



Staatliches  
Gewerbeaufsichtsamt  
Hildesheim



## Modeltechnische Untersuchungen zur Überprüfung der Wirkung der Umweltzone Hannover auf die PM-Konzentration

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm,  
Gefahrstoffe und Störfallvorsorge – ZUS LLGS



Niedersachsen



## Herausgeber

**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim**  
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim  
Hildesheim, Juli 2020

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm,  
Gefahrstoffe und Störfallvorsorge (ZUS LLGS)



# 1. Inhalt

<b>1. Aufgabenstellung und Methodik</b> .....	4
<b>2. Modelltechnische Untersuchungen</b> .....	5
2.1 Analyse für das Bezugsjahr 2019 .....	5
2.2 Vergleich der Modellwerte mit den Messwerten 2019.....	6
2.3 Minderungswirkung der Umweltzone durch Flottenanpassung in den Bezugsjahren 2020 und 2021 .....	7
2.4 Minderungswirkung der Umweltzone durch Flottenanpassung und Verkehrsmengenerhöhung in den Bezugsjahren 2020 und 2021 – Maximale Wirkungsabschätzung.....	9
<b>3. Zusammenfassung</b> .....	10
<b>4. Literaturverzeichnis</b> .....	11

# 1. Aufgabenstellung und Methodik

Die ZUS LLGS wurde im Mai 2020 vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz beauftragt die Wirkung der Umweltzone auf die NO<sub>2</sub>- und PM-Konzentration in Hannover modelltechnisch zu untersuchen. Dieser Bericht stellt die Ergebnisse der modelltechnischen Untersuchungen zur Überprüfung der Wirkung der Umweltzone Hannover auf die Feinstaubkonzentration dar. Die Wirkung der Umweltzone hinsichtlich NO<sub>2</sub> wird in einem gesonderten Bericht dargestellt.

Es wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Analyse für das Bezugsjahr 2019
- Vergleich der Modellwerte mit den Messwerten 2019
- Minderungswirkung der bestehenden Umweltzone durch Flottenanpassung in den Bezugsjahren 2020 und 2021
- Minderungswirkung der bestehenden Umweltzone durch Flottenanpassung und Verkehrsmengenerhöhung in den Bezugsjahren 2020 und 2021
- Emissionsseitige Wirkungsabschätzung für Ruß

Die Untersuchung erfolgte für die im Bezugsjahr 2020 auf Basis der aktuellen Fassung des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 4.1) ermittelten neun Belastungsschwerpunkte. An diesen neun Straßenabschnitten wurden im Jahresmittel NO<sub>2</sub>-Konzentrationen oberhalb von 40 µg/m<sup>3</sup> berechnet (Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim, 03/2020).

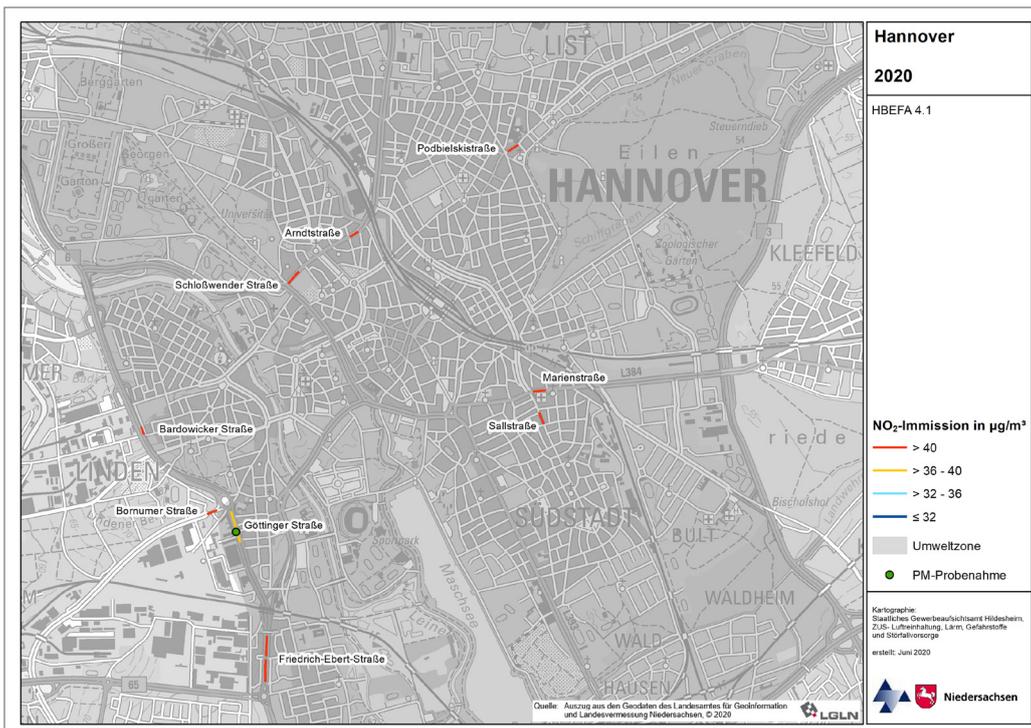
Die neun Belastungsschwerpunkte liegen in folgenden Straßenzügen:

