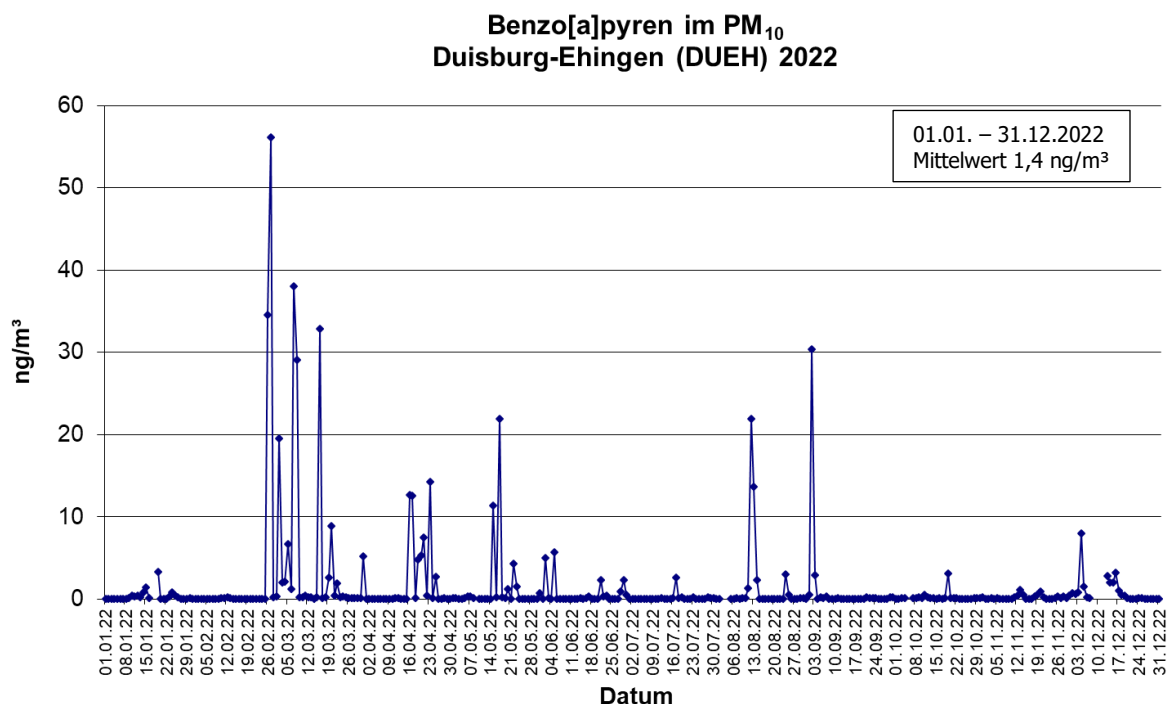


Abbildung 13: Verlauf der Konzentration von BaP in PM₁₀ im Tagesmittel an der Messstation in Duisburg-Ehingen.

Neben der Kokerei in Duisburg-Ehingen gibt es in NRW noch zwei Kokereien: eine weitere in Duisburg und eine in Bottrop. Auch im Umfeld dieser beiden Kokereien wurden 2022 die Jahresmittelwerte für BaP erfasst. In Duisburg-Marxloh (DUM2) lag der BaP-Jahresmittelwert

bei $0,3 \text{ ng/m}^3$. In Bottrop (BOTT) lag die BaP-Konzentration bei $0,7 \text{ ng/m}^3$. Damit wird in Bottrop der Zielwert für BaP das dritte Jahr in Folge eingehalten.

An Messorten im städtischen Hintergrund waren die Konzentrationen von Benzo[a]pyren mit $0,01$ bis $0,2 \text{ ng/m}^3$ deutlich geringer, an der ländlichen Station in Simmerath war die Belastung durch Benzo[a]pyren mit $0,02 \text{ ng/m}^3$ nochmals eine Größenordnung niedriger. Benzo[a]pyren wird abseits von industriellen Quellen vor allem durch Heizen mit Kohle und Holz, in geringerem Ausmaß durch den Straßenverkehr, hier vor allem durch Dieselfahrzeuge, freigesetzt.

