

LAND BRANDENBURG

Profilmessungen mit NO_2-Passivsammlern in Cottbus (2023 – 2024)

LfU Landesamt für Umwelt

Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz

Impressum

Herausgeber
Landesregierung Brandenburg
Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft,
Umwelt und Verbraucherschutz (MLEUV)
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Henning-von-Tresckow-Straße 2–13, Haus S
14467 Potsdam
Telefon: +49 (0)331 866-7237
E-Mail: bestellung@mleuv.brandenburg.de
Internet: mleuv.brandenburg.de

Redaktion
Abteilung Technischer Umweltschutz
Luftqualität, Fachinformationssysteme
anlagenbezogener Immissionsschutz
Ortsteil Groß Glienicke | Seeburger Chaussee 2 |
14476 Potsdam
Telefon: 033201 442-0
E-Mail: infoline@lfu.brandenburg.de
Internet: lfu.brandenburg.de

Stand
September 2025

Gestaltung
Satzweiss.com Print Web Software GmbH

Bildrechte
Alle Fotos: © Luftgütemessnetz Brandenburg

Diese Veröffentlichung ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf nicht für Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Broschüre dem Empfänger zugegangen ist, darf sie, auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl, nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis **4**

Abbildungsverzeichnis **5**

Tabellenverzeichnis **6**

1 Einleitung **7**
1.1 Hintergrund 7
1.2 Ziele der Messkampagne 8

2 Standortbeschreibung **9**
2.1 Messstelle MP 01, Karl-Marx-Straße 15 11
2.2 Messstelle MP 02, Karl-Marx-Straße 13 11
2.3 Messstelle MP 03, Straße der Jugend 113 12
2.4 Messstelle MP 05, Karl-Liebknecht-Straße 13 12
2.5 Messstelle MP 06, Wilhelmstraße 18 13
2.6 Messstelle MP 07/17, Bahnhofstraße 56 A 13
2.7 Messstelle MP 08/18, Gartenstraße 8 14
2.8 Messstelle MP 09, Madlower Hauptstraße 48 14
2.9 Messstelle MP 10, Alte Poststraße 18 15
2.10 Messstelle MP 11, Zimmerstraße 2 15
2.11 Messstelle MP 12, Franz-Mehring-Straße 12 16

3 Methodik **17**
3.1 Beschreibung der Probenahme mit Passivsammlern und der anschließenden Laboranalyse 17
3.2 Datenaufbereitung 18
3.3 Repräsentativitätsanalyse 18
3.4 Qualitätssicherung der Ergebnisse der NO_2-Passivsammler 18
3.5 Modellierung der Luftschadstoffkonzentration 19

4 Ergebnisse der Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern im Jahr 2023 in Cottbus **20**

5 Repräsentativitätsanalyse **22**
5.1 Messpunkt MP 07 22
5.2 Messpunkt MP 08 23
5.3 Interpretation der Repräsentativitätsanalyse 24

6 Weiterführende Betrachtungen **25**
6.1 Vergleich von Messung und Modellierung 25
6.2 Vergleich von Messergebnissen der NO_2-Passivsammler und der Referenzmethode für NO_2 26
6.3 Fortführung der Profilmessung an ausgewählten Standorten in 2024 28

7 Fazit **30**

Quellen **31**

Abkürzungsverzeichnis

°	Grad (geografisch)
‘	Minute (geografisch)
“	Sekunde (geografisch)
AG	Aktiengesellschaft
39. BImSchV	39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
DEBBXXX	Stationscode einer Luftgütemessstelle im Land Brandenburg
EU	Europäische Union
IEC	International Electrotechnical Commission (Internationale Elektrotechnische Kommission)
ImSchZV	Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung
ISO	International Organization for Standardization (Internationale Organisation für Normung)
Kfz	Kraftfahrzeug
LANUV/LANUK	ehemals: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, jetzt: Landesamt für Natur, Umwelt und Klima Nordrhein-Westfalen
LfU	Landesamt für Umwelt Brandenburg
m	Meter
MP	Messpunkt
µg/m^3	Mikrogramm pro Kubikmeter
NO_2	Stickstoffdioxid
R^2	Bestimmtheitsmaß
RL	Richtlinie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte der Messstellen der Profilmessung in Cottbus im Jahr 2023 (die im Jahr 2024 fortgeführten Messstellen sind mit * markiert) 9

Abbildung 2: Ansicht auf die Messstelle MP 01, Karl-Marx-Straße 15 11

Abbildung 3: Ansicht auf die Messstelle MP 02, Karl-Marx-Straße 13 11

Abbildung 4: Ansicht auf die Messstelle MP 03, Straße der Jugend 113 12

Abbildung 5: Ansicht auf die Messstelle 05, Karl-Liebknecht-Straße 13 12

Abbildung 6: Ansicht auf die Messstelle 06, Wilhelmstraße 18 13

Abbildung 7: Ansicht auf die Messstelle MP 07/17, Bahnhofstraße 56 A am Messcontainer DEBB044 13

Abbildung 8: Ansicht auf die Messstelle MP 08/18; Gartenstraße 8 am Messcontainer DEBB064 14

Abbildung 9: Ansicht auf die Messstelle MP 09, Madlower Hauptstraße 48 im Stadtteil Madlow 14

Abbildung 10: Ansicht auf die Messstelle MP 10, Alte Poststraße 18 im Stadtteil Madlow 15

Abbildung 11: Ansicht auf die Messstelle MP 11, Zimmerstraße 2 15

Abbildung 12: Ansicht auf die Messstelle MP 12, Franz-Mehring-Straße 12 16

Abbildung 13: Passivsammler-Messequipment (Fa. Passam). Von links nach rechts: Aufnahme eines Proben-Schutzbehälters, eines NO_2-Passivsammlers und Nahaufnahme der zugehörigen Glasfritte 17

Abbildung 14: Ergebnisse (Rohwerte) der Profilmessung im Jahr 2023 20

Abbildung 15: NO_2-Monatsmittelwerte der verschiedenen Messpunkte der Profilmessung und des Referenzverfahrens (DEBB064, DEBB044) im Jahr 2023 21

Abbildung 16: NO_2-Jahresmittelwerte der verschiedenen Messpunkte für das Jahr 2023 inkl. Referenzverfahren (DEBB064, DEBB044); Schraffierter Balken: Datenverfügbarkeit < 90 % 21

Abbildung 17: Vergleich der Modellwerte 2018 und 2023 mit den Passivsammler-Messwerten 2023 (PS) und den Messwerten der kontinuierlichen Messung mit Referenzverfahren 2023 (Ref); Schraffierter Balken: Datenverfügbarkeit < 90 % 25

Abbildung 18: Streudiagramm der Konzentrationen der Messpunkte MP 07 und MP 17 mit dem Referenzverfahren (DEBB044); linke Seite: MP 07; rechte Seite: MP 17; Dargestellt werden auch die Kennzahlen der linearen Regression 26

Abbildung 19: Streudiagramm der Konzentrationen der Messpunkte MP 08und MP 18 mit dem Referenzverfahren (DEBB064); linke Seite: MP 08; rechte Seite: MP 18; Dargestellt werden auch die Kennzahlen der linearen Regression 27

Abbildung 20: Streudiagramm aller bisherigen Profilmessungen mit NO_2-Passivsammlern, die einen Vergleich zwischen NO_2-Passivsammler und Referenzverfahren beinhalten. 27

Abbildung 21: NO_2-Monatsmittelwerte der fortgeführten Messpunkte der Profilmessung und des Referenzverfahrens (DEBB044) im Jahr 2024 28

Abbildung 22: NO_2-Jahresmittelwerte der fortgeführten Messpunkte der Profilmessung und des Referenzverfahrens (DEBB044) im Jahr 2024; Schraffierter Balken: Datenverfügbarkeit < 90 % 29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Standortdokumentation der Messpunkte/Messstellen der Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Cottbus 10

Tabelle 2: Ergebnisse der Repräsentativitätsanalyse für den Messpunkt MP 07 22

Tabelle 3: Ergebnisse der Repräsentativitätsanalyse für den Messpunkt MP 08 23

1 Einleitung

Die in der Atmosphäre vorkommenden Stickoxide sind sowohl natürlichen Ursprungs also auch durch menschlichen Einfluss verursacht. Der Großteil der anthropogenen Stickoxide stammt aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe, zum Beispiel aus Industrie und Verkehr. Bei dieser Verbrennung entsteht überwiegend Stickstoffmonoxid, welches in der Atmosphäre zu Stickstoffdioxid umgewandelt wird. Zusammen mit anderen flüchtigen organischen Verbindungen können aber auch andere Stickstoffverbindungen entstehen, wie zum Beispiel Salpetersäure und Ammoniak. Einige dieser Verbindungen, wie Stickstoffdioxid, kann die Atmungsorgane reizen oder gar schädigen und hat somit negative Effekte auf die Lungenfunktion. Salpetersäure kann zur Übersäuerung der Böden und Gewässer beitragen und Ammoniak kann empfindliche Ökosysteme stören. Die Immissionsbelastung mit Stickoxiden und Stickstoffdioxid ist daher Bestandteil umweltrechtlicher Regulierung in Europa und somit auch in Deutschland. Hierzu gehört auch der Betrieb von ortsfesten Messstationen zur Überwachung der gesetzlichen Grenzwerte für Luftschadstoffe an bestimmten Stellen im Land. Der EU-weite Grenzwert für die NO_2-Konzentration in der Außenluft beträgt 40 µg/m^3, bezogen auf den Jahresmittelwert.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Cottbus im Jahr 2023 und die Fortführung ausgewählter Standorte im Jahr 2024. Derartige Sondermesskampagnen führen wir in Brandenburg regelmäßig zur Standortvalidierung der bestehenden ortsfesten Messungen durch [1], [2], [3], [4], [5], [6]. Im Sinne dieses Berichtes bedeutet der Begriff Profilmessung die temporäre Messung an mehreren Messstellen in geringer räumlicher Distanz. Eine Profilmessung verfolgt damit auch den Zweck, die kleinräumige Verteilung der NO_2-Konzentration, beispielsweise innerhalb eines Straßenzuges, abzubilden. Sofern im Untersuchungsgebiet eine ortsfeste Messstation steht, kann dadurch die Eignung ihres Standortes überprüft werden.

1.1 Hintergrund

Das Landesamt für Umwelt (LfU) betreibt, als zuständige Behörde für den Immissionsschutz in Brandenburg (§1 ImSchZV [7]), das landesweite Luftgütemessnetz in Umsetzung der Europäischen Richtlinie (RL) über Luftqualität und saubere Luft für Europa (2008/50/EG, [8]) sowie deren Änderung in Richtlinie (EU) 2015/1480 [9]. Die dortigen Vorgaben werden mit der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [10] in deutsches Recht umgesetzt. Die novellierte Luftqualitätsrichtlinie vom 23. Oktober 2024 RL (EU) 2024/2881 [11] löst die bisherige EU-Luftqualitätsrichtlinie ab und senkt die Grenzwerte der wichtigsten Luftschadstoffe. Die neuen Grenzwerte müssen allerdings erst ab dem Jahr 2030 verbindlich eingehalten werden. Die Richtlinie selbst muss bis zum 11. Dezember 2026 in nationales Recht umgesetzt werden, was in erster Linie mittels einer Novellierung der 39. BImSchV erfolgen wird.

Damit Luftqualitätsdaten unterschiedlicher EU-Mitgliedsstaaten miteinander vergleichbar sind und eine konforme Bewertung hinsichtlich der einheitlichen Leit-, Ziel- und Grenzwerte möglich ist, sind für die Beurteilung umfangreiche und mitunter detaillierte gesetzliche Anforderungen zu erfüllen.

Gemäß § 11 der 39. BImSchV teilt die zuständige Behörde die gesamte Fläche ihres Landes in Gebiete und Ballungsräume ein, um dort die Luftqualität zu beurteilen und unter Kontrolle zu halten. In Teil 3 werden Beurteilungsverfahren, Beurteilungskriterien, Probenahmestellen sowie Referenzmethoden beschrieben. Vereinfacht gesagt ergibt sich aus dem Zuschnitt der Beurteilungsgebiete, der jeweiligen Bevölkerungsdichte sowie der bisherigen Luftschadstoffkonzentration zunächst das anzuwendende Beurteilungsverfahren: Messung, Modellrechnung oder objektive Schätzung. In der Folge bemisst sich danach auch die erforderliche Anzahl an Probenahmestellen. Dies sind in der Praxis zumeist spezielle Messcontainer, in denen Messgeräte zur Erfassung verschiedener Luftschadstoffe untergebracht sind.

Die Randbedingungen für die Lage von Stickstoffdioxid-Probenahmestellen sind in § 14 in Verbindung mit Anlage 3 der 39. BImSchv geregelt.

Abschnitt B der Anlage 3 befasst sich mit der großräumigen Ortsbestimmung der Probenahmestellen. Im Kontext des Gesundheitsschutzes ist demnach für die Aufstellung einer Messeinrichtung im Allgemeinen der Bereich der höchsten Konzentrationen zu wählen. Dabei sollen Luftproben an verkehrsbezogenen Messstellen für einen Straßenabschnitt von nicht weniger als 100 Meter Länge repräsentativ sein. Messwerte städtischer Hintergrundstationen sollen dementsprechend sogar typisch für mehrere Quadratkilometer sein. Im Abschnitt C wird die kleinräumige Ortsbestimmung der Probenahmestellen behandelt. Dies betrifft beispielsweise die Berücksichtigung bestimmter Geometrien für die Luftanströmung und die Probenahmehöhe. Der abschließende Abschnitt D regelt die Dokumentation für die Ortswahl und fordert deren regelmäßige Überprüfung und gegebenenfalls erneute Dokumentation, damit die Gültigkeit der Ortswahlkriterien fortwährend sichergestellt ist.

Unter Berücksichtigung der Bestimmungen, unterscheiden wir in drei wesentliche Bereiche: Verkehrsstationen, Stationen im städtischen Hintergrund und ländliche Hintergrundstationen. Mit rund 95.000 Einwohnern ist Cottbus, im Südosten Brandenburgs, die zweitgrößte Stadt im Bundesland. Die kreisfreie Stadt bildet ein eigenes lufthygienisches Beurteilungsgebiet [11]. In der Stadt werden seit 1991 Luftgütemessstellen zur Überwachung der Luftqualität betrieben. Repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung steht die Station Cottbus (Stationscode: DEBB064) in der Gartenstraße [13]. Als Messstation im Bereich der höchsten Belastung in Cottbus wird die Messstation Cottbus, Bahnhofstraße (Stationscode: DEBB044) betrieben [14]. An beiden Messstellen werden die Grenzwerte für Stickstoffdioxid seit Jahren sicher eingehalten.