- Arndtstraße
- Bardowicker Straße
- Bornumer Straße (außerhalb der Umweltzone)
- Friedrich-Ebert-Straße (2 Abschnitte)
- Marienstraße
- Podbielskistraße
- Sallstraße
- Schloßwender Straße

Ergänzend wurde ein Straßenabschnitt in der Göttinger Straße untersucht, für den durch die Modellrechnung im Bezugsjahr 2020 eine NO<sub>2</sub>-Belastung unterhalb von 40 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert wurde. Die an diesem Abschnitt messtechnisch ermittelte Feinstaubkonzentration wird für den Vergleich mit den modelltechnisch ermittelten Werten genutzt. Die Lage der Probenahmestelle und der zu untersuchenden Belastungsschwerpunkte ist klassifiziert nach berechneter NO<sub>2</sub>-Konzentration im Bezugsjahr 2020 in Abbildung 1 dargestellt.

Folgende Bedingungen sind Grundlage der o.g. Berechnungen:

- Im gewählten Verfahren wird in einem zweistufigen Prozess zunächst mit dem immissionsklimatologischen Ausbreitungsmodell IMMIS<sup>net</sup> (IVU Umwelt, 2018) die städtische Hintergrundbelastung als Überdachkonzentration an den zu untersuchenden Straßenabschnitten bestimmt. Diese bildet zusammen mit der regionalen Hintergrundbelastung die Vorbelastung jedes untersuchten Straßenabschnitts. Mit dem Screeningmodell



**Abbildung 1:** Lage der untersuchten Belastungsschwerpunkte (berechneter NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert 2020 > 40 µg/m<sup>3</sup>) und Lage der Feinstaub-Probenahmestelle



IMMIS<sup>luft</sup> in der Version 8 (IVU Umwelt, 2020) wird anschließend die Zusatzbelastung, die der Straßenverkehr selbst in dem jeweiligen Straßenabschnitt verursacht, ermittelt.

- Das verwendete Modell IMMIS<sup>luft</sup> 8 basiert auf HBEFA 4.1 (Infras, 2019).
- Der regionale Hintergrund wurde aus der PM<sub>10</sub>-Hintergrundkarte für das Bezugsjahr 2018 des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2020) abgeleitet und unverändert für die Analyse 2019 und die Prognose 2020 verwendet. Daten für das Bezugsjahr 2019 waren zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Untersuchung im UBA-Kartendienst nicht verfügbar.
- Der städtische Hintergrund wurde für PM<sub>10</sub> auf der Grundlage des aktuell vorliegenden Emissionskatasters angefertigt. Hierbei wurden industrielle Emissionen, Emissionen aus Hausbrand und Emissionen aus dem Bahn-, Binnenschiff und Straßenverkehr berücksichtigt. Der Einfluss der emissionsmindernden Wirkung der Flottenentwicklung in Prognosejahren und der Maßnahmen auf die städtische Vorbelastung wurde berücksichtigt.
- Für PM<sub>2,5</sub> wurde als Vorbelastung der PM<sub>2,5</sub>-Messwert der Hintergrundstation des LÜN am Lindener Berg für die Analyse im Bezugsjahr 2019 verwendet. Der Einfluss der emissionsmindernden Wirkung der Flottenentwicklung in Prognosejahren und der Maßnahmen auf die städtische Vorbelastung wurde berücksichtigt.
- Meteorologische Daten wurden einer Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes für die Station Hannover (Bezugszeitraum: 2007-2016) entnommen.
- Zur Ermittlung der Dieselruß-Emissionen wurden die HBEFA-Emissionsfaktoren für Blackcarbon (BC) verwendet.
- Die Emissionsberechnung der Auspuffemissionen wird

ergänzt durch BC-, PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Emissionen durch Aufwirbelung, Reifen- und Bremsabrieb. Im gewählten Verfahren werden die Emissionsfaktoren des HBEFA verwendet.