Der europaweite Zielwert für BaP im Feinstaub PM_{10} wurde wie im Vorjahr landesweit eingehalten.

7.2.5 $\text{PM}_{2,5}$

Die Konzentration der Feinstaubfraktion $\text{PM}_{2,5}$ ⁸ unterliegt ebenfalls europaweit gültigen Grenzwerten und wurde in NRW im Jahr 2022 an 44 Probenahmestellen – mit ausreichender Datenverfügbarkeit – ermittelt. Abbildung 14 zeigt alle landesweiten Probenahmestellen zur Bestimmung von Feinstaub- $\text{PM}_{2,5}$.

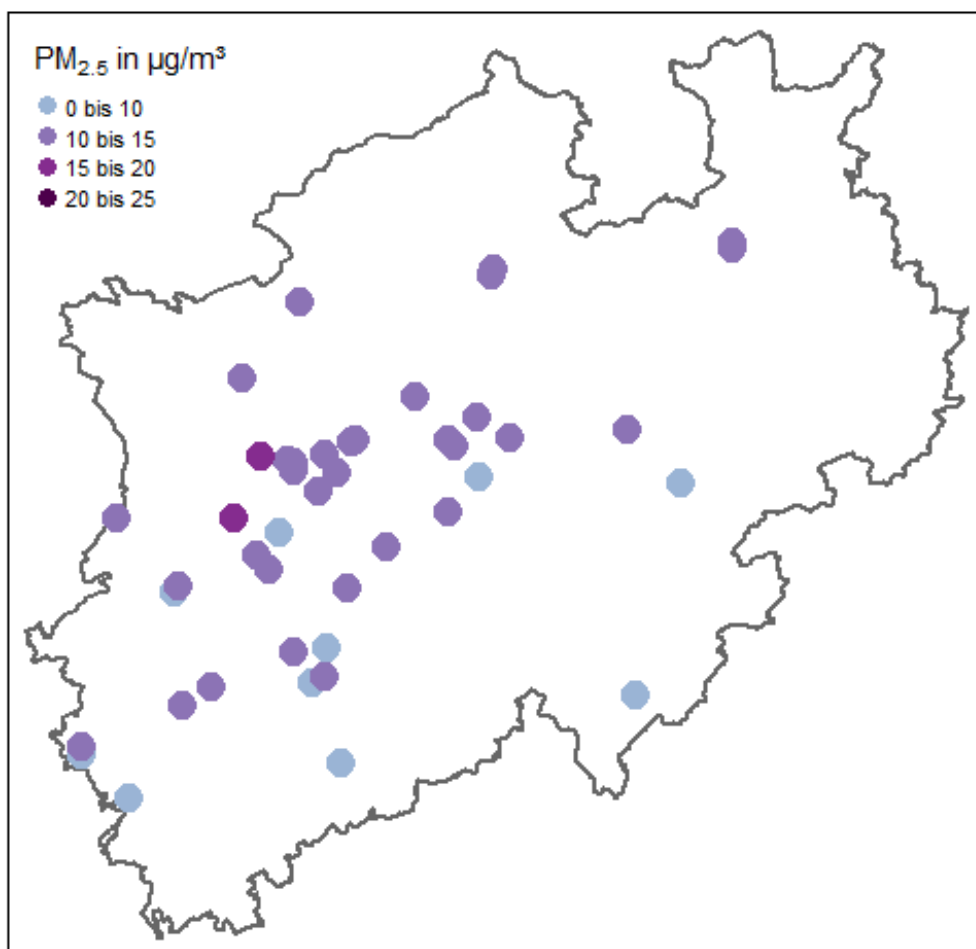


Abbildung 14: Messnetz für $\text{PM}_{2,5}$ 2022: Probenahmestellen für Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$ in NRW, farblich abgestuft die Höhe des in 2022 gemessenen $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresmittelwertes.