1.2 Ziele der Messkampagne

Die Messkampagne mit NO_2-Passivsammlern in Cottbus wurde in Umsetzung der oben genannten Anforderungen der 39. BImSchV durchgeführt. Dabei sollten Stickstoffdioxidkonzentrationen an mehreren Punkten im verkehrsbedingt belasteten Raum messtechnisch untersucht werden. Die Ergebnisse der Passivsammler sollten zudem mit den im Routinebetrieb ermittelten NO_2-Konzentrationen an den beiden Messcontainern in Cottbus vergleichbar sein. Daher ist auch der Standort der ortsfesten Messungen mittels Referenzverfahren (Messcontainer) Teil der Profilmessung, um statistisch verwertbare Vergleichsdaten von Passivsammlern mit der Referenzmessmethode zu erheben. Ziel war zudem die messtechnische Abdeckung mindestens eines Kalenderjahres, wobei gemäß oben genannter gesetzlicher Vorgaben Messwerte für mindestens 90 % des Kalenderjahres vorliegen müssen, um einen Jahresmittelwert bilden zu können.

Auf Grundlage der Messkampagne in Cottbus wollen wir folgende grundsätzlichen Fragestellungen beantworten:

- Entspricht die Messstelle in der Bahnhofstraße weiterhin den gesetzlichen Kriterien für die Ortswahl, repräsentiert sie also noch den Bereich der höchsten Belastung?
- Wie ist die räumliche Repräsentativität der beiden Cottbuser Messstationen bezogen auf Stickstoffdioxid einzuschätzen?
- Wie fällt der Vergleich zwischen modellierten NO_2-Konzentrationen im Cottbuser Stadtgebiet und den Messergebnissen der Profilmessung aus?

2 Standortbeschreibung

Auf Grundlage von modellierten Immissionswerten mit dem Bezugsjahr 2018 [15] (vgl. auch Ziffer 3.5) wurden im Rahmen einer Ortsbegehung potentielle Messstellenstandorte für die Profilmessung festgelegt. Insgesamt ließen sich 11 Messstellen realisieren, da wir für die vorgesehene Messstelle MP 04 in der Straße der Jugend keine Genehmigung erhielten.

Grundsätzlich können pro physischer Messstelle auswertetechnisch mehrere Messpunkte installiert werden, was als Parallelmessung bezeichnet wird. Daher kann eine sprachliche Differenzierung zwischen den Begriffen „Messstelle" und „Messpunkt" sinnvoll sein. Bei der hier vorgestellten Profilmessung fand eine derartige Parallelmessung an den Messstellen MP 07/17 und MP 08/18 statt. Dort waren die Messpunkte MP 07 und MP 17 bzw. MP 08 und MP 18 eingerichtet. Die Messstellen MP 07/17 entspricht räumlich dem Standort des ortsfesten Messcontainers Cottbus, Bahnhofsstr. (DEBB044) während die Messstelle MP 08/18 am Standort des Messcontainers Cottbus (DEBB064) installiert war. Sofern wir im Weiteren auf die Messstellen MP 07/17 oder MP 08/18 eingehen, wird folglich explizit zwischen den Begriffen „Messstelle" und „Messpunkt" differenziert. Für alle anderen Standorte gab es pro Messstelle nur einen Messpunkt, sodass hier die Begriffe synonym verwendet werden können. Alle Messstellen waren in annähernd gleicher Höhe und in etwa gleichem Abstand zur Fahrbahn eingerichtet. Die Messung mittels Referenzmessverfahren an den Messcontainern (ortsfest und kontinuierlich) ist nicht im engeren Sinne Teil der temporären Profilmessung selbst. Die dort mittels Referenzmessverfahren bestimmten NO_2-Konzentrationen werden aber natürlich bei der Ergebnisbetrachtung einbezogen (vgl. Ziffer 5 und 6).

Die Übersichtskarte in Abbildung 1 dokumentiert die Lage der einzelnen Messstellen. Der Darstellung der Straßenabschnitte in verschiedenen Farben in liegt die oben bereits erwähnte landesweite Luftschadstoff-Modellierung mit dem Bezugsjahr 2018 zugrunde. Die Klassierung ist so gewählt, dass niedrige, mittelhohe und grenzwertrelevante Modellabschnitte separat gruppiert werden (grün: < 20; gelb: 20 – 30; violett > 30 µg/m³).

Tabelle 1 enthält die Standortdokumentation und gibt detaillierte Auskunft über den jeweiligen Messpunkt bzw. die Messstelle.

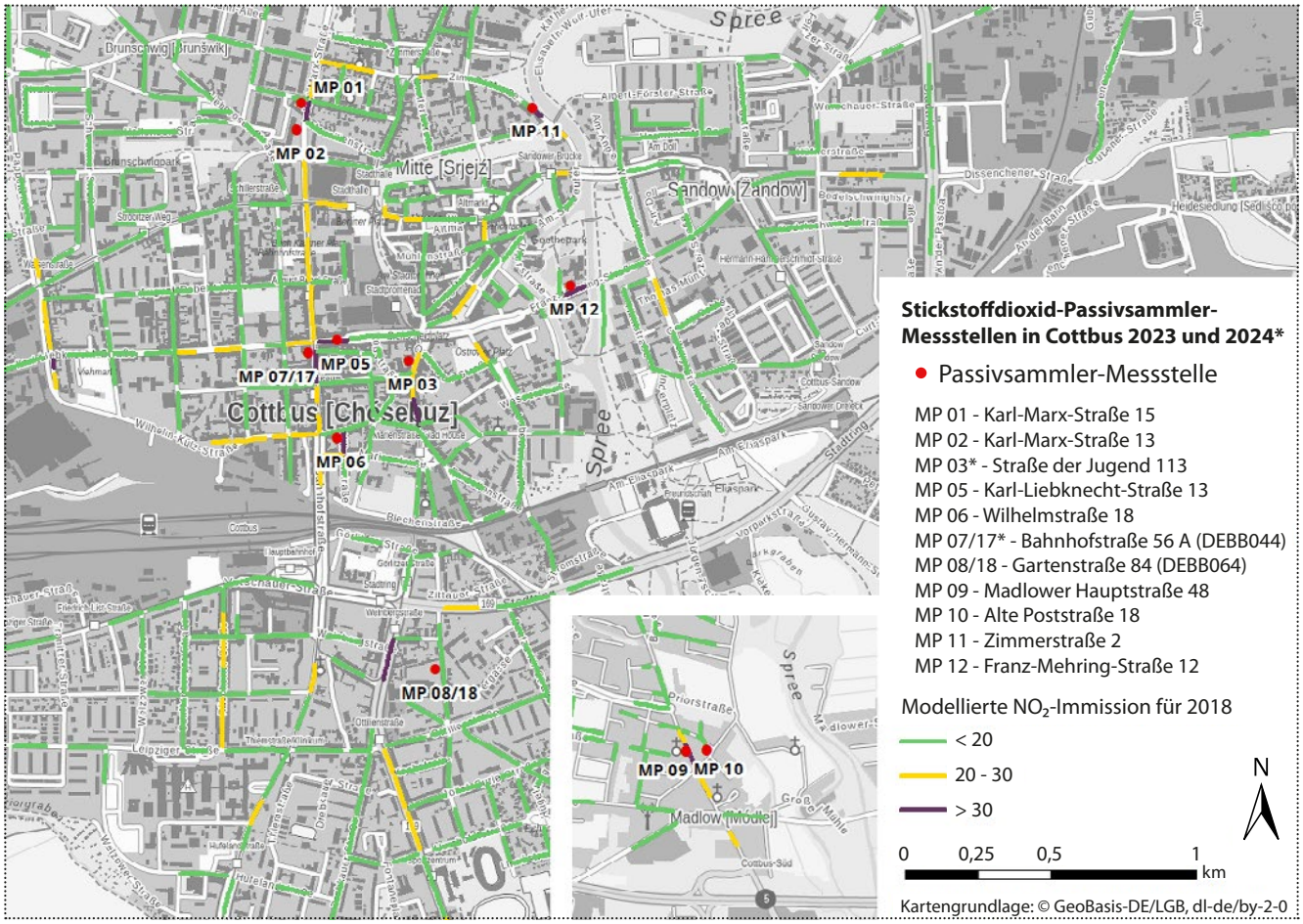


*Abbildung 1: Übersichtskarte der Messstellen der Profilmessung in Cottbus im Jahr 2023 (die im Jahr 2024 fortgeführten Messstellen sind mit * markiert)*

Tabelle 1: Standortdokumentation der Messpunkte/Messstellen der Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Cottbus

Bezeichnung Messpunkte/ (Messstelle)	Lage	Installation	Messhöhe über Grund	Abstand zur Straße	Zeitraum	Geografische Koordinaten		Bemerkung
						Länge in °	Breite in °	
MP 01	Karl-Marx-Straße 15	Laterne: 910B2M14A70	2,50 m	1,56 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°19´39.1"E	51°45`51.4"N	verkehrs-bezogen
MP 02	Karl-Marx-Straße 13	Parkleitroute Parkhaus: Spree Galerie	2,44 m	1,66 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°19`38.4"E	51°45`49.0"N	verkehrs-bezogen
MP 03	Straße der Jugend 113	Laterne: 1111C1M4A150R	2,58 m	2,38 m	15.12.2022 – 09.01.2025	14°19'58.7"E	51°45'23.0"N	verkehrs-bezogen
MP 05	Karl-Liebknecht-Str. 13	Laterne: 1111C2M2C150R	2,51 m	0,55 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°19`45.1"E	51°45`25.3"N	verkehrs-bezogen
MP 06	Wilhelmstraße 18	Laterne: 210D1M12B36	2,49 m	0,69 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°19`46.0"E	51°45`14.3"N	verkehrs-bezogen
MP 07 (MP 07/17)	Bahnhofstraße 56 A	Geländer des Messcontainers	2,80 m	1,06 m	15.12.2022 – 09.01.2025	14°19'40.8"E	51°45'23.7"N	verkehrs-bezogen
MP 08 (MP 08/18)	Gartenstraße 84	Geländer des Messcontainers	3,05 m	5,80 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°20'04.1"E	51°44'48.7"N	städtischer Hintergrund
MP 09	Madlower Hauptstraße 48	Laterne: 1911B1M2C250	2,51 m	0,68 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°20`40.4"E	51°43`23.6"N	verkehrs-bezogen
MP 10	Alte Poststraße 18	Laterne: 1911B1M12B80	2,50 m	2,59 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°20`40.4"E	51°43`23.6"N	städtischer Hintergrund
MP 11	Zimmerstraße 2	Laterne: 0911C2M10A150	2,49 m	0,66 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°20`20.5"E	51°45`51.3"N	verkehrs-bezogen
MP 12	Franz-Mehring-Straße 12	Laterne: 1111B2M3F150R	2,50 m	0,51 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°20`27.7"E	51°45`31.5"N	verkehrs-bezogen
MP 17 (MP 07/17)	Bahnhofstraße 56 A	Geländer des Messcontainers	2,80 m	1,06 m	15.12.2022 – 09.01.2025	14°19'40.8"E	51°45'23.7"N	verkehrs-bezogen
MP 18 (MP 08/18)	Gartenstraße 84	Geländer des Messcontainers	3,05 m	5,80 m	15.12.2022 – 11.01.2024	14°20'04.1"E	51°44'48.7"N	städtischer Hintergrund

2.1 Messstelle MP 01, Karl-Marx-Straße 15

Die Karl-Marx-Straße ist als Verlängerung der von Nordwesten kommenden Sielower Landstraße eine Zufahrtsstraße zur Cottbuser Innenstadt. Dort wurde die Messstelle MP 01 auf Höhe der Karl-Marx-Straße 15, an einer Straßenlaterne installiert. Das Messhäuschen befand sich 2,50 m über dem Boden und war rund 1,5 m von der Straße entfernt. Der Abstand zur Hauswand betrug rund 2,4 m. Der Abschnitt der Straße ist durch beidseitige Bebauung gekennzeichnet. Die Straße ist im Bereich der Messstelle zweispurig und Richtung Norden leicht geneigt.

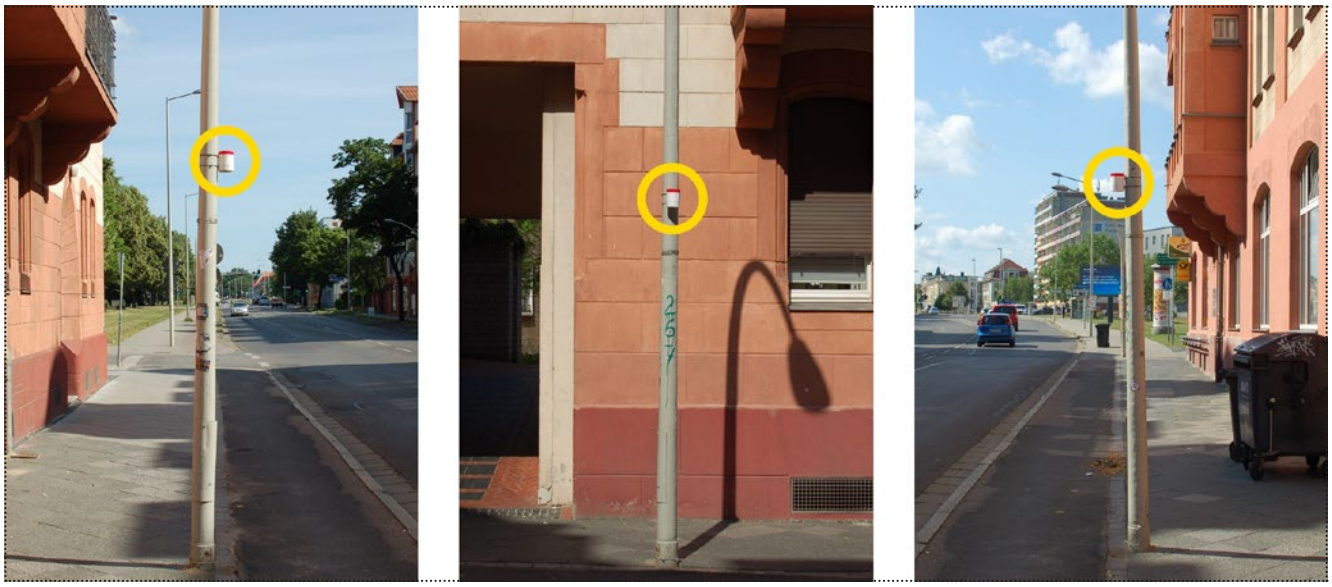


Abbildung 2: Ansicht auf die Messstelle MP 01, Karl-Marx-Straße 15

2.2 Messstelle MP 02, Karl-Marx-Straße 13

Die Messstelle MP 02 wurde an einer Anzeigetafel für das Parkleitsystem der Stadt Cottbus installiert. Die Anzeigetafel befindet sich in Höhe der Hausnummer 13 in der Karl-Marx-Straße. Der Messpunkt mit dem Messhäuschen befand sich in einer Höhe von rund 2,5 m. Der Abstand zur Bordsteinkante betrug weniger als 2 m. Die Gebäudeflucht ist etwa 27 m entfernt. In diesem Abschnitt der Karl-Marx-Straße verjüngt sich die Fahrbahn von vierspurig auf zweispurig.