- Die verwendeten Flottendateien für das Bezugsjahr 2020 wurden hinsichtlich der Linienbusflotte in Hannover angepasst. Eine interne Auswertung hat gezeigt, dass im Bezugsjahr 2020 die Verwendung der Busflotte für Hannover gegenüber der Standardbusflotte nur wenig Einfluss auf die NO<sub>2</sub>-Konzentration an den Belastungsschwerpunkten hat. Für die vorliegende Aufgabenstellung stellt die Verwendung der Standardbusflotte nach HBEFA daher einen hinreichend geeigneten Ansatz dar. Da für die Bezugsjahre 2019 und 2021 keine Informationen zur Linienbusflotte der Stadt Hannover vorlagen, wurde auch für diese Jahre die Standardbusflotte nach HBEFA verwendet.
- Die mit der Stadt Hannover im Januar 2020 abgestimmten Verkehrsdaten wurden für das Bezugsjahr 2018 zusammengestellt und auch für Prognoseberechnungen verwendet.

## 2. Modelltechnische Untersuchungen

### 2.1 Analyse für das Bezugsjahr 2019

Modellrechnungen auf Basis von HBEFA 4.1 ergeben für das Bezugsjahr 2019 die in der Tabelle 1 aufgelisteten Jahresmittelwerte für Feinstaub der Fraktionen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie die Anzahl der Tage mit PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerten über 50 µg/m<sup>3</sup>. Dabei liegen die prognostizierten Jahresmittelwerte für PM<sub>10</sub> an den zehn Abschnitten deutlich unterhalb des seit 2005 gültigen Jahresgrenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup>. Zwei Straßenabschnitte in der Friedrich-Ebert-Straße wei-

ID	Standort	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>
		Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>	Anzahl Tage mit Tagesmittelwerten > 50 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>
2289	Friedrich-Ebert-Straße	23	14	11
1665	Friedrich-Ebert-Straße	22	12	11
10470	Bardowicker Straße	21	11	9
18	Schloßwender Straße	20	8	11
7329	Bornumer Straße	19	7	11
1691	Göttinger Straße	19	7	11
297	Arndtstraße	19	7	11
1070	Marienstraße	19	7	11
2924	Sallstraße	19	6	11
3187	Podbielskistraße	18	6	10

**Tabelle 1:**  
Berechnete Feinstaub-Jahresmittelwerte im Jahr 2019

sen mit 23 und 22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  die höchsten Belastungen auf. Die berechnete Anzahl der Tage mit  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelwerten über 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt mit 5 - 14 Tage deutlich unterhalb der erlaubten 35 Tage<sup>1</sup>.

Der seit 2015 für Feinstaub der Fraktion  $\text{PM}_{2,5}$  geltende Grenzwert in Höhe von 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  wird 2019 an allen untersuchten Abschnitten deutlich unterschritten. Die höchsten  $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentrationen werden für zwei Abschnitte in der Friedrich-Ebert-Straße mit rund 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  abgeschätzt.

In Abbildung 2 ist beispielhaft für die Göttinger Straße die Zusammensetzung der  $\text{PM}_{10}$ -Immission im Bezugsjahr 2019 nach Quellgruppen dargestellt. Es dominiert die regionale Vorbelastung mit ca. 68 %. Der Beitrag des Straßenverkehrs zur  $\text{PM}_{10}$ -Immission aus der lokalen Zusatzbelastung und dem städtischen Hintergrund kann zusammen mit fast 30 % quantifiziert werden. Die restlichen Quellgruppen haben mit einem Immissionsbeitrag von in der Summe weniger als 3 % einen geringen Einfluss auf die  $\text{PM}_{10}$ -Belastung in der Göttinger Straße.