⁸ Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser unter 2,5 Mikrometern

Im Jahr 2022 wurde der Grenzwert von 25 µg/m³ an allen NRW-Messstationen mit Jahresmittelwerten zwischen 6 (Netphen Rothaargebirge (ROTH)) und 15 µg/m³ (Duisburg-Bruckhausen (DUB2)) sicher eingehalten (s. Abbildung 15). Ähnlich wie bei den PM₁₀-Jahresmittelwerten ist auch in der kleineren Feinstaubfraktion PM_{2,5} durchschnittlich keine Abnahme der Jahresmittelwerte im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen.

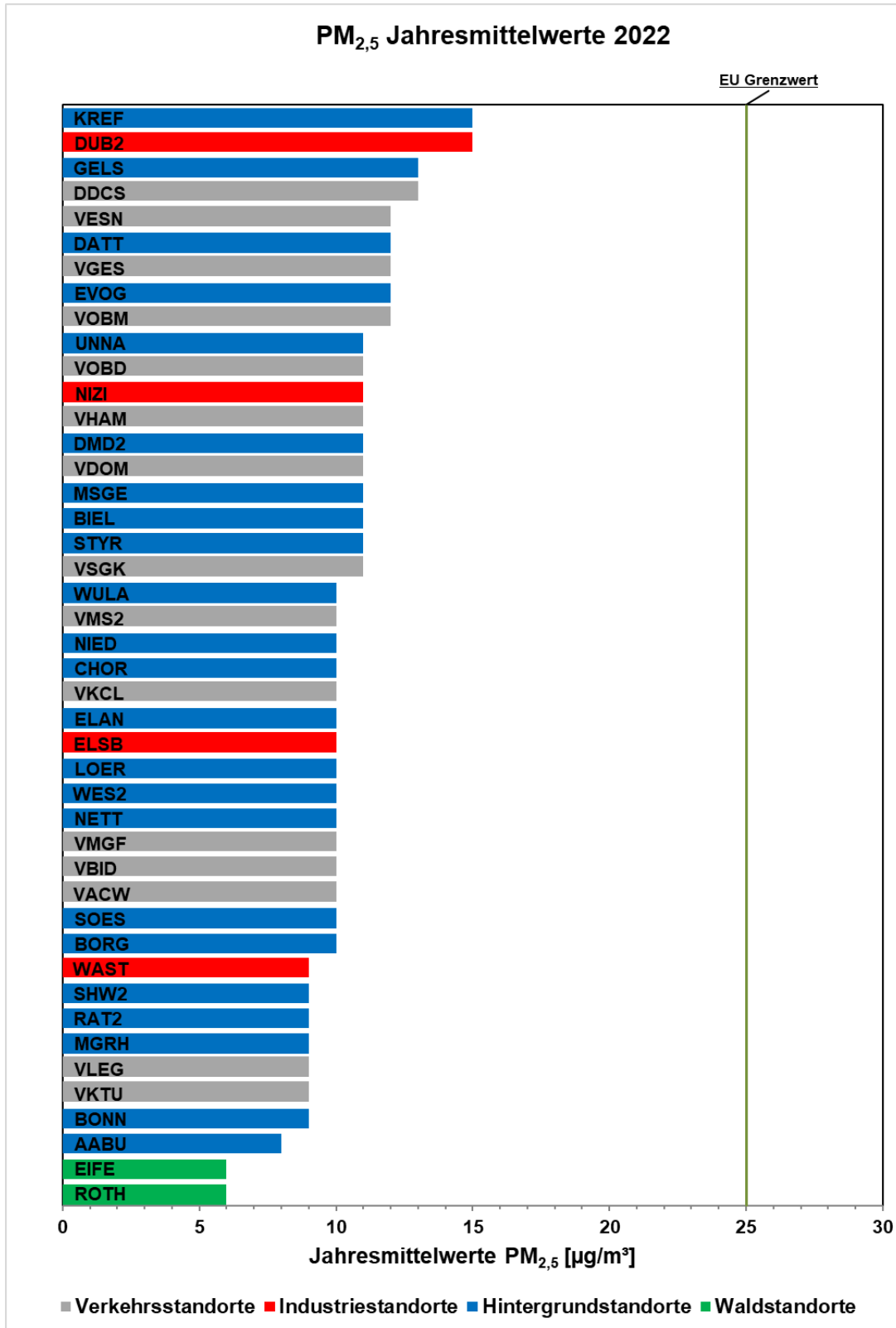


Abbildung 15: PM_{2,5}-Jahresmittelwerte in NRW 2022, der gültige Grenzwert als senkrechte grüne Linie.