Abbildung 3: Ansicht auf die Messstelle MP 02, Karl-Marx-Straße 13

2.3 Messstelle MP 03, Straße der Jugend 113

Die Straße der Jugend ist eine parallel zur Bahnhofstraße verlaufende Zufahrtstraße im Stadtzentrum von Cottbus. Sie verbindet dabei östlich der Bahnhofsstraße die Franz-Mehring-Straße mit dem Stadtring und wird bei Stau in der Bahnhofstraße regelmäßig als Ausweichstraße genutzt. In der Straße der Jugend verkehren die Straßenbahnlinie 3 und 4.

Die Messstelle MP 03 wurde in der Straße der Jugend, in einer Höhe von rund 2,5 m an einer Laterne vor der Hausnummer 113, installiert. MP 03 befand sich rund 2,4 m vom Fahrbahnrand und rund 3 m von der Gebäudeflucht entfernt.

Wegen des nördlich gelegenen Kreuzungsbereichs zur Franz-Mehring-Straße, verbreitet sich die Straße der Jugend im Bereich der Messstelle. Während der Profilmessung war sie bis zur Freigabe am 1. September 2023 wegen ihrer Sanierung vollständig für Kraftfahrzeuge gesperrt.



Abbildung 4: Ansicht auf die Messstelle MP 03, Straße der Jugend 113

2.4 Messstelle MP 05, Karl-Liebknecht-Straße 13

Die Karl-Liebknecht-Straße ist in Ost-West-Richtung die Hauptverkehrsachse im Stadtzentrum von Cottbus. Die Messstelle MP 05 wurde in der Karl-Liebknecht-Straße, auf Höhe der Hausnummer 13 in einer Höhe von rund 2,5 m an einer Straßenlaterne installiert. MP 05 befand sich weniger als 1 m von der Fahrbahn und rund 4 m von der Gebäudeflucht entfernt. Die vierspurige Straße verläuft leicht ansteigend und ist durch beidseitige Bebauung gekennzeichnet.



Abbildung 5: Ansicht auf die Messstelle 05, Karl-Liebknecht-Straße 13

2.5 Messstelle MP 06, Wilhelmstraße 18

Die Wilhelmstraße ist in reine Anwohnerstraße, die mit einer Länge von 250 m parallel zur Bahnhofstraße verläuft. Für ihren südlichen Teil ist eine Einbahnstraße in Fahrtrichtung Nord-Süd angeordnet. Gleisanlagen an ihrem südlichen Ende verhindern eine umfangreiche Nutzung als Ausweichstraße für die Bahnhofstraße. Die Messstelle MP 06 wurde vor der Hausnummer 18 an einer Laterne, in einer Höhe von 2,5 m installiert. MP 06 war vom Fahrbahnrand weniger als 1 m entfernt, während die Distanz zur Gebäudeflucht rund 2,5 m betrug. Die zweispurige Straße ist dabei leicht ansteigend und beidseitig eng bebaut. Im Bereich der Messstelle befinden sich Anwohnerparkplätze.



Abbildung 6: Ansicht auf die Messstelle 06, Wilhelmstraße 18

2.6 Messstelle MP 07/17, Bahnhofstraße 56 A

Die Bahnhofstraße ist die Hauptverkehrsachse in Nord-Süd-Richtung durch die Innenstadt. Bereits seit 1995 erfolgt im Bereich der Hausnummer 56A eine kontinuierliche Messung von verschiedenen Luftschadstoffen an der Station DEBB044. Am Standort des Luftgütemesscontainers wurde die Messstelle MP 07/17 mit den Messpunkten MP 07 und MP 17 installiert. Die Messstelle wurde in 2,80 m Höhe am Geländer des Containers installiert. MP 07/17 war rund 1 m vom Fahrbahnrand und 60 m von der Gebäudeflucht entfernt. Der Abstand zwischen den Messpunkten und dem Lufteinlass der Messgeräte im Messcontainer betrug 74 cm in der horizontalen und rund 60 cm in der vertikalen. Das Messhäuschen war dabei dem Verkehr nähergelegen.

Die nächste verkehrsreiche Kreuzung Bahnhofstraße/ Karl-Liebknecht-Straße befindet sich 43 m in nördliche Richtung. Es handelt sich hier um eine zweispurige Straße, welche in diesem Kreuzungsbereich auf vier Spuren ausgedehnt ist. In der Bahnhofstraße verkehrt die Straßenbahnlinie 2.



Abbildung 7: Ansicht auf die Messstelle MP 07/17, Bahnhofstraße 56 A am Messcontainer DEBB044

2.7 Messstelle MP 08/18, Gartenstraße 8

Die Gartenstraße verläuft parallel zur Straße der Jugend. Auf einem dort gelegenen Gelände, einem vollständig umbauten Gewerbeparkplatz, betreiben wir seit 2003 die Station DEBB064, wo die Luftqualität repräsentativ für den städtischen Hintergrund in Cottbus gemessen wird. Mit der Messstelle MP 08/18 wurden die beiden Messpunkte MP 08 und MP 18 am Geländer des Messcontainers in einer Höhe von 3 m angebracht. Der Abstand der Messstelle zur Begrenzungsmauer des Grundstückes beträgt 2,40 m.



Abbildung 8: Ansicht auf die Messstelle MP 08/18; Gartenstraße 8 am Messcontainer DEBB064

2.8 Messstelle MP 09, Madlower Hauptstraße 48

Die Madlower Hauptstraße ist die Verlängerung der aus dem Stadtzentrum kommenden Dresdener Straße nach Südosten im Stadtteil Madlow. Sie verbindet dabei den südlichen Bereich der Stadt Cottbus mit der Autobahnauffahrt Cottbus Süd.

Die Messstelle MP 09 wurde auf 2,5 m Höhe an einer Laterne in der Madlower Hauptstraße vor der Hausnummer 48 installiert. Die Straße ist im Bereich der Messstelle zweispurig. Unmittelbar neben der Messstelle, in einer Entfernung von unter 1 m, verläuft die Trasse der Straßenbahnlinie 3.



Abbildung 9: Ansicht auf die Messstelle MP 09, Madlower Hauptstraße 48 im Stadtteil Madlow

2.9 Messstelle MP 10, Alte Poststraße 18

Um einen räumlichen Vergleich zu der Messstelle MP 09 zu erhalten, wurde abseits der Madlower Straße auf einem Freigelände in der Alten Poststraße die Messstelle MP 10 installiert. Die Distanz zwischen MP 09 in der Madlower Hauptstraße und der Messstelle MP 10 betrug weniger als 100 m.

MP 10 wurde an einer Laterne in einer Höhe von rund 2,5 m installiert. Hinter der Messstelle befindet sich eine Kiefer deren Äste fast bis zur Messstelle reichten.



Abbildung 10: Ansicht auf die Messstelle MP 10, Alte Poststraße 18 im Stadtteil Madlow

2.10 Messstelle MP 11, Zimmerstraße 2

Die im östlichen Teil des Stadtteils Mitte liegende Zimmerstraße ist die Verlängerung der Straße Am Spreeufer und dient dabei als eine Umgehungsstraße für das alte Stadtzentrum von Cottbus. Die Messstelle MP 11 wurde an einer Straßenlaterne in einer Höhe von 2,5 m angebracht. Der Abstand zu Straße betrug weniger als 1 m. Im Bereich der Messstelle ist die Straße nur einseitig bebaut und zweispurig. Hinter der Messstelle befindet sich ein Parkgelände.

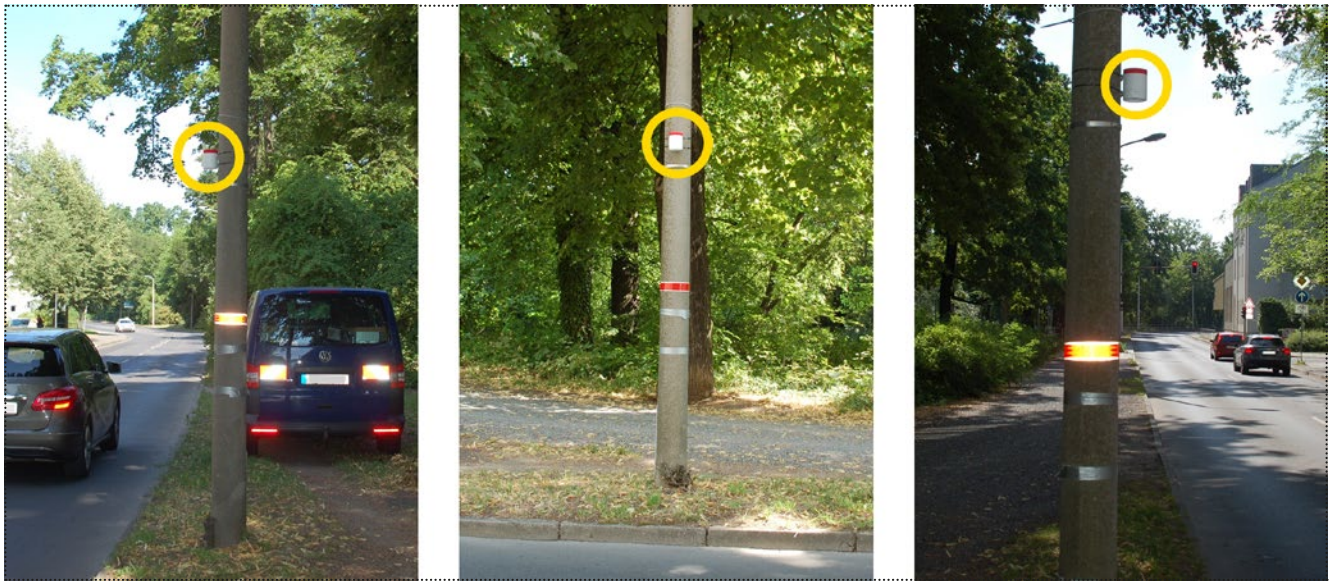


Abbildung 11: Ansicht auf die Messstelle MP 11, Zimmerstraße 2

2.11 Messstelle MP 12, Franz-Mehring-Straße 12

Die Franz-Mehring-Straße ist die östliche Verlängerung der Karl-Liebknecht-Straße. Die Messstelle MP 12 befand sich auf Höhe der Hausnummer 12 unterhalb der baulichen Überführung an einer Laterne in einer Höhe von rund 2,5 m. Der Abstand zur Straße betrug weniger als 1 m. Im Bereich der Messstelle ist das Parken und Halten nicht erlaubt.



Abbildung 12: Ansicht auf die Messstelle MP 12, Franz-Mehring-Straße 12

3 Methodik

Im Folgenden werden die angewendeten Methoden beschrieben. Hierzu zählt das Vorgehen bei der Probennahme und der anschließenden Laboranalyse der Passivsammler sowie die Datenaufbereitung, die Repräsentativanalyse, die Qualitätssicherung und die Modellierung von Luftschadstoffkonzentrationen.

3.1 Beschreibung der Probenahme mit Passivsammlern und der anschließenden Laboranalyse

Passivsammler finden zur Ermittlung von NO_2-Konzentrationen in der Außenluft verstärkt Verwendung, da sie im Verhältnis zur Installation eines Messcontainers kostengünstig sind und es aufgrund ihrer geringen Größe nahezu keinerlei Einschränkungen bei der Standortwahl gibt. Sowohl Herstellung der von uns eingesetzten Passivsammler, als auch die anschließende Laboranalyse, erfolgen durch das Laboratory for environmental analysis – Passam AG. Das Luftgütemessnetz Brandenburg und die Messnetze anderer Länder haben zur NO_2-Messung mittels Passivsammler in der Vergangenheit bereits mehrfach mit der Passam AG zusammen gearbeitet. Die Passam AG ist nach ISO/IEC 17025 akkreditiert, was die erforderliche Fachkompetenz durch eine unabhängige Akkreditierungsstelle belegt [15]. Darüber hinaus konnte auch das nordrhein-westfälische Landesamt für Natur, Umwelt und Klima (LANUK), welches wie das Umweltbundesamt (UBA) als Deutsches Nationales Referenzlabor für die Beurteilung der Luftqualität benannt ist, die Gleichwertigkeit der Analysewerte mit dem Referenzverfahren (das ausschließlich in einer Messstation bzw. einem Messcontainer durchgeführt werden kann) wiederholt belegen [17], [18], [19]. Dieser Nachweis umfasst auch die Einhaltung der Datenqualitätskriterien nach Anlage 3 der 39. BImSchV.

Die Messstellen entsprechen weitgehend den an ortsfeste Messungen gestellten Anforderungen in der 39. BImSchV. Hierzu gehören unter anderem die in Tabelle 1 aufgelisteten Daten, wie z. B. Abstände zu Straßen, Kreuzungen sowie die Messhöhe.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen werden die ausgebrachten Passivsammler in einer speziellen Aufhängung, dem Wetterschutzgehäuse, untergebracht und zur Vermeidung von Vandalismus oberhalb des direkten Zugriffsbereichs von Personen installiert. Das Wetterschutzgehäuse ähnelt einer unten geöffneten Dose mit Schraubdeckel (vgl. Abbildung 13, links). Ein Wetterschutzgehäuse nimmt bis zu sechs Passivsammler gleichzeitig zur Beprobung auf. Im Normalfall werden zwei Passivsammler pro Messhäuschen ausgebracht (Doppelproben). Bei der hier durchgeführten Messkampagne wird diesem Prinzip an den Messstellen MP 01, 02, 03, 05, 06, 09, 11 und 12 entsprochen. An den Messstellen MP 07/17 und MP 08/18, wo eine Vergleichsmessung zum kontinuierlich betriebenen Referenzverfahren (Gasanalysator im ortsfesten Messcontainer) stattfindet, werden hingegen vier Röhrchen eingehängt (2 Doppelproben bzw. Parallelmessung). So werden zwei Messreihen parallel betrieben, wobei die Passivsammlerröhrchen der jeweiligen Reihe um 7 Tage zeitversetzt getauscht werden. Dies begründet die Ausweisung als zwei separate Messpunkte.