<sup>1</sup> Statistischer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Überschreitung des  $\text{PM}_{10}$ -Tagesmittelgrenzwertes und dem  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwert (IVU Umwelt, 2020)

Die Zusammensetzung der  $\text{PM}_{2,5}$ -Immission ist beispielhaft für die Göttinger Straße im Bezugsjahr 2019 vereinfacht in Abbildung 3 dargestellt. Die Vorbelastung ohne Straßenverkehr dominiert mit ca. 79 %. Der Beitrag des Straßenverkehrs zur  $\text{PM}_{2,5}$ -Immission aus der lokalen Zusatzbelastung und dem städtischen Hintergrund beträgt zusammen 21 %. Der Beitrag der restlichen Quellen kann aufgrund fehlender Emissionsangaben nicht quantifiziert werden und verbirgt sich in der Vorbelastung ohne Straßenverkehr.

Die Feinstaubemissionen des Straßenverkehrs setzen sich aus motorbedingten Emissionen und den Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung zusammen. Der Anteil der motorbedingten Emissionen beträgt bei der Fraktion  $\text{PM}_{10}$  rund 12 % und bei der Fraktion  $\text{PM}_{2,5}$  ca. 28 %.

## 2.2 Vergleich der Modellwerte mit den Messwerten 2019

In Hannover wird durch das Lufthygienische Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) in einem Abschnitt in der Göttinger Straße kontinuierlich die Luftschadstoffbelastung gemessen.

In der Abbildung 4 sind die in Hannover in der Göttinger Straße von 2010 bis 2019 gemessenen Feinstaubkonzentrationen der Fraktionen  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$  dargestellt. Inse-

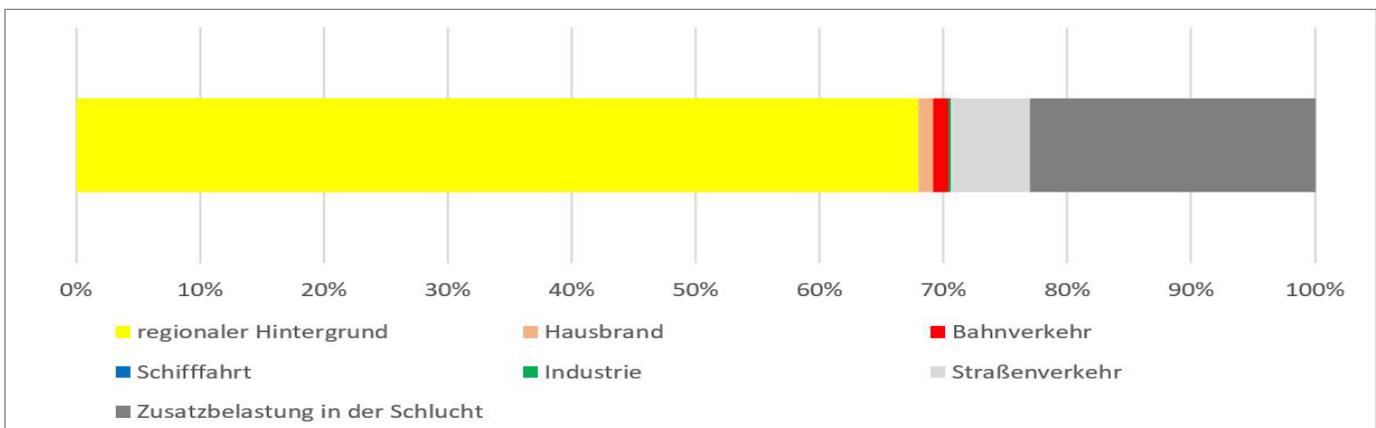


Abbildung 2: Detaillierte Quellanalyse der  $\text{PM}_{10}$ -Immission in der Göttinger Straße im Bezugsjahr 2019