8 Weitere Luftschadstoffe

8.1 Schwefeldioxid

Die Schwefeldioxidbelastung in NRW wurde im Jahr 2022 an 6 Probenahmestellen erfasst. Die Belastung schwankt ähnlich den Vorjahren zwischen $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Datteln-Hagem und Duisburg-Buchholz und $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Duisburg-Bruckhausen. Der Grenzwert für das Jahresmittel liegt nach der TA Luft bei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und wird seit Ende der 1980er Jahre sicher eingehalten.

Bei den kurzfristigen Spitzenwerten (Stundenmittelwerte und Tagesmittelwerte mit anzahlmäßig begrenzter Zulassung von Überschreitungen) wurden für das Jahr 2022 keine Überschreitung des 1h-Wertes von $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an einer der Messstellen festgestellt (24 sind zulässig, siehe Tabelle 2). Beim Tagesmittelwert wurde keine Grenzwertüberschreitung ermittelt.

8.2 Benzol

Die Belastungssituation der Luft durch Benzol wurde im Jahr 2022 vom LANUV an 31 Probenahmestellen gemessen. Die Anzahl der Probenahmestellen hat sich im Vergleich zum Vorjahr nicht geändert. Von den Probenahmestellen entfallen 18 auf Messungen an Verkehrsstationen, 10 auf verursacherbezogene Messungen im Umfeld von Industrieanlagen, daneben gibt es 2 Hintergrundstationen sowie eine Waldstation.

Quellen für Benzol sind in NRW vor allem industrielle Anlagen wie Kokereien oder Raffinerien sowie der Verkehr. Die Probenahme von Benzol und seinen Derivaten aus der Außenluft erfolgt entweder über eine aktive Probenahme mittels Pumpe an Aktivkohle oder alternativ rein diffusionsgesteuert über Passivsammler. Die aktive Probenahme stellt das Referenzverfahren dar. Aus diesem Grund muss bei der Nutzung von Passivsammlern die Äquivalenz dieser Methode zum Referenzverfahren nachgewiesen werden. In jedem Messjahr werden seit 2002 an 3 bis 8 Stationen Parallelmessungen von Referenzmethode und Passivsammlermethode durchgeführt. Der aktuelle Nachweis der Äquivalenz ist im Fachbericht 132 veröffentlicht (https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_132.pdf).

Für das krebserregende Benzol ist in der 39. BImSchV ein Grenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahresmittel festgesetzt. Dieser Grenzwert wurde im Jahr 2022 an keinem Messpunkt in NRW überschritten. Die Spanne der Jahresmittelwerte reicht von $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Waldstation in der Eifel bis zu $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an einem industriebezogenen Messpunkt in Bottrop. Allgemein wurden im Jahr die höchsten Benzolkonzentrationen im Umfeld der Kokerei in Bottrop und Raffinerien in Castrop-Rauxel, Gelsenkirchen und Köln bestimmt (s. Abbildung 16).