Die als kurze Kunststoffröhrchen ausgeführten Passivsammler selbst werden mit einer zusätzlichen Glasfrittenmembran ausgestattet (vgl. Abbildung 13, rechts), die in die untere Öffnung gesteckt wird. Diese Methode wurde auf Grundlage von Untersuchungen des LANUK entwickelt und dient der Minimierung von windinduzierten Einflüssen, insbesondere von starken Turbulenzen in Straßenschluchten, auf das Diffusionsverhalten. Die Glasfrittenmembranen werden bei jedem Probentausch gewechselt, und in einem Ultraschallbad gereinigt.

Die Probenahme mit Passivsammlern beruht auf der Diffusion von Molekülen in ein adsorbierendes Medium. Bei den verwendeten NO_2-Passivsammlern wird als Adsorbens Trieethanolamin verwendet. Die nach unten geöffneten Kunststoffröhrchen werden für eine definierte Zeit (hier etwa 28 Tage) der Umgebungskonzentration exponiert. Die Menge des dabei aufgenommenen Stickstoffdioxids ist direkt proportional zur mittleren Konzentration am Messpunkt über ebendiesen Zeitraum. Im Labor wird der Passivsammler zerlegt, der beschichtete Quarzfaserfilter entnommen, die enthaltene Menge NO_2 extrahiert und die entsprechende Konzentration kolorimetrisch bei 540 nm (Saltzmann-Reaktion) bestimmt [20].



Abbildung 13: Passivsammler-Messequipment (Fa. Passam). Von links nach rechts: Aufnahme eines Proben-Schutzbehälters, eines NO_2-Passivsammlers und Nahaufnahme der zugehörigen Glasfritte

3.2 Datenaufbereitung

Aus den Laboranalysen liegen für alle Probenahmezeiträume die auf das einzelne Röhrchen bezogenen NO_2-Konzentrationen vor. Zur Bestimmung der Konzentration an einem Messpunkt für den jeweiligen Probenahmezeitraum werden die Werte der Doppelbeprobung zu einem Wert gemittelt. Ist eine Einzelprobe im Einzelfall nicht verwertbar, wird die messpunktspezifische NO_2-Konzentration für den Probenahmezeitraum nur auf Grundlage der zweiten Probe bestimmt.

Regelmäßig werden Luftschadstoffmesswerte zu Stunden-, Tages-, Monats- und Jahresmittelwerten zusammengefasst. Das hier angewandte Messdesign mit NO_2-Passivsammlern lässt als Untergrenze der zeitlichen Auflösung eines Probenzyklus (28 Tage) zu. Allerdings entsprechen die einzelnen Probenahmezeiträume nicht exakt einem Monat. Diese „Rohwerte" müssen daher noch in Monatsmittelwerte umgerechnet werden. Darüber hinaus könnten – bei entsprechend häufigerem Probenwechsel – auch höhere zeitliche Auflösungen realisiert werden.

Für den Vergleich mit der ortsfesten Messung am Messcontainer wird jedem dort gemessenen Halbstundenwert im Projektzeitraum der Messwert des korrespondierenden Passivröhrchens zugeordnet. Im Ergebnis können die mit den Messcontainern erfassten und die in der Profilmessung ermittelten NO_2-Konzentrationen gleichartig ausgewertet werden. Mittelwerte und Datenverfügbarkeiten für beliebige Zeiträume – zum Beispiel Monate, Jahre oder gleitende Jahre – sind so auch bei den Passivsammlern flexibel zu berechnen. Die Datenreihen der Parallelmessungen an den Messpunkten MP 17 und MP 18 dienen der Verdopplung der Datenbasis für den Vergleich und die statistische Auswertung der Passivsammlerdaten gegenüber denen des Referenzmessverfahrens. Für die Ermittlung des Jahresmittelwertes muss eine zeitliche Überdeckung von mindestens 90 % des Jahres durch die Passivsammlerdaten vorliegen.

Im Gegensatz zur ersten Auswertung der NO_2-Passivsammler-Messungen des Luftgütemessnetzes Brandenburg in Potsdam im Jahr 2016 wird bei der Profilmessung Cottbus – wie bereits in den letzten Berichten – auf eine zusätzliche Kalibrierung auf das Referenzverfahren verzichtet. Analysen des LANUK konnten belegen, dass zwischen den Rohergebnissen der Passivsammler (den originalen Laborergebnissen) und den Messungen des Referenzverfahrens Gleichwertigkeit besteht und bereits diese Ergebnisse die Qualitätsanforderungen für ortsfeste Messungen entsprechend der 39. BImSchV erfüllen.

3.3 Repräsentativitätsanalyse

Ein Ziel der hier vorgestellten Profilmessung ist die Überprüfung der räumlichen Repräsentativität der bestehenden Messcontainerstandorte in der Bahnhofsstraße (DEBB044) und der Gartenstraße (DEBB064). Als Datengrundlage für die Repräsentativanalyse dienen zunächst die auf Monatsmittelwerte umgerechneten Messwerte der Profilmessungen über den gesamten Untersuchungszeitraum. Diese Konzentrationen werden auf Basis der rechnerisch ermittelten Halbstundenmittelwerte bestimmt (vgl. Ziffer 3.2). Dabei werden ausschließlich Monatsmittelwerte verwendet, deren Verfügbarkeit mindestens 90 Prozent beträgt.

Dieser Auswertungsmethode liegt folgende Annahme zugrunde: Wenn zwischen zwei Datenkollektiven kein signifikanter statistischer Unterschied nachgewiesen werden kann, dann liegt den Daten dieselbe Grundgesamtheit, hier im Sinne von identischen Immissionsbedingungen, zugrunde. Ist dies der Fall, so sind beide Messstellen als gegenseitig repräsentativ anzusehen. Nach der Auswertung der Konzentrationen aller Messstellen im Verhältnis zu den Referenzmessstellen MP 07/17 und MP 08/18 kann dann geschlussfolgert werden, dass die Referenzmessstelle die Immissionsverhältnisse für alle Messstellen repräsentiert, deren Konzentrationen sich nicht signifikant von denen an der Referenzmessstelle unterscheiden.

Dieses, anhand der NO_2-Passivsammler-Profilmessung ermittelte Ergebnis, ist dann auch auf die Standorte der bestehenden Messcontainer übertragbar, welche den Referenzmessstellen MP 07/17 (DEBB044) bzw. MP 08/18 (DEBB064) entsprechen.

Zur Untersuchung der statistischen Ähnlichkeit bietet sich ein zweiseitiger T-Test an. Er erfordert allerdings einen vorgelagerten, erfolgreichen F-Test, der auf Gleichheit der Varianzen prüft.

Die Durchführung von T-Test und F-Test sind ausführlich im Fachbericht zur NO_2 Profilmessungen in Brandenburg a. d. Havel [2] beschrieben. Wir verzichten daher in diesem Bericht auf eine erneute detaillierte Beschreibung und die vollständige Auflistung der berechneten statistischen Kennwerte.

Ausschlaggebend ist folgende Betrachtung: Wenn die Prüfgröße τ, die im T-Test bestimmt wird, kleiner als der kritischer Wert t95 (Signifikanzniveau $\alpha = 0{,}05$) ist, dann unterscheiden sich die Mittelwerte der betrachteten Datenkollektive statisch nicht voneinander. Beide Stichproben stammen aus der gleichen Grundgesamtheit. Sollte dies nicht der Fall sein, wird zusätzlich der kritische Wert t99 (Signifikanzniveau $\alpha = 0{,}01$) bestimmt und wie folgt entschieden:

Wenn die Prüfgröße τ größer als der kritische Wert t95, jedoch kleiner als der kritische Wert t99 ist, dann unterscheiden sich die Mittelwerte „wahrscheinlich".

Wenn die Prüfgröße τ größer als der kritische Wert t99 ist, dann unterscheiden sich die Mittelwerte „signifikant".

3.4 Qualitätssicherung der Ergebnisse der NO_2-Passivsammler

Eine kontinuierliche Kontrolle der NO_2-Passivsammlerergebnisse im Rahmen der Qualitätssicherung ermöglicht es uns, frühzeitig auf Fehlbefunde während einer Profilmessung zu reagieren. Während einer vorherigen Messkampagne wurde dabei ein bisher nicht bekanntes Phänomen beobachtet: Die Konzentrationen der beiden einzelnen Passivsammler einer Doppelprobe unterschieden sich an mehreren Messpunkten derart gravierend voneinander, dass eine Bestimmung der Konzentration durch Mittelwertbildung der jeweiligen Doppelprobe nicht vertretbar war.

Wir führen grundsätzlich eine zweistufige Plausibilitätskontrolle der Einzelproben durch. Im ersten Schritt wird unmittelbar nach Vorliegen der Analyseergebnisse geprüft, ob die beiden Einzelproben des Messpunktes stärker voneinander abweichen, als dies im Rahmen der Messtoleranz noch als plausibel gelten kann. Ist die Abweichung zu stark, so wird die niedrigere Konzentration verworfen und entsprechend eines konservativen Ansatzes für die Konzentrationsbestimmung nur die höher belastete Probe verwendet.

Im zweiten Schritt wird nach Abschluss des Jahres der Jahresgang betrachtet. Sollte sich bei den einzelnen Messstellen zeigen, dass beide Passivsammler des Messpunktes bei einem Beprobungsdurchlauf starke Abweichung zum Jahresmittelwert oder nahegelegenen, vergleichbaren Messstellen aufzeigen, erfolgt zunächst eine intensivere Nachprüfung und Ursachenforschung. Falls keine nachvollziehbare Ursache vorliegt, wie zum Beispiel eine relevante Beeinflussung des Verkehrs durch Sperrungen oder Baustellen, werden beide Passivsammler der betroffenen Beprobung verworfen.

3.5 Modellierung der Luftschadstoffkonzentration

Wie unter Ziffer 2 bereits erwähnt, beruht die Standortwahl der einzelnen Messstellen im Grundsatz auf modellierten NO_2-Konzentrationen mit dem Bezugsjahr 2018. Diese Modellierung wurde im Auftrag des Landes Brandenburg durch die IVU Umwelt GmbH durchgeführt [15].

Bei der Modellierung wird im ersten Schritt die Hintergrundkonzentration mit einem Chemietransportmodell [21] berechnet. Das Modell ermittelt Schadstoffkonzentrationen auf Basis von Emissionen aus verschiedenen Quellen, meteorologischen Daten, chemischen Prozessen und topographischen Einflüssen. Die Modellierung erfolgt in vier verschachtelten Auflösungsstufen: von der groben europaweiten Berechnung bis zu einem feinen Gitternetz für Brandenburg mit Zellen von rund 500 m × 500 m Größe. So lassen sich großräumige Transporte ebenso berücksichtigen wie regionale Details.

Im zweiten Schritt wird für die einzelnen Straßenabschnitte die verkehrsbedingte Zusatzbelastung mittels eines Screeningmodells [22] modelliert. Hier fließen neben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) und Emissionsdaten aus dem jeweils aktuellen Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs [23] unter anderem die abschnittsspezifische Bebauungsgeometrie ein, die Einfluss auf die Belüftungssituation und damit auf das Anreicherungspotential der Luftschadstoffe hat. Die Summe aus der regionalen Vorbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung ergibt die Gesamtbelastung, die als Jahresmittelwert bestimmt wird (vgl. Abbildung 1).

4 Ergebnisse der Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern im Jahr 2023 in Cottbus

Im Verlauf des Jahres 2023 wurden im Stadtgebiet von Cottbus an den 11 Messstellen 13 Messreihen erzeugt. In einem 28 tägigen Rhythmus wurden die NO_2-Passivsammler durch Mitarbeiter des Luftgütemessnetzes getauscht. Insgesamt wurden dabei 338 NO_2-Passivsammler ausgebracht.

Von den ausgebrachten 338 NO_2-Passivsammlern konnten 336 durch das Labor analysiert werden, da zwei Proben (MP 03) entwendet wurden. In der nachfolgenden Abbildung 14 werden die Verläufe der einzelnen Messreihen für die verschiedenen Messpunkte dargestellt.

Die Spannweite der Messergebnisse liegt zwischen 5 µg/m³ bis 24 µg/m³. Die meisten Stationen verhalten sich im Laufe des Jahres ähnlich. Die Unterbrechung im Verlauf von MP 03 ist auf die Entwendung der Proben zurückzuführen.

Für die weiteren Auswertungen werden aus den Rohdaten die Monatsmittelwerte bestimmt. Auf Grundlage der Monatsmittelwerte können wir einen zeitlich variationsfreien Vergleich mit dem Referenzmessverfahren durchführen. Das Referenzmessverfahren für NO_2 wird an allen ortsfesten Messstationen des Luftgütemessnetzes Brandenburg eingesetzt. Es misst automatisch auf Halbstundenwertbasis die jeweilige Stickoxid-Konzentration. Aus den Halbstundenwerten werden zum Vergleich mit den Ergebnissen der Profilmessung Monatsmittelwerte gebildet. Die nachfolgende Abbildung 15 stellt die NO_2-Monatsmittelwerte der Profilmessung in Cottbus und der Referenzverfahren an den beiden Messstationen (DEBB064, DEBB044) gegenüber.

Die durchgeführte Monatsmittelwertbildung führt im Vergleich zu den Rohwerten zu einer leichten Glättung der einzelnen Verläufe. Es lassen sich drei unterschiedliche Belastungsniveaus erkennen:

- Die Monatsmittelwerte in der Bahnhofstraße (MP 07/17, DEBB044) sowie in der Karl-Liebknecht-Straße (MP 05) liegen auf einem höheren Niveau als die restlichen betrachten Straßenabschnitte. Dabei weisen die Monatsmittelwert gegenläufige Trends auf. Während in der Bahnhofstraße insgesamt ein Absinken im Laufe des Jahres erkennbar ist, zeigt die Messung in der Karl-Liebknecht-Straße in der zweiten Jahreshälfte leicht ansteigende Monatsmittelwerte. Die Monatsmittelwerte der Messpunkte MP 07 und MP 17 sind gegenüber der kontinuierlichen Messung mittels Referenzverfahren im Messcontainer (DEBB044) leicht erhöht und weisen bei einzelnen Monatsmittelwerten zueinander deutliche Unterschied auf.
- Die meisten Messpunkte der Profilmessung weisen im Jahresgang Monatsmittelwerte im mittleren Bereich, zwischen 8 und 15 µg/m³, auf. Einen besonderen Einfluss auf die Konzentrationsentwicklung an MP 03 hatte die Freigabe der Straße der Jugend zum 1. September 2023. Diese führte zu einem deutlichen Anstieg der darauffolgenden Monatsmittelwerte.
- Das geringste Konzentrationsniveau repräsentieren die Messpunkte MP 08 und MP 18 am Standort des Luftgütemesscontainers in der Gartenstraße (DEBB064) und der Messpunkt MP 10 im Stadtteil Madlow. Durch ihre Positionierung auf der Rückseite des Messcontainers war der Quelleinfluss an der Messstelle MP 08/18 im Vergleich zum Probeneinlass des Containers offenbar reduziert. Dies führte zu niedrigen Monatsmittelwerte im Vergleich zur Messung mittels Referenzverfahren im Messcontainer.