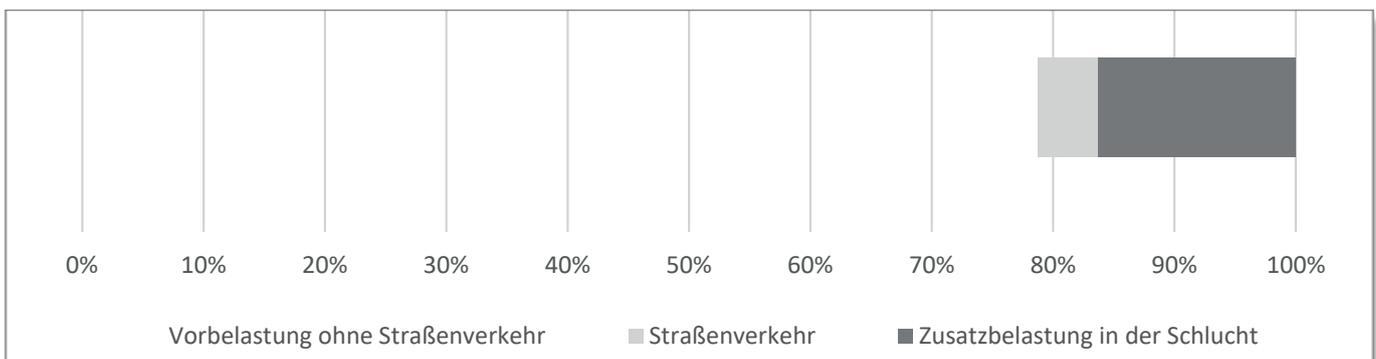
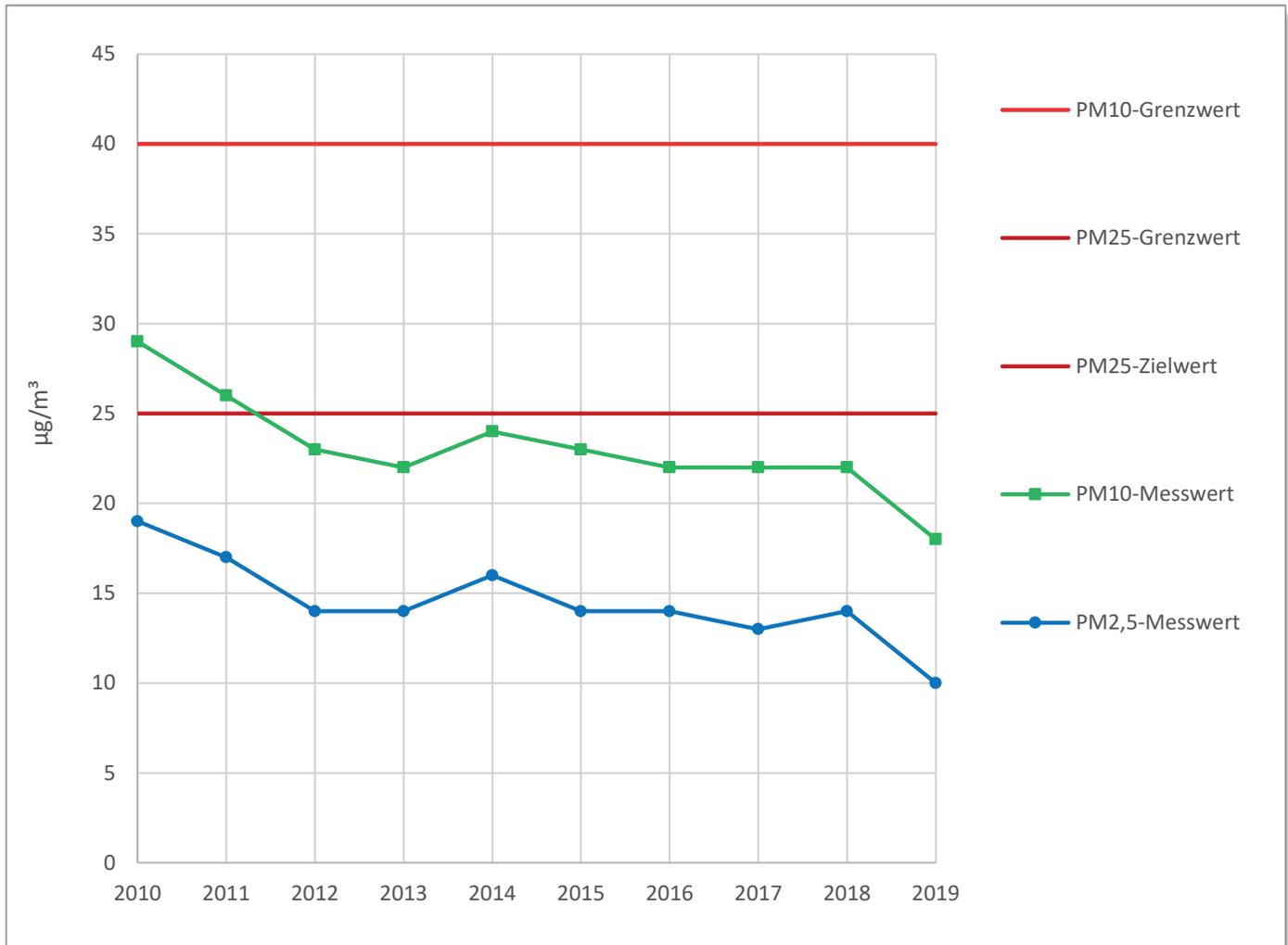