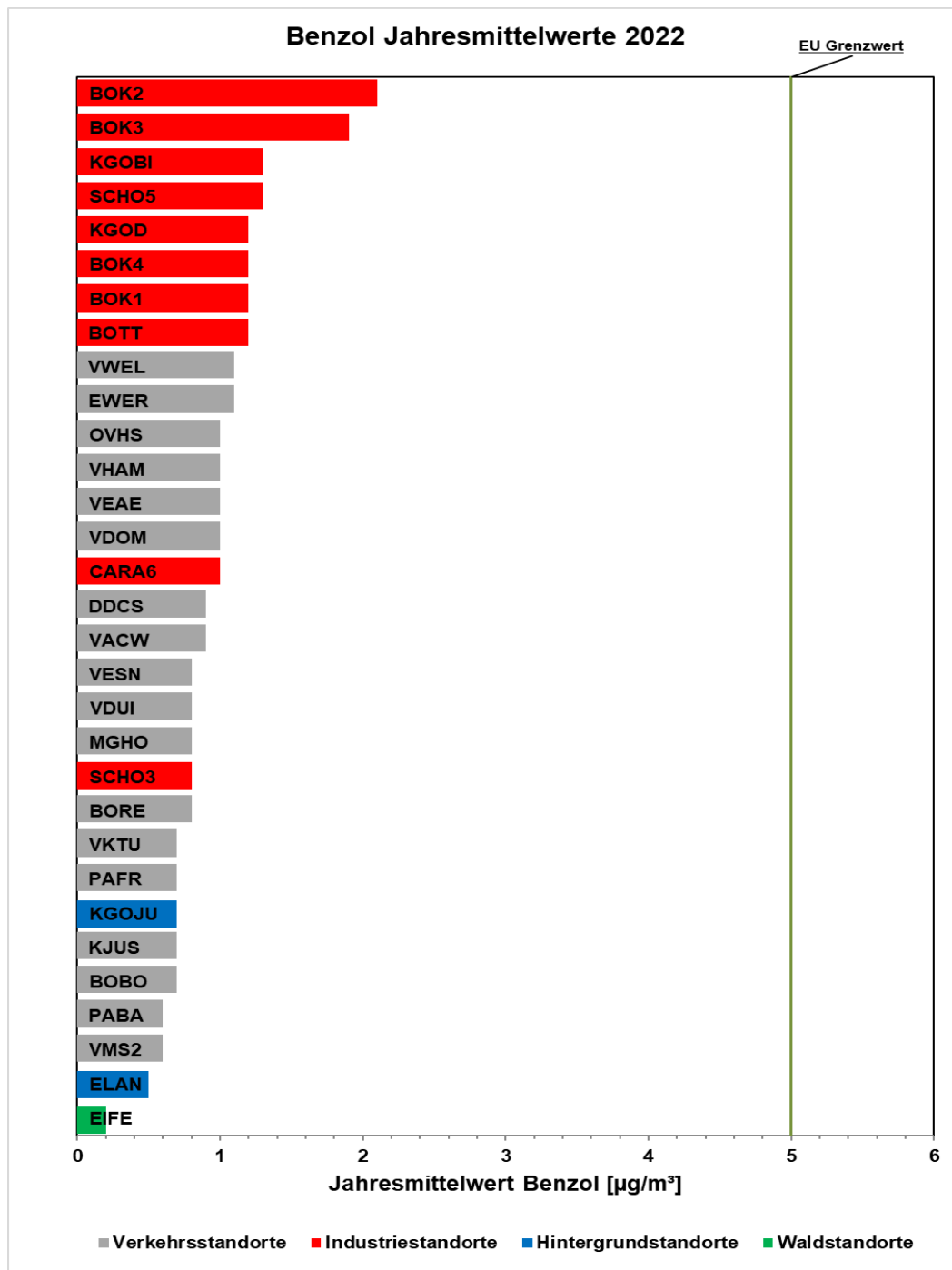


Abbildung 16: Jahresmittelwerte von Benzol in der Umgebungsluft im NRW 2022. Die senkrechte Linie stellt den in der EU gültigen Grenzwert von 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dar.

Auch im vorherigen Jahr wurden in Bottrop im Umfeld der Kokerei die höchsten Werte für Benzol in der Umgebungsluft gemessen, es ist jedoch ein leichter Rückgang von 2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zu verzeichnen. Für sämtliche Industriestandorte wurden in den vergangenen 25 Jahren Maßnahmen zur Minderung der Emissionen durch die jeweiligen Bezirksregierungen veranlasst. Es ist davon auszugehen, dass diese Maßnahmen dazu beigetragen haben, dass an allen Messstationen in Industrieumgebungen ein abnehmender Trend zu verzeichnen war. Mittlerweile stagnieren die Messwerte mitunter um einen Bereich, der dennoch stabil unter dem EU-Grenzwert liegt (vgl. Abbildung 17). Aus diesem Grund konnten die Messungen an einigen Orten, an denen über Jahre stetig der Grenzwert

eingehalten wurde und wird, mittlerweile eingestellt werden oder werden zukünftig eingestellt. Ab 2023 werden an dem Messort BOK1 keine Messungen mehr durchgeführt, da hier seit 2005 die niedrigsten Werte für Benzol in Umgebung der Kokerei in Bottrop vorliegen (s. Abbildung 17).