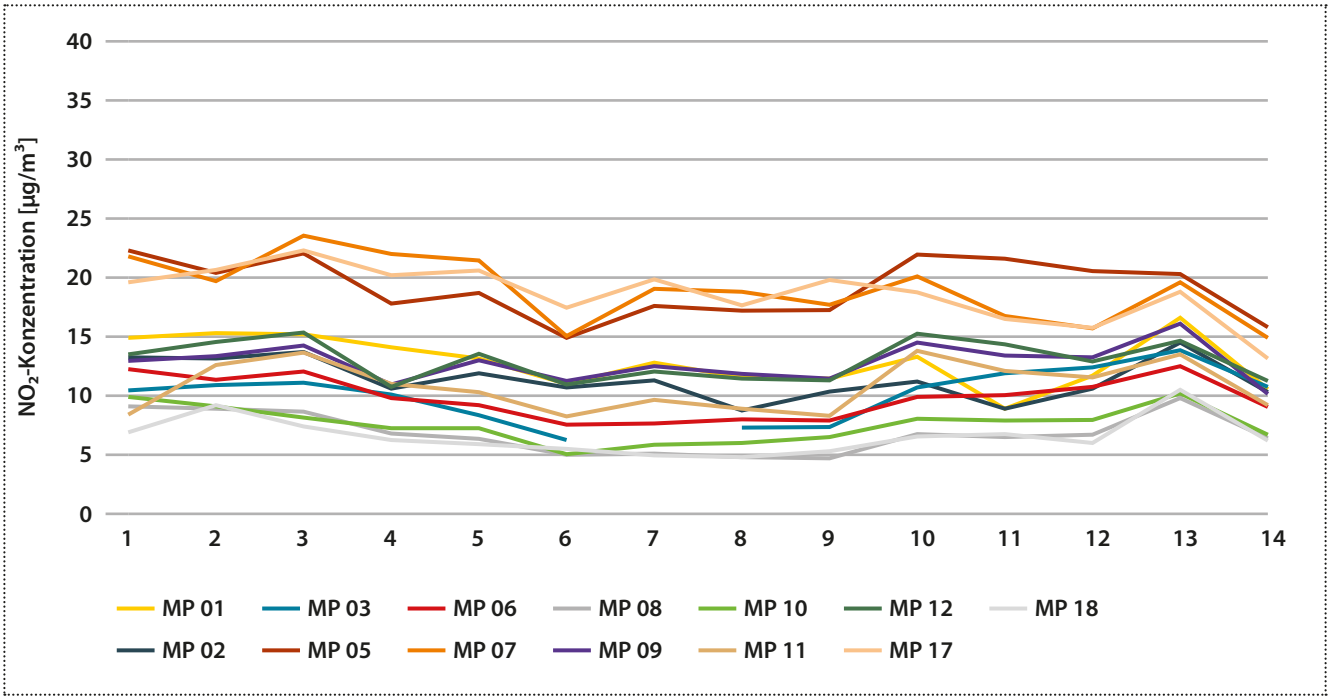


Abbildung 14: Ergebnisse (Rohwerte) der Profilmessung im Jahr 2023

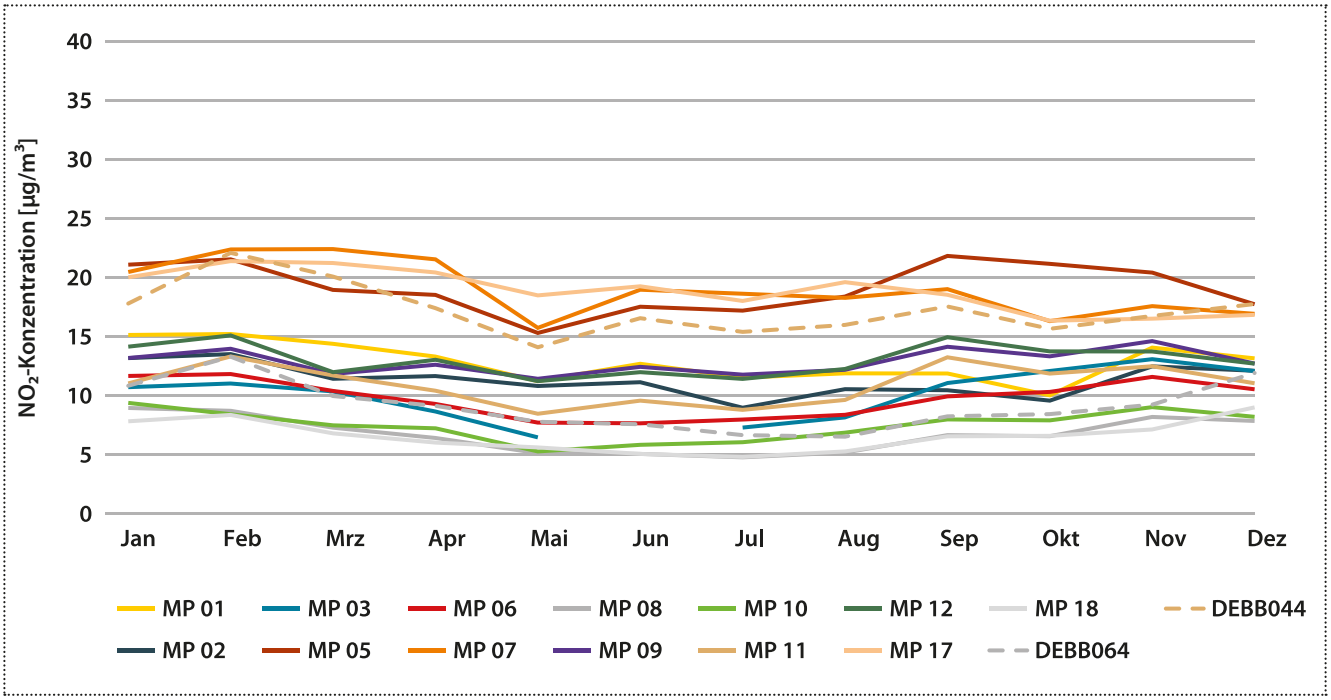


Abbildung 15: NO_2-Monatsmittelwerte der verschiedenen Messpunkte der Profilmessung und des Referenzverfahrens (DEBB064, DEBB044) im Jahr 2023

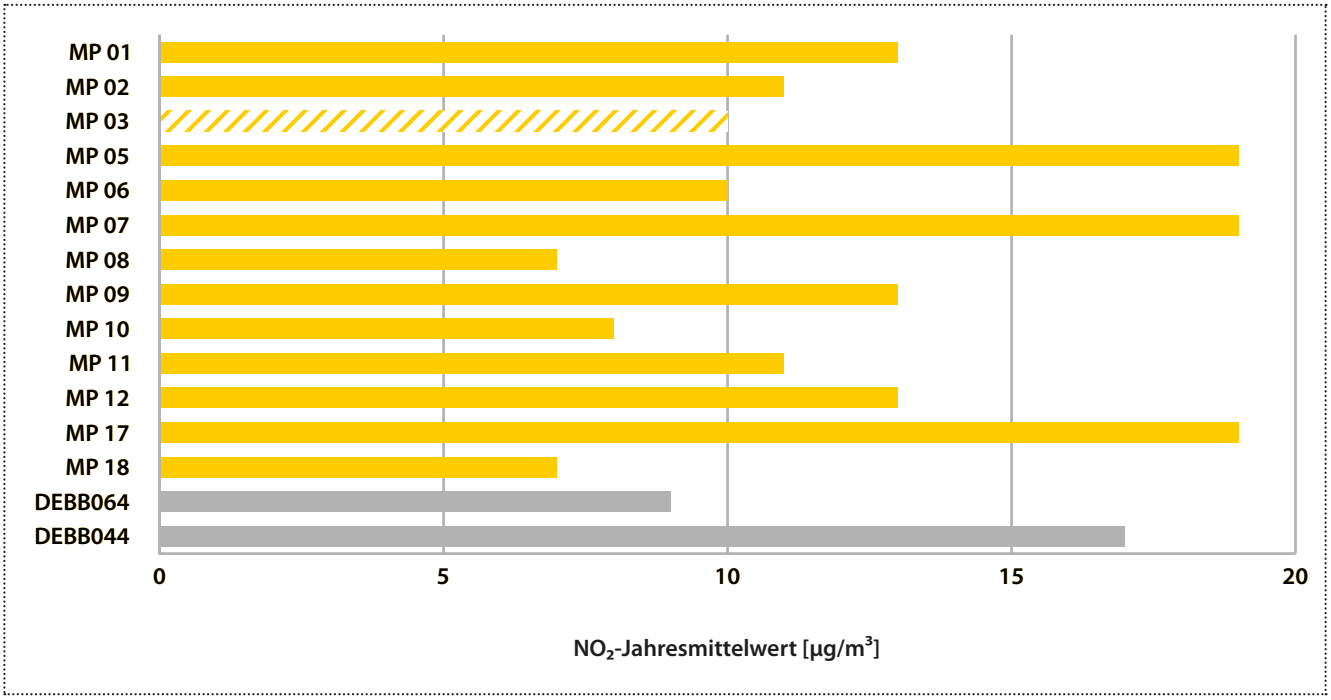


Abbildung 16: NO_2-Jahresmittelwerte der verschiedenen Messpunkte für das Jahr 2023 inkl. Referenzverfahren (DEBB064, DEBB044); Schraffierter Balken: Datenverfügbarkeit < 90 %

In Abbildung 16 werden die NO_2-Jahresmittelwert für das Jahr 2023 dargestellt. Die Messstellen MP 03 erreichte auf Grund der oben beschriebenen Ereignisse nicht die geforderte zeitliche Verfügbarkeit von 90 % und wird deshalb schraffiert dargestellt.

Die NO_2-Jahresmittelwerte für 2023 liegen zwischen 7 und 19 µg/m³. Keiner der betrachteten Messpunkte erreicht annähernd den aktuell gültigen Jahresgrenzwert von 40 µg/m³. Grenzwertüberschreitungen können somit nach dem aktuellen Stand ausgeschlossen werden. Die höchsten Jahresmittelwerte liegen in der Bahnhofstraße und in der Karl-Liebknecht-Straße vor. Die im Rahmen der Profilmessung an der Messstelle MP 07/08 ermittelten Konzentrationen fallen dabei etwas höher aus als die des Referenzverfahrens (DEBB044).

5 Repräsentativitätsanalyse

Die unter Ziffer 3.3 beschriebene Repräsentativitätsanalyse wenden wir für die Datenkollektive der Monatsmittelwerte von Januar 2023 bis Dezember 2023 für die Messpunkte MP 07 und MP 08 an. MP 07 steht dabei stellvertretende für die verkehrsbezogenen Messpunkte und MP 08 für die des städtischen Hintergrunds.

5.1 Messpunkt MP 07

Für den Messpunkt MP 07 liegen 12 Monatsmittelwerte vor. Über den gesamten Zeitraum gemittelt beträgt die Konzentration 19 µg/m³. Die Varianz der Monatsmittelwerte liegt bei 5,1. Für vier der 13 betrachteten Stichproben wird die Nullhypothese des F-Test abgelehnt, da die Varianzen signifikant unterschiedlich sind (vgl. Tabelle 2, Spalte 7). Alle weiteren Messstationen zeigen keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Varianzen und können im T-Test berücksichtigt werden.

Der nachgelagerte T-Test kommt zu folgenden Ergebnissen: Die Messpunkte MP 05, MP 17 und DEBB044 weisen keine signifikanten Unterschiede der Mittelwerte zum Messpunkt MP 07 auf. Die aufgeführten Messpunkte stammen somit aus derselben Grundgesamtheit.

Für die weiteren Messpunkte MP 01, MP 02, MP 03, MP 06, MP 08 und MP 11 zeigte sich, dass diese signifikant vom Messpunkt MP 07 abweichen und somit nicht aus derselben Grundgesamtheit stammen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Repräsentativitätsanalyse für den Messpunkt MP 07

Messpunkt	Anzahl	Mittelwert	Varianz	Prüfgröße	krit. Wert	kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianzen	Prüfgröße	Freiheitsgrade	kritischer Wert für das Signifikanzniveau α=0,05	kritischer Wert für das Signifikanzniveau α=0,01	kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte	wahrscheinlicher Unterschied der Mittelwerte
	n	$\bar{X}$	s^2	F	F*		τ	v	t_{95}	t_{99}		
MP 07	12	19,0	5,1									
MP 01	12	12,8	2,7	1,88	2,81	Ja	7,61	20	2,09	2,85	Nein	Nein
MP 02	12	11,3	1,8	2,77	2,81	Ja	10,00	18	2,10	2,88	Nein	Nein
MP 03	11	10,1	4,6	1,12	2,94	Ja	9,73	21	2,08	2,83	Nein	Nein
MP 05	12	19,1	4,3	1,19	2,81	Ja	-0,13	22	2,07		Ja	
MP 06	12	9,8	2,4	2,14	2,82	Ja	11,71	19	2,09	2,86	Nein	Nein
MP 08	12	6,8	2,2	2,30	2,81	Ja	15,71	19	2,09	2,86	Nein	Nein
MP 09	12	12,9	1,0	5,06	2,81	Nein						
MP 10	12	7,5	1,6	3,18	2,81	Nein						
MP 11	12	11,0	2,7	1,92	2,81	Ja	10,00	20	2,09	2,85	Nein	Nein
MP 12	12	13,0	1,8	2,88	2,81	Nein						
MP 17	12	19,0	5,1	1,71	2,81	Ja	0,16	21	2,08		Ja	
MP 18	12	6,6	1,8	2,90	2,81	Nein						
DEBB044	12	17,3	4,6	1,12	2,82	Ja	1,93	22	2,08		Ja	

5.2 Messpunkt MP 08

In einer separaten Repräsentativitätsanalyse wird der Messpunkt MP 08 betrachtet.

Für den Messpunkt MP 08 liegen 12 Monatsmittelwerte vor. Über den gesamten Zeitraum gemittelt beträgt die Konzentration 6,8 µg/m³. Die Varianz der Monatsmittelwerte liegt bei 2,2.

Für acht der 13 betrachteten Stichproben wird die Nullhypothese des F-Test abgelehnt, da die Varianzen signifikant unterschiedlich sind (vgl. Tabelle 3, Spalte 7). Alle weiteren Messreihen zeigen keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Varianzen und können im T-Test berücksichtigt werden.