Abbildung 3: Vereinfachte Quellanalyse der  $\text{PM}_{2,5}$ -Immission in der Göttinger Straße im Bezugsjahr 2019



**Abbildung 4:** Gemessene Feinstaubkonzentrationen im Jahresmittel und Feinstaub-Jahresgrenzwerte, 2010 bis 2019

samt nimmt die Feinstaubbelastung beider Fraktionen in der Göttinger Straße von 2010 bis zum Jahr 2019 deutlich ab. Zunächst sinkt die Feinstaubkonzentration beider Fraktionen von 2010 bis 2012 kontinuierlich und deutlich ab. In den Folgejahren ändern sich die Feinstaubkonzentrationen bis 2018 wenig und sinken erst im Bezugsjahr 2019 in beiden Fraktionen deutlich ab. Die Überschreitung des  $PM_{10}$ -Grenzwertes im Jahresmittel wurde in Hannover letztmalig im Jahr 2003 festgestellt. Die Anzahl der Tage mit Tagesmittelwerten größer als  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lag in Hannover letztmalig 2005 über den erlaubten 35 Tagen. Eine Überschreitung des  $PM_{2,5}$ -Grenzwertes bzw. des Zielwertes<sup>2</sup> wurde bisher in Hannover nicht gemessen.

Eine Gegenüberstellung der für das Jahr 2019 in der Göttinger Straße mit IMMIS<sup>luft</sup> modellierten und der gemessenen Feinstaubkonzentrationen der Fraktionen  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  sowie die Anzahl der  $PM_{10}$ -Überschreitungstage findet sich in Tabelle 2.

<sup>2</sup> Der von 2010 bis 2014 angesetzte Zielwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde ab 2015 in einen Grenzwert überführt.

Die modellierten und die gemessenen Feinstaubkonzentrationen sowie die Anzahl der  $PM_{10}$ -Überschreitungstage stimmen mit einer leichten modelltechnischen Überschätzung gut überein. Für die Jahresmittelwerte  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  sowie die Überschreitungshäufigkeit des Tagesgrenzwertes von  $PM_{10}$  liefert das Modell die richtige Aussage in Bezug auf die Einhaltung der Grenzwerte.

Die Abweichung zwischen den berechneten und gemessenen Feinstaub-Jahresmittelwerten liegt in Bezug zu den Immissionsgrenzwerten für das Bezugsjahr 2019 in beiden Fraktionen mit 2,8 bzw. 3,0 % innerhalb des in der 39. BImSchV für Modellrechnungen geforderten Datenqualitätszieles von 50 % (Tabelle 2).

### 2.3 Minderungswirkung der Umweltzone durch Flottenanpassung in den Bezugsjahren 2020 und 2021

Im Jahr 2008 wurde in Hannover eine Umweltzone eingeführt. Seit 2010 ist die Umweltzone nur noch von Fahrzeu-

Fraktion	Modellwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Messwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Abweichung <sup>3</sup> % <sup>4</sup>
PM <sub>10</sub> -Überschreitungstage	7	4	-
PM <sub>10</sub> -Jahresmittel	19	18	2,8
PM <sub>2,5</sub> -Jahresmittel	11	10	3,0