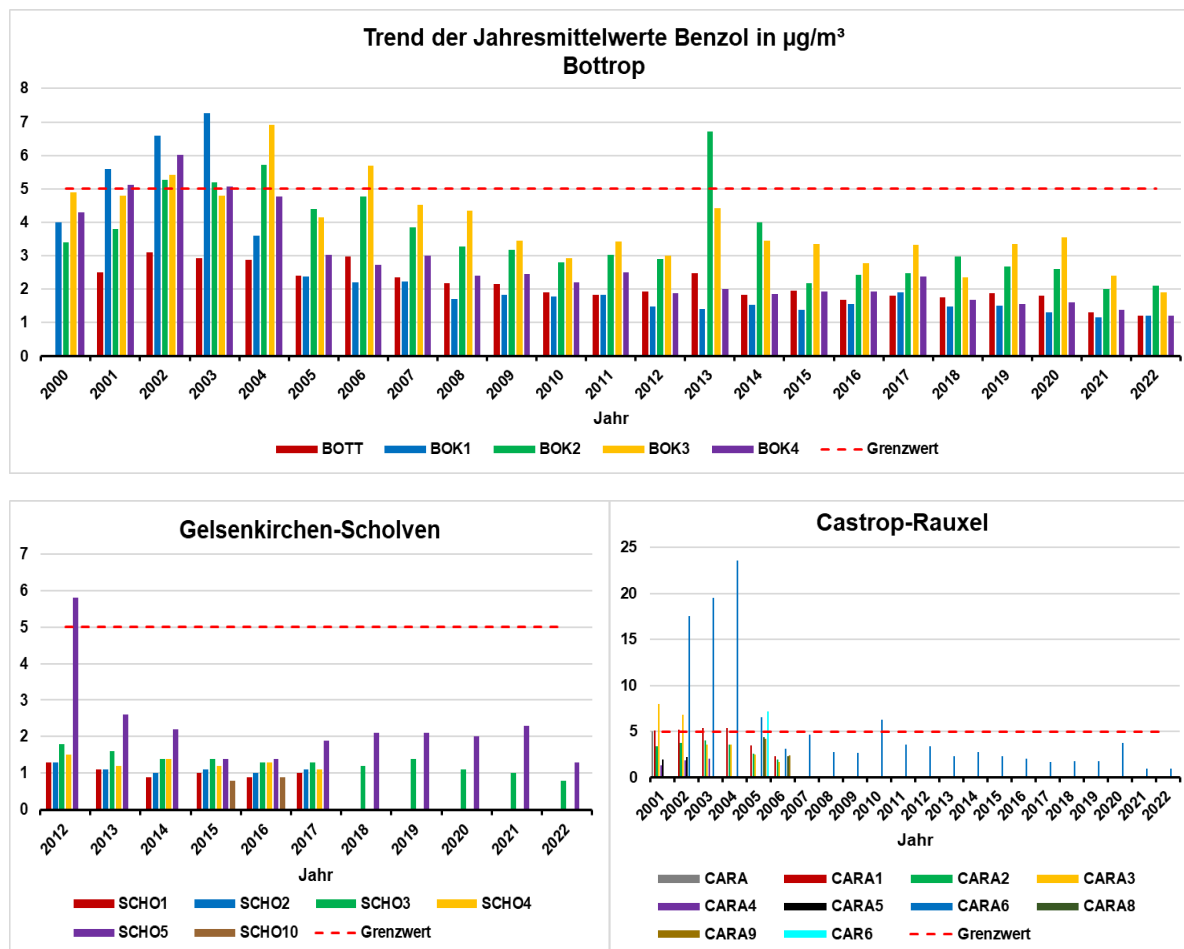


Abbildung 17: Trend der Konzentrationen von Benzol in der Außenluft als Jahresmittelwert bestimmt an verschiedenen Stationen. Oben: in Bottrop-Welheim rund um die Kokerei Prosper. Die Probenahme erfolgte teilweise aktiv (BOTT), teilweise mit Passivsammlern (BOK1, BOK2, BOK3, BOK4). Unten links: in Gelsenkirchen-Scholven. Die Probenahme erfolgte ausschließlich mit Passivsammlern (SCHO1-SCHO10). Unten rechts: in Castrop-Rauxel. Die Probenahme erfolgte teilweise aktiv (CARA, CAR6), teilweise mit Passivsammlern (CARA1-CAR9).

8.3 Ozon

Bei den Ozonmessungen 2022 wurde an den insgesamt 27 Messstationen an 7 Tagen (Vorjahr: 3 Tage) der Informationsschwellenwert von 180 µg/m³ (1-Stunden-Mittelwert an mindestens einer Station pro Tag) überschritten. Für den Alarmwert von 240 µg/m³ (1-h-Wert) für bodennahes Ozon wurde in 2022 wie im Vorjahr keine Überschreitung ermittelt. Abbildung 18 zeigt alle landesweiten Probenahmestellen zur Bestimmung von Ozon.