Der nachgelagerte T-Test kommt zu folgenden Ergebnissen: Die Messpunkte MP 10 und MP 18 stammen aus derselben Grundgesamtheit.

Außerdem zeigt sich, dass die Konzentrationsmittelwerte von MP 04, MP 02, MP 09 und MP 17 signifikant voneinander abweichen und somit nicht aus derselben Grundgesamtheit stammen.

Tabelle 3: Ergebnisse der Repräsentativitätsanalyse für den Messpunkt MP 08

Messpunkt	Anzahl	Mittelwert	Varianz	Prüfgröße	krit. Wert	kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianzen	Prüfgröße	Freiheitsgrade	kritischer Wert für das Signifikanzniveau α=0,05	kritischer Wert für das Signifikanzniveau α=0,01	kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte	wahrscheinlicher Unterschied der Mittelwerte
	n	$\bar{X}$	s^2	F	F*		τ	v	t_{95}	t_{99}		
MP 08	12	6,8	2,2									
MP 01	12	12,8	2,7	0,81	0,35	Nein						
MP 02	12	11,3	1,8	1,20	2,81	Ja	7,89	22	2,07	2,81	Nein	Nein
MP 03	11	10,1	4,6	0,49	0,35	Nein						
MP 05	12	19,1	4,3	0,52	0,35	Nein						
MP 06	12	9,8	2,4	0,93	0,35	Nein						
MP 07	12	19,0	5,1	0,43	0,35	Nein						
MP 09	12	12,9	1,0	2,19	2,81	Ja	-11,76	19	2,09	2,86	Nein	Nein
MP 10	12	7,5	1,6	1,38	2,81	Ja	-1,29	21	2,07		Ja	
MP 11	12	11,0	2,7	0,83	0,35	Nein						
MP 12	12	13,0	1,8	1,25	2,81	Nein						
MP 17	12	19,0	5,1	0,74	0,35	Ja	-18,44	21	2,07	2,81	Nein	Nein
MP 18	12	6,6	1,8	1,25	2,81	Ja	0,26	22	2,07		Ja	
DEBB046	12	9,1	4,3	0,51	0,35	Nein						

5.3 Interpretation der Repräsentativitätsanalyse

Die Ergebnisse der NO_2-Passivsammler bestätigen, dass der Messcontainer in der Cottbus Bahnhofstraße im Bereich der höchsten Belastung in Cottbus steht. Bei der Überprüfung des Messstandortes wurden weitere Straßenabschnitte mit potentiell hohen Belastungen in der Stadt untersucht. An allen Passivsammlermessstellen wurden niedrigere oder vergleichbarer NO_2-Jahresmittelwerte festgestellt, als am Standort des Messcontainers selbst.

Die statistische Analyse der Konzentrationen von MP 07 am Containerstandort gegenüber den anderen Standorten der Profilmessung stützt den optischen Eindruck der Abbildung 15 von signifikant abweichenden, nämlich niedrigeren Immissionsniveaus der übrigen Standorte der Profilmessung.

Alle Datensätze, die den vorgelagerten F-test bestanden haben, wurden dem T-Test unterzogen, welcher die Mittelwerte von Vergleichsdaten und Referenz auf signifikante Unterscheidung hin prüft. Bis auf zwei Untersuchungsstandorte weisen die anderen Messpunkte signifikant vom Containerstandort unterschiedliche Mittelwerte auf. Nur die Daten von MP 17 als auch von MP 05 sind statistisch nicht von MP 07 unterscheidbar. Hinsichtlich MP 17 ist dies zu erwarten, handelt es sich doch um die Parallelmessung an der identischen Messstelle. Folglich kann im Rahmen der Profilmessung mit MP 05 in der Karl-Liebknecht-Straße nur ein weiterer hochbelasteter Straßenabschnitt gefunden werden, dessen NO_2-Konzentrationsmuster sich nicht signifikant vom Standort der kontinuierlichen Messung DEBB044 unterscheidet. So lässt sich folgendes festhalten:

Der Standort der kontinuierlichen Messung DEBB044 in der Bahnhofstraße ist weiterhin als der höchstbelastete Hotspot in Cottbus einzustufen und entspricht weiterhin den Standortkriterien der 39. BImSchV zur großräumigen Ortsbestimmung der Probenahmestellen.

Der vorliegende Bericht liefert damit sowohl die durch die 39. BImSchV geforderte Dokumentation als auch die Überprüfung der Ortswahl des Messstandortes DEBB044.

6 Weiterführende Betrachtungen

Im Folgenden führen wir weitere Betrachtungen durch, die eine bessere Einordnung der erzielten Ergebnisse ermöglichen. Diese sind ein Vergleich mit den modellierten Jahresmittelwerten für die Jahre 2018 und 2023, die Fortführung der Verfahrensvalidierung der Passivsammler im verkehrsnahen Immissionsniveau des Landes Brandenburg sowie eine Betrachtung der Messergebnisse ausgewählter Messstellen für das Jahr 2024.

6.1 Vergleich von Messung und Modellierung

Wie bereits beschrieben, beruht die Standortauswahl unter anderem auf den für das Bezugsjahr 2018 modellierten NO_2-Jahresmittelwerten. Auf Grundlage dieser Daten wurden die Standorte, mit den potentiell höchsten NO_2-Konzentrationen ausgewählt. Dabei ist zu beachten, dass das zur Modellierung verwendete Screeningmodell nicht alle Straßenabschnitte adäquat abbilden kann. Für vereinzelte Abschnitte wird daher keine Immission modelliert. Wir haben einen solchen Abschnitt dennoch in die Profilmessung aufgenommen (MP 02), da ein hohes Verkehrsaufkommen eine hohe NO_2-Konzetration nahelegte.

Die unter Ziffer 3.5 beschriebene Modellierungen wird für das Land Brandenburg regelmäßig wiederholt. Daher liegen inzwischen auch Modellwerte für das Jahr 2023 vor [24] (das Verfahren der Modellierung wird zwar regelmäßig leicht angepasst, dennoch sind die Berechnungsmethoden hinreichend ähnlich, um sie miteinander zu vergleichen.) In Abbildung 17 werden die aus den beiden Modellierungen sowie die aus der Profilmessung und den kontinuierlichen Messungen mit Referenzverfahren bestimmten NO_2-Immissionswerte gegenübergestellt. Zu den Messpunkten MP 08 und MP 18 (Hintergrundmessstandort DEBB064) ist darauf hinzuweisen, dass die Modellwerte hier nicht aus dem Screeningmodell stammen, da der Standort keinen direkten Verkehrsbezug hat. Hier handelt es sich um den Hintergrundwert, den das Chemietransportmodell ermittelt hat (vgl. Ziffer 3.5).

Die Abbildung veranschaulicht recht deutlich, dass alle modellierten Jahresmittelwerte mit dem Bezugsjahr 2018 wesentlich höher liegen als die Werte der Profilmessung. An vielen Messpunkten (MP 01, MP 03, MP 06, MP 09, MP 11, MP 12) sind sie deutlich mehr als doppelt so hoch. Im Schnitt liegen die Modellwerte 2018 gut 50 % oberhalb der Messwerte 2023.

Grundsätzlich können die Gründe für Abweichungen zwischen Modell- und Messwerten im Einzelnen vielschichtig sein. Die vereinfachten Abbildungen der Straßenraumgeometrie im Screeningmodell und die nicht immer vorliegende Vergleichbarkeit des im Modell festgelegten Auswertepunkts (Höhe: 1,5 m / Abstand zur Gebäudeflucht = 15 % der Straßenbreite) mit der Lage des Messpunktes im Straßenraum schränken die Vergleichbarkeit prinzipiell ein. Zudem kann es zu Unterschieden im angesetzten DTV und dem realen Verkehrsaufkommen sowie vor allem der angenommenen und realen Verkehrsqualität (Level of Service – LOS) kommen. Im Sinne des vorbeugenden Gesundheitsschutzes, wählt man bei Immissionsmodellierungen grundsätzlich einen konservativen Ansatz, es wird im Zweifel also von den immissionsseitig ungünstigsten Bedingungen ausgegangen.

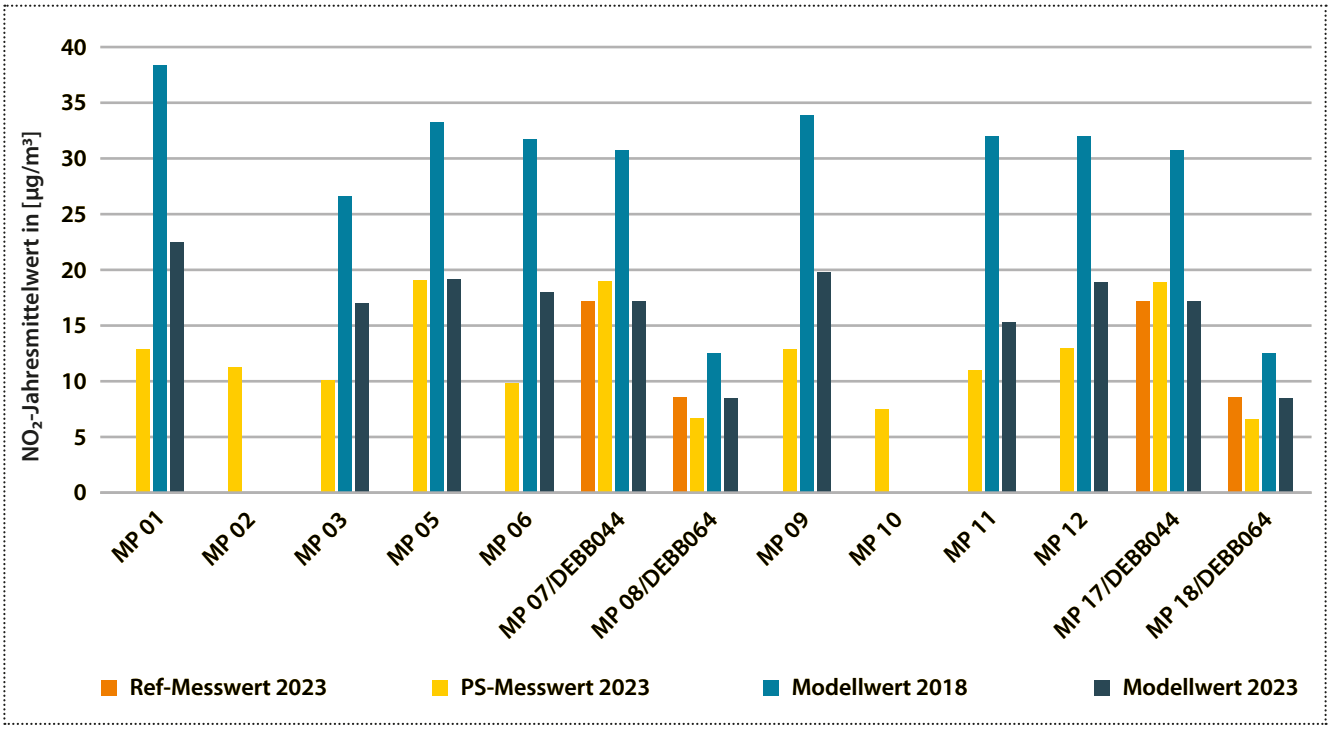


Abbildung 17: Vergleich der Modellwerte 2018 und 2023 mit den Passivsammler-Messwerten 2023 (PS) und den Messwerten der kontinuierlichen Messung mit Referenzverfahren 2023 (Ref); Schraffierter Balken: Datenverfügbarkeit < 90 %

Deutlich ins Gewicht fallen dürfte bezüglich der Modellwerte 2018 aber vor allem auch die deutlich unterschiedlichen Bezugsjahre beider Untersuchungen. Es ist aufgrund einer Vielzahl von verkehrsnahen Messreihen des Luftgütemessnetzes Brandenburg und weiterer Messnetzte in Deutschland bekannt, dass die NO_2-Konzentrationen in den vergangenen Jahren merklich zurückgegangen sind. Dabei zeigt sich ein besonders starker Rückgang seit dem Jahr 2020 [25]. Hierfür ist auch eine Verbesserung der Emissionsstandards von Diesel-Pkw ursächlich. Dies spiegelt sich auch im Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs wieder, dass den Kfz-Emissionsmodellierungen des zugrunde liegt.

Doch auch die Modellwerte 2023 zeigen teilweise deutliche Unterschiede zu den Messwerten der Profilmessung. Lediglich MP 05 zeigt hier eine sehr gute Übereinstimmung. Alle anderen Abschnitte weisen eine Abweichung von mindestens 10 % auf. Die Abweichungen sind dennoch deutlich geringer als zu den Modellwerten 2018. Im Gegensatz zu diesen gibt es unter den Modellwerten 2023 auch einen Abschnitt (MP 07/17) wo das Modell den Messwert unterschätzt. Hierbei handelt es sich um den Abschnitt Bahnhofsstraße, in welchem auch die Messstation DEBB044 liegt. MP 07/17 überschätzt im Jahr 2023 hier tatsächlich auch die kontinuierliche Messung des Referenzverfahrens, was zu einem großen Anteil an einer kleinräumig abweichenden Standortwahl zusammen hängen dürfte, die für das Jahr 2024 korrigiert wurde (vgl. dazu auch Ziffer 6.3). Der Modellwert für den Abschnitt ist hingegen identisch zum Jahresmittelwert der kontinuierlichen Messung DEBB044! Ein explizierter tiefgehender Vergleich der kontinuierlichen Messungen und der Profil-Messung erfolgt unter Ziffer 6.2.

6.2 Vergleich von Messergebnissen der NO_2-Passivsammler und der Referenzmethode für NO_2

Durch die Messung an den Containern (DEBB044 -> MP 07/17 und DEBB064 -> MP08/18) ist ein direkter Vergleich beider Messreihen und die Bestimmung der Korrelation zwischen den Ergebnissen der Profilmessung und den kontinuierlichen Messungen mit dem Referenzverfahren möglich.

Für die Korrelation liegen dank der Parallelreihen bei den Passivsammlern 26 Messzeiträume pro Standort vor, für die zunächst die zeitlich exakt korrespondierenden Mittelwerte aus dem Referenzverfahren berechnet werden. Diese Mittelwerte werden den unveränderten Ergebnissen der Passivsammler gegenübergestellt (vgl. Abbildung 18).

Die Gegenüberstellung der Messpunkte MP 07 und MP 17 mit der kontinuierlichen Messung DEBB044 zeigt für die beiden Messpunkte an derselben Messstelle eine jeweils deutlich unterschiedliche Korrelation zum Referenzverfahren. Zeigt der Messpunkt MP 07 noch eine Korrelation von $R^2 = 0{,}7269$ auf, was einem guten linearen Zusammenhang entspricht, so ist die Korrelation des Messpunktes MP 17 mit $R^2 = 0{,}4501$ deutlich schlechter und der lineare Zusammenhang gering. Mögliche Ursache für die teilweise schlechte Korrelation, kann der relativ große räumliche Abstand zwischen Probeneinlass der kontinuierlichen Messung und der Messstelle MP 07/17 sein (vgl. auch Ziffer 6.3).