**Tabelle 2:**

Vergleich der modellierten und gemessenen Feinstaubkonzentrationen in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und die Anzahl der PM<sub>10</sub>-Überschreitungstage sowie die prozentuale Abweichung in Bezug zum Grenzwert für die Probenahmestelle in der Göttinger Straße im Bezugsjahr 2019

gen mit einer grünen Plakette<sup>5</sup> befahrbar. Die Wirkung der bestehenden Umweltzone wurde an den ausgewählten Belastungsschwerpunkten in Hannover für die Bezugsjahre 2020 und 2021 auf der Grundlage des HBEFA 4.1 untersucht. Der Einfluss der Umweltzone auf die Vorbelastung wurde dabei berücksichtigt. Verdrängungseffekte aufgrund der Umweltzone wurden nicht einbezogen, d. h. es wird mit und ohne Umweltzone von einer gleichbleibenden Verkehrsmenge ausgegangen. In der Untersuchung werden Fahrzeuge die derzeit durch das Fahrverbot aus der Umweltzone ausgesperrt sind anteilig durch einfahrberechtigte Fahrzeuge mit gleicher Antriebstechnik ersetzt. Seitens der Stadt Hannover erlassene Ausnahmen vom Fahrverbot werden in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt.

Durch die bestehende Umweltzone werden in Hannover im Jahr 2020 in beiden Feinstaubfraktionen ca. 1.550 kg weniger emittiert (PM<sub>10</sub> 0,9 %; PM<sub>2,5</sub> 2,1 %<sup>6</sup>). Im Bezugsjahr 2021 nimmt die Wirkung der Umweltzone auf die Feinstaubemission auf rund 1.250 kg ab. Die Emissionsminderung wird in der vorliegenden Untersuchung durch eine Verbesserung der Flotte verursacht. Die Feinstaubemissionen der Fahrzeugflotte setzen sich aus den motorbedingten Emissionen und den Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung zusammen. Bei gleichbleibender Verkehrsmenge ist die dargestellte Emissionsminderung der Umweltzone allein

den motorbedingten Feinstaubemissionen zuzuschreiben. Die Rußemissionen vermindern sich durch die Umweltzone im Bezugsjahr 2020 um rund 1.200 kg (8,0 %) und im Bezugsjahr 2021 um rund 1.000 kg (7,4 %).

Durch den Wegfall der bestehenden Umweltzone wird sich die Feinstaubkonzentration an den Straßenabschnitten in Hannover erhöhen. Die Minderungswirkung der Umweltzone auf die PM<sub>10</sub>- und die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration ist für das Bezugsjahr 2020 in Tabelle 3 dargestellt. An den ausgewählten Belastungsschwerpunkten innerhalb der Umweltzone wird mit dem Wegfall der Umweltzone ein Anstieg der PM<sub>10</sub>-Immission um bis zu 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,2 – 1,2 %) und der PM<sub>2,5</sub>-Immission um bis zu 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,5 – 2,1 %) berechnet. An dem Abschnitt in der Bornumer Straße ist die modelltechnisch ermittelte Wirkung der Umweltzone auf die Feinstaubkonzentration sehr gering (0,1 % bei PM<sub>10</sub> und 0,2 % bei PM<sub>2,5</sub>).

<sup>3</sup> Berechnung mit ungerundeten Werten

<sup>4</sup> Bezug zum Immissionsgrenzwert

<sup>5</sup> 35. BImSchV, Diesel ab Euro 4, Benziner mit geregelter Katalysator sowie von Fahrzeugen ohne Verbrennungsmotor wie z. B. Elektroautos

<sup>6</sup> In Bezug zur Emission des Straßenverkehrs

<sup>7</sup> Berechnet mit ungerundeten Werten

<sup>8</sup> In Bezug zur Immission mit Umweltzone

ID	Standort	Umweltzone	PM <sub>10</sub> <sup>7</sup>		PM <sub>2,5</sub> <sup>7</sup>	
			in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	in % <sup>8</sup>	in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	in % <sup>8</sup>
7329	Bornumer Straße	nein	0,0	0,1	0,0	0,2
297	Arndtstraße	ja	0,2	1,1	0,2	2,0
10470	Bardowicker Straße	ja	0,0	0,2	0,0	0,5
1665	Friedrich-Ebert-Straße	ja	0,2	1,0	0,2	1,9
2289	Friedrich-Ebert-Straße	ja	0,2	1,1	0,2	2,1
1691*	Göttinger Straße	ja	0,2	0,9	0,2	1,7
1070	Marienstraße	ja	0,2	1,1	0,2	2,0
3187	Podbielskistraße	ja	0,2	1,1	0,2	1,9
2924	Sallstraße	ja	0,2	1,0	0,2	1,8
18	Schloßwender Straße	ja	0,2	1,2	0,2	2,1