An allen Stationen wurde der Wert von 120 µg/m³ als 8-Stunden-Mittelwert überschritten, d.h. das langfristige Ziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon wurde, wie auch in den Vorjahren, nicht eingehalten. An durchschnittlich 19 Tagen pro Station überschritt im Jahr 2022 der höchste 8-Stunden-Mittelwert eines Tages den Wert von 120 µg/m³.

Für den Zielwert zum Schutz der Gesundheit wird ein 3-Jahres-Zeitraum betrachtet: Im Mittel darf nur an 25 Tagen der Wert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im 8-Stundenmittel überschritten werden. Im Mittelungszeitraum 2020 bis 2022 überschritt keine Station diesen Wert an mehr als 25 Tagen. Das ist nochmal weniger als im Vorjahreszeitraum (1 Station bzw. 4 %).

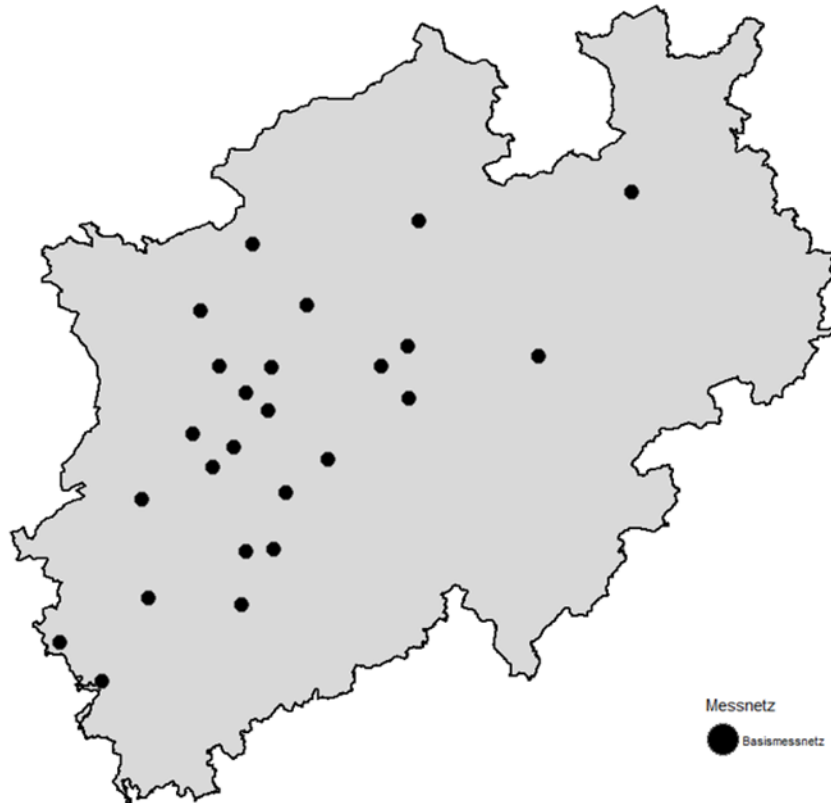


Abbildung 18: Messnetz für Ozon 2022: Probenahmestellen des Messnetz für Ozon verteilt in NRW.