In Abbildung 19 wird die Korrelation der Messpunkte MP 08 und MP 18 mit der kontinuierlichen Messung DEBB064 dargestellt.

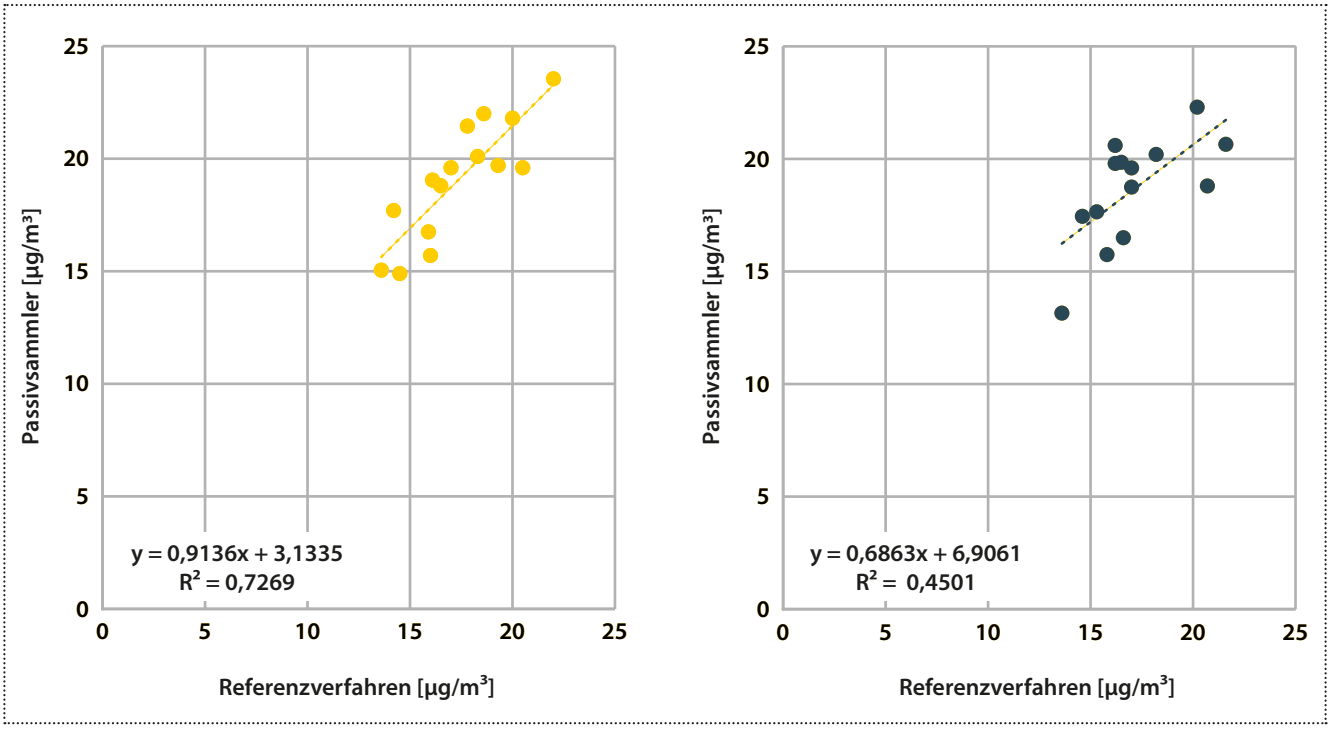
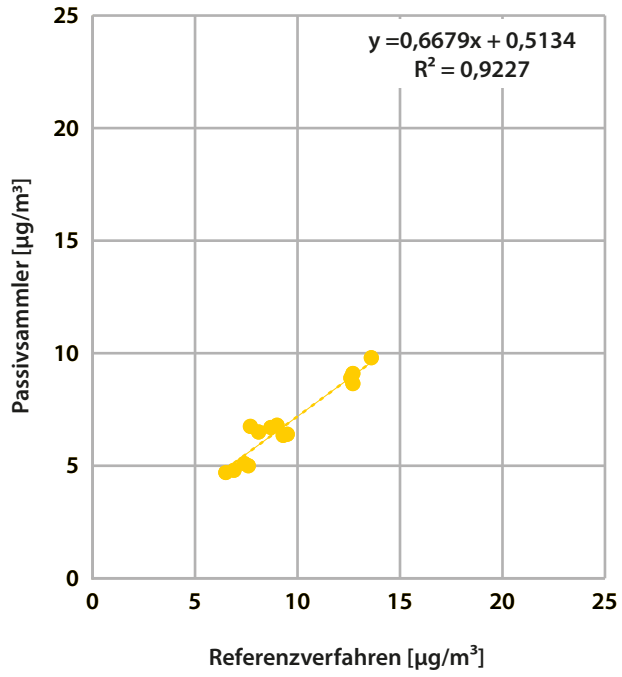


Abbildung 18: Streudiagramm der Konzentrationen der Messpunkte MP 07 und MP 17 mit dem Referenzverfahren (DEBB044); linke Seite: MP 07; rechte Seite: MP 17; Dargestellt werden auch die Kennzahlen der linearen Regression



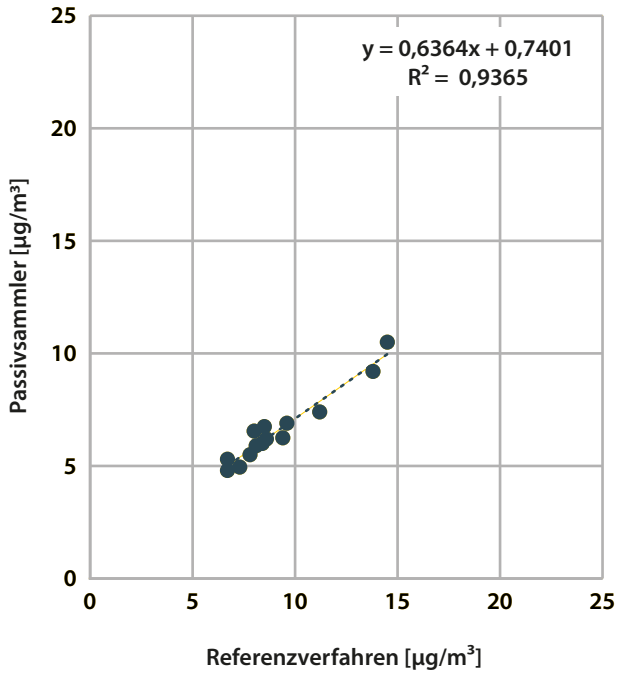


Abbildung 19: Streudiagramm der Konzentrationen der Messpunkte MP 08und MP 18 mit dem Referenzverfahren (DEBB064); linke Seite: MP 08; rechte Seite: MP 18; Dargestellt werden auch die Kennzahlen der linearen Regression

Der Bestimmtheitsmaß R^2 liegt für beide Messpunkte bei über 0,9. Beide Messpunkte zeigen somit einen sehr guten linearen Zusammenhang zum Referenzverfahren. Auch in diesem Fall war der räumliche Abstand zwischen der Probenahme der kontinuierlichen Messung und der Messstelle MP 08/18 größer als sonst üblich, jedoch führte dies zu keiner schlechteren Korrelation.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Korrelation zwischen Referenzverfahren und NO_2-Passivsammlern für die Messstelle im städtischen Hintergrund deutlich besser ausfällt als für die verkehrsbezogene Messstelle.

Die nachfolgende Abbildung 20 fasst alle bisherigen Vergleiche zwischen NO_2-Passivsammler- und Referenzverfahren aus Profilmesskampagnen im Land Brandenburg zusammen. Erst in dieser Gesamtschau über einen relativ breiten Konzentrationsbereich wird deutlich, wie gut der lineare Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der NO_2-Passivsammler-Messungen und denen der Referenzmethode ist. Das Bestimmtheitsmaß von R^2= 0,93 weist eine geringe Streuung der Vergleichsdaten aus. Dies bedeutet eine hohe Datenqualität eines Passivsammler-Jahresmittelwertes, die mit der Datenqualität des Referenzverfahrens vergleichbar ist.

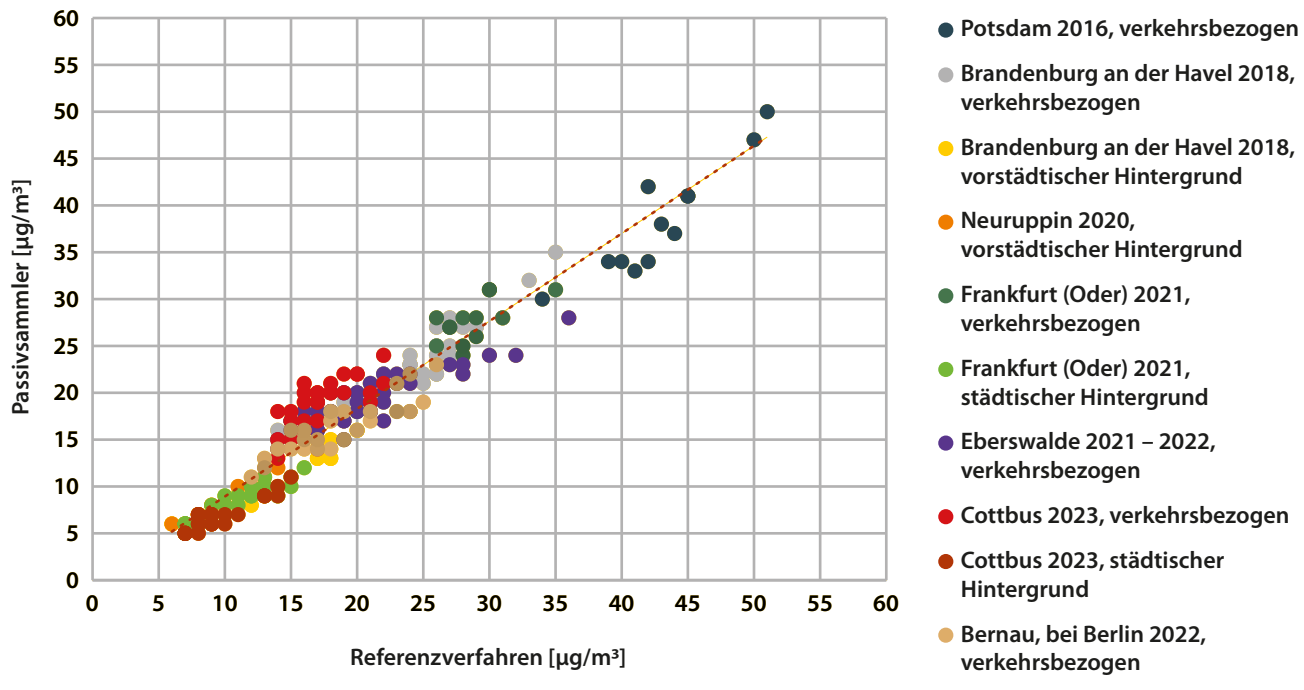


Abbildung 20: Streudiagramm aller bisherigen Profilmessungen mit NO_2-Passivsammlern, die einen Vergleich zwischen NO_2-Passivsammler und Referenzverfahren beinhalten

6.3 Fortführung der Profilmessung an ausgewählten Standorten in 2024

Die Sperrung der Straße am Messpunkt MP 03 in der Straße der Jugend hatte eine erhebliche Beeinflussung des üblichen Verkehrsgeschehens zur Folge (vgl. Ziffer 2.3). Die Aussagekraft dieser Messung für das Jahr 2023 ist daher eingeschränkt. Deshalb entschlossen wir uns an den Messstellen MP 03 und MP 07/17 für eine Fortführung der Profilmessung im Jahr 2024.

Folgende Fragestellungen sollten dabei betrachtet werden:

- Wie hat sich die Immissionssituation in der Straße der Jugend im Bereich des Messpunktes MP 03 nach der Beendigung der Bauarbeiten verändert?
- Wie lässt sich die Immissionssituation im Bereich des Messpunktes MP 03 gegenüber jener am Standort des Messcontainers DEBB044 einordnen?

Im Zuge dieser Fortführung haben wir den Standort der Messstelle MP 07/17 geringfügig geändert. Um die räumliche Distanz zwischen der Messstelle der Profilmessung und der kontinuierlichen Messung auf ein Minimum zu reduzieren, wurde MP 07/17 vom Dachgeländer an das Probenahmerohr der Gasanalysatoren verlegt. Der Abstand zur Straße wuchs dadurch um rund 75 cm in der Horizontalen und 60 cm in der Vertikalen.

Insgesamt wurden im Jahr 2024 74 NO_2-Passivsammler ausgebracht. Davon konnten nur 70 durch das Labor analysiert werden, da vier Proben entwendet wurden. Auf eine Darstellung der Rohergebnisse wird im Folgenden verzichtet und es erfolgt direkt eine Betrachtung der Monatsmittelwerte (vgl. Abbildung 21).

Die Abbildung lässt erkennen, dass die Monatsmittelwerte des Messpunktes MP 03 über den gesamten Jahresverlauf niedriger sind als am Standort des Messcontainers.

Gegenüber dem Jahr 2023 zeigte sich, dass sich am Standort des Messcontainers die Monatsmittelwerte an der Messstelle MP 07/17 und DEBB044, also Profilmessung und kontinuierliche Messung, deutlich angenähert haben.

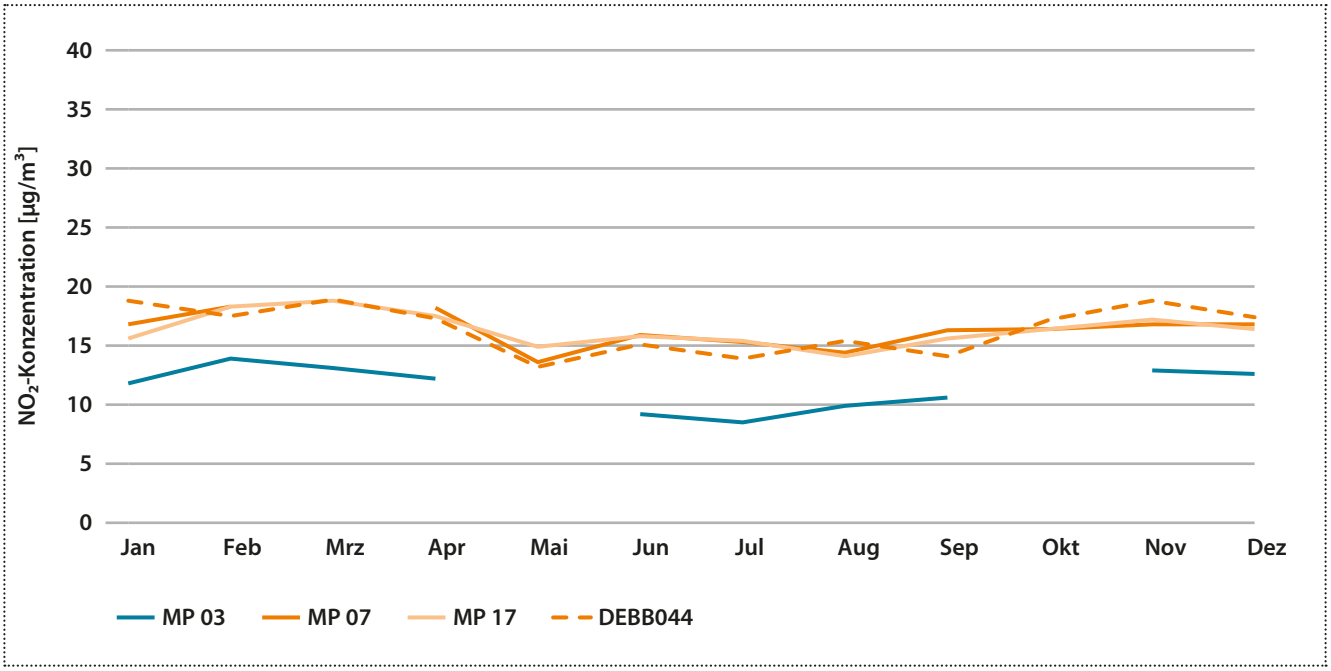


Abbildung 21: NO_2-Monatsmittelwerte der fortgeführten Messpunkte der Profilmessung und des Referenzverfahrens (DEBB044) im Jahr 2024

Die Jahresmittelwerte (vgl. Abbildung 22) bestätigen die für das Jahr 2023 beschriebenen Ergebnisse.

Alle Jahresmittelwerte für das Jahr 2024 liegen deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m³. Die Messstelle MP 07/17 liegt auf einem Niveau mit der kontinuierlichen Messung BEBB044. Die Konzentration am Messpunkt MP 03 in der Straße der Jugend liegt im Jahr 2024 um etwa ein Drittel niedriger als die an den beiden Messpunkten MP 07 und MP 17 in der Bahnhofstraße.

Gegenüber dem Vorjahr weisen die Messpunkte MP 07 und MP 17 mit etwa 3 µg/m³ den höchsten Rückgang auf. Die kontinuierliche Messung DEBB044 weist ebenfalls einen Rückgang, jedoch von lediglich rund 0,7 µg/m³ auf. Wie schon in den Monatsmittelwerten, spiegelt der hohe Rückgang an der Messstelle MP 07/17 einerseits einen allgemeinen Rückgang der Immissionsbelastung wieder. Wesentlich stärker ins Gewicht fällt hierbei jedoch offenbar die geringfügige Standortveränderung der Messstelle MP 07/17, was einmal mehr die hohe Variabilität der NO_2-Konzentrationen auf kleinem Raum in einer Straßenschlucht veranschaulicht.

Am Messpunkt MP 03 hingegen liegt die Konzentration im Jahresmittel 2024 rund 1,3 µg/m³ über dem Vorjahreswert. Ein Anstieg war aufgrund der Freigabe des Verkehrs in der Straße der Jugend Anfang September 2023 zu erwarten. Dieser hatte sich schon in den letzten vier Monatsmittelwerten 2023 abgezeichnet.

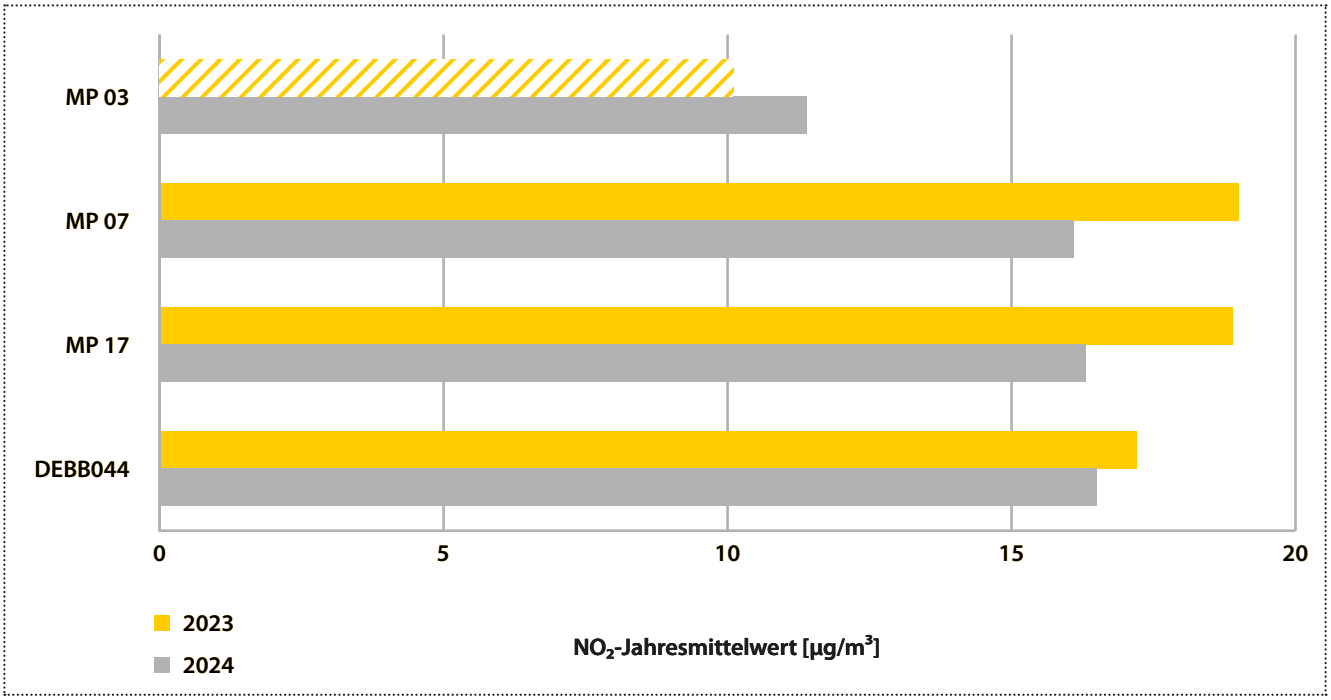


Abbildung 22: NO_2-Jahresmittelwerte der fortgeführten Messpunkte der Profilmessung und des Referenzverfahrens (DEBB044) im Jahr 2024; Schraffierter Balken: Datenverfügbarkeit < 90 %

7 Fazit

Die Messkampagne in Cottbus bestätigt erneut die positiven Erkenntnisse vorrangegangener Messkampagnen mit Passivsammlern: Die Messung ist kostengünstig, die Passivsammler können einfach installiert werden und bieten die Möglichkeit, die Erhebung eines räumlichen NO_2-Konzentrationsprofils praktikabel in den Routinebetrieb des landesweiten Messnetzes zu integrieren. Die Analyseergebnisse des externen Labors sind qualitätsgesichert und erfüllen bereits die Qualitätsanforderungen für ortsfeste Messungen entsprechend der 39. BImSchV.

Aufgrund der positiven Erfahrungen wird die Methode mit den NO_2-Passivsammlern auch weiterhin im Land Brandenburg genutzt werden, um zum Beispiel die Ortswahl weiterer Messstandorte zu überprüfen.

Als einschränkend ist lediglich die zeitliche Verzögerung von der Messung zum Analyseergebnis sowie die methodenbedingt an die Länge des Probenahmezeitraums gebundene zeitliche Auflösung der Einzelwerte zu sehen. So ist die Auswertung hinsichtlich von Kurzzeitgrenzwerten (Einstundenmittelwert von 200 µg/m³ darf nicht öfter als 18-mal im Kalenderjahr überschritten werden) nicht möglich. Letzteres ist in der Praxis jedoch nicht von Relevanz. Zum einen sind die Profilmessungen mit Passivsammlern nicht Bestandteil der formalen Beurteilungsstrategie im Land Brandenburg. Zum anderen traten Überschreitungen des NO_2-Kurzzeitgrenzwertes seit vielen Jahren sogar an den höchstbelasteten verkehrsnahen Messstellen nicht mehr auf.

Herausfordernd ist es regelmäßig, die Passivsammler vor „ungeplanten Störgrößen“ zu schützen, denn die Entwendung einzelner Proben im Zuge der hier vorgestellten Profilmessung ist leider keine Ausnahme.

Die dargestellte Methode zur Überprüfung der Repräsentativität eines Messstandortes stellt eine einfache Möglichkeit dar, diese Fragestellung statistisch fundiert zu beantworten. In Cottbus zeigen wir, dass die kontinuierlichen Messstandorte DEBB044 und DEBB064 das verkehrsnah höchste bzw. das niedrigere Konzentrationsniveau im städtischen Hintergrund abdecken.

Mit der Fortschreibung der Datengegenüberstellung von Passivsammler- und Referenzverfahren sichern wir die Datenbasis für diesbezügliche Gleichwertigkeitsbetrachtungen. Je breiter der Zusammenhang beider Methoden regional und auch temporal (über Jahre mit unterschiedlicher Witterung) mit echten Messdaten abgebildet wird, umso besser können wir Passivsammler-Ergebnisse auch an möglichen Messorten ohne Vergleichsmessung zur Referenz einschätzen.

Quellen

[1] Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg: Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt – Heft Nr. 155 – Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Potsdam, Potsdam, 2018

[2] Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) des Landes Brandenburg: Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Brandenburg an der Havel (2018 – 2019), Potsdam, 2022

[3] Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) des Landes Brandenburg: Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Neuruppin (2020), Potsdam, 2022

[4] Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) des Landes Brandenburg: Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Pritzwalk (2020), Potsdam, 2022

[5] Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) des Landes Brandenburg: Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Eberswale (2021 – 2022), Potsdam, 2024

[6] Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) des Landes Brandenburg: Profilmessung mit NO_2-Passivsammlern in Erkner (2022 – 2023), Potsdam, 2024

[7] Verordnung zur Regelung der Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissionsschutzes (Immissionsschutzzuständigkeitsverordnung – ImSchZV) vom 31. März 2008 (GVBl.II/08, [Nr. 08], S.122)

[8] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

[9] Richtlinie (EU) 2015/1480 der Kommission vom 28. August 2015 zur Änderung bestimmter Anhänge der Richtlinien 2004/107/EG und 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend Referenzmethoden, Datenvalidierung und Standorte für Probenahmestellen zur Bestimmung der Luftqualität

[10] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

[11] Richtlinie 2024/2881/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2024 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Neufassung)

[12] Landesregierung Brandenburg: Beurteilung der Luftqualität. Beurteilungsgebiete. 2025. https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/immissionsschutz/luftqualitaet/luftguetemessnetz-brandenburg/beurteilung/# (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[13] Landesregierung Brandenburg: Messstation Cottbus. 2025, verfügbar unter: https://luftdaten.brandenburg.de/w/cottbus-1 (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[14] Landesregierung Brandenburg: Messstation Cottbus, Bahnhofstr. 2025, verfügbar unter: https://luftdaten.brandenburg.de/w/cottbus-bahnhofstr (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[15] Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, 2021: Modellierungen von Luftschadstoff-Belastungsniveaus in Brandenburg nach Stationsklassifikation der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV, verfügbar unter https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/umwelt/immissionsschutz/luft/luftreinhalteplanung/# (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[16] Schweizerische Akkreditierungsstelle: STS-Verzeichnis, Akkreditierungsnummer: STS 0149, verfügbar unter https://www.sas.admin.ch/sas/de/home/akkreditiertestellen/akkrstellensuchesas/_jcr_content/par/externalcontent.bitexternalcontent.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9zYXNkYi5jbGllbnRzLmxpaXAuY2gvbWVkaWEvcG/RmL1NUUy0wMTQ5LWRlLnBkZg==.pdf (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[17] Pfeffer, U., Zang, T.; Rumpf, E.-M., S. Zang: Calibration of diffusive samplers for nitrogen dioxide using the reference method – Evaluation of measurement uncertainty. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 70 (2010) Nr. 11/12, verfügbar unter https://

www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/luft/immission-en/ber_trend/Pfeffer_et_al_NO2-diffusive_2010-corr.pdf (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[18] Zang, T., Pfeffer, U.: Messung von Stickstoffdioxid in der Außenluft mit Passivsammlern in NRW – Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren der Europäischen Richtlinie 2008/50/EG und der 39. BlmSchV. LANUV-Fachbericht 59, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, 2015, verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30059.pdf (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[19] Zang, T,: Messen von Stickstoffdioxid in der Außenluft – Nachweis der Gleichwertigkeit von Passivsammlern. LANUV-Fachbericht 108, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, 2021, verfügbar unter: https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/Fachbericht_108_Stickstoffdioxid_Aussenluft.pdf (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[20] Passam AG, 2012: Kenndaten Passivsammler für Stickstoffdioxid, verfügbar unter https://www.passam.ch/wp-content/uploads/2020/01/de_NO2lt.pdf (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[21] Stern, R.,: Entwicklung und Anwendung des chemischen Transportmodells REM-CALGRID. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 298 41 252 des Umweltbundesamts „Modellierung und Prüfung von Strategien zur Verminderung der Belastung durch Ozon", Freie Universität Berlin Institut für Meteorologie Troposphärische Umweltforschung, Berlin, 2003

[22] IVU Umwelt GmbH: IMMISem/luft – Handbuch zur Version 9., Freiburg, 2022

[23] Infras AG: Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs – Version 4.1, Zürich, 2019, verfügbar unter: https://www.hbefa.net/de/software#versionen (letzter Zugriff: 02.09.2025)

[24] IVU Umwelt GmbH: Endbericht Neuberechnung von Hintergrundimmissionen sowie der Kfz-Emissionen und Immissionen im Land Brandenburg auf Basis aktualisierter Eingangsdaten, Freiburg, 2014

[25] Umweltbundesamt: Luftqualität 2024 Vorläufige Auswertung, S. 14 ff, III Stickstoffdioxid: Rückgang setzt sich fort, Dessau-Roßlau, 2025, verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2025_uba_hgp_luftqualitaet_2024_dt.pdf (letzter Zugriff: 02.09.2025)

Landesregierung Brandenburg
Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft,
Umwelt und Verbraucherschutz (MLEUV)
Henning-von-Tresckow-Straße 2–13 | Haus S
14467 Potsdam
E-Mail: kontakt@mleuv.brandenburg.de
Internet: https://mleuv.brandenburg.de