9 Qualitätssicherung

Im Jahr 2000 war das LANUV (ehemals LUA) eine der ersten Einrichtungen in Europa, die gemäß der neuen internationalen Norm "Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien ([DIN EN ISO/IEC 17025](#))" für Luft-Immissionsmessungen begutachtet und akkreditiert wurde.

Darüber hinaus verfügt das LANUV seit 2011 auch über eine Akkreditierung für die Durchführung von Eignungsprüfungen in Form von Ringversuchen im Bereich Luft nach der Norm [DIN EN ISO/EC 17043:2010](#).

9.1 Datenverfügbarkeit

Damit Messergebnisse verwendet werden können, sind in der Luftqualitätsrichtlinie für alle Schadstoffe auch Kriterien für die Datenverfügbarkeit festgelegt. Im Jahr 2022 war dieses Kriterium – bis auf 3 Ausnahmen - bei allen Messergebnissen des LANUV erfüllt.

9.2 Ringversuche

Bei den Immissionsmessungen sind ein hoher, gleichbleibender Qualitätsstandard sowie die Vergleichbarkeit der gemessenen Werte von großer Bedeutung. Zur Qualitätssicherung sind daher geeignete Verfahren und Messgeräte festgelegt worden. Ergänzende Maßnahmen sind laborinterne Kontrollen und die Teilnahme an Vergleichsmessungen (Ringversuchen).

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) ist - im Rahmen der Umsetzung der EU-Luftqualitätsrichtlinien - Nationales Referenzlabor und veranstaltet Ringversuche sowohl für die Messnetze der Bundesländer (mit internationaler Beteiligung aus den Niederlanden und Luxemburg) als auch für nach BImSchG bekannt gegebene Messstellen.

In 2022 fanden Ringversuche für die anorganischen Gase und Benzol sowohl für die Messnetze der Bundesländer als auch für die nach BImSchG bekannt gegebene Messstellen statt.

Darüber hinaus wurde ein Ringversuch für NO₂-Passivsammler durchgeführt. Nach Auswertung werden die Ergebnisse als LANUV-Fachbericht veröffentlicht.

9.3 Referenzverfahren/Äquivalenzbericht

In der Luftqualitätsrichtlinie sind für die Messung der Schadstoffe Referenzverfahren festgelegt. Gleichzeitig sind in der Richtlinie Ausnahmen vorgesehen. So fordert die Richtlinie z. B., dass über die Feinstaubkonzentration zeitnah am besten stündlich aktualisiert berichtet wird. Das ist mit dem Referenzverfahren aber nicht möglich, da dieses Verfahren Probenahme, Konditionierung der Filter und Wägung im Labor vorschreibt. Daher müssen in der Feinstaubmessung auch automatisierte Messverfahren eingesetzt werden.

Um auch für Nicht-Referenzverfahren eine Vergleichbarkeit zu schaffen, fordert die Richtlinie den Nachweis der Gleichwertigkeit. Hierzu gibt es einen Leitfaden. Gleichzeitig ist zum Beispiel in der Norm für die automatisierten PM-Messgeräte das Vorgehen festgelegt. Der Nachweis der Gleichwertigkeit ist in einem Äquivalenzbericht zu dokumentieren.

Im LANUV müssen solche Äquivalenzberichte für die Passivsammlermessungen von Stickstoffdioxid⁹ und Benzol sowie für die geforderte Bestimmung von Feinstaub mit automatisierten Messverfahren¹⁰ erstellt werden.

9

https://www.lanuv.nrw.de/landesamt/veroeffentlichungen/publikationen/fachberichte?tx_cartproducts_products%5Bproduct%5D=1059&cHash=b47bc36674284ea7922d590a4bc1a1ad

10

https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/pdf/%C3%84aquivalenztest_und_Faktorenbestimmung_2022.pdf