**Tabelle 3:**

Wirkung der Umweltzone auf die Feinstaubkonzentration im Bezugsjahr 2020

\*Probenahmestelle



Die Bornumer Straße liegt außerhalb der Umweltzone. Deshalb wirkt sich ein Wegfall der Umweltzone auf die Feinstaubimmission in der Bornumer Straße deutlich geringer aus als in den anderen dargestellten Belastungsschwerpunkten. Die Immissionsänderung in der Bornumer Straße wird durch die Anpassung der Vorbelastung aufgrund der gesamtstädtischen Emissionsänderung verursacht.

In der Bardowicker Straße wird die Feinstaubbelastung durch die Vorbelastung, insbesondere durch den Straßenverkehr im städtischen Hintergrund und weniger durch den Verkehr in der Straße selbst verursacht. Dementsprechend fällt die Wirkung der Umweltzone in der Bardowicker Straße gering aus.

Im Bezugsjahr 2021 reduziert sich die berechnete absolute Minderungswirkung der Umweltzone gegenüber dem Bezugsjahr 2020 geringfügig. An den ausgewählten Belastungsschwerpunkten innerhalb der Umweltzone wird im Bezugsjahr 2021 mit dem Wegfall der Umweltzone die  $PM_{10}$ -Immission um bis zu  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,2 - 1,0 %) und die  $PM_{2,5}$ -Immission um bis zu  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,4 - 1,8 %) ansteigen. Die Minderungswirkung der Umweltzone in der Bornumer Straße bleibt im Vergleich zum Bezugsjahr 2020 nahezu unverändert.

## 2.4 Minderungswirkung der Umweltzone durch Flottenanpassung und Verkehrsmengenerhöhung in den Bezugsjahren 2020 und 2021 – Maximale Wirkungsabschätzung

Zusätzlich soll die Wirkung der Umweltzone unter Berücksichtigung der Flottenanpassungen und einer Verkehrsmengenerhöhung als maximale Potenzialabschätzung untersucht werden. Die Erhöhung der Verkehrsmengen wird aus

den Bestandsdaten der Kraftfahrzeuge nach Plakettenverordnung der Region Hannover abgeleitet (Kraftfahrt-Bundesamt, 2019). Danach durften mit Stand vom 1.1.2019 rund 3,7 % der in der Region Hannover zugelassenen PKW und 17,5 % der Nutzfahrzeuge nicht in die bestehende Umweltzone einfahren. In der Untersuchung zur maximalen Wirkungsabschätzung wurde mit dem Wegfall der Umweltzone die Fahrzeugmenge der PKW sowie der leichten und schweren LKW innerhalb der Grenzen der Umweltzone anteilig erhöht. Der Einfluss der Verkehrsmengenerhöhung auf den Verkehrsfluss wurde dabei nicht berücksichtigt.

Durch die bestehende Umweltzone werden in Hannover im Jahr 2020 in der Fraktion  $PM_{10}$  maximal ca. 4.200 kg (2,5 %<sup>9</sup>) und in der Fraktion  $PM_{2,5}$  2.600 kg (3,6 %<sup>9</sup>) weniger emittiert. Im Bezugsjahr 2021 nimmt die Wirkung der Umweltzone auf die Feinstaubemission um rund 300 kg auf 3.900 kg  $PM_{10}$  bzw. 2.300 kg  $PM_{2,5}$  ab. Zusätzlich zum Emissionsbeitrag aus der Anpassung der Flotte wird mit der maximalen Wirkungsabschätzung ein emissionsseitiger Beitrag aus der Verkehrsmengenerhöhung berücksichtigt. Die stadtweite Emissionsminderung der Umweltzone wird bei  $PM_{10}$  zu rund 63 % und bei  $PM_{2,5}$  zu ca. 42 % durch die Verkehrsmengenerhöhung verursacht und setzt sich bei beiden Fraktionen aus motorbedingten Emissionen und Emissionen aus Abrieb und Aufwirbelung zusammen.

Die Rußemissionen vermindern sich durch die Umweltzone im Bezugsjahr 2020 maximal um rund 1.500 kg (9,9 %<sup>9</sup>) und im Bezugsjahr 2021 um rund 1.250 kg (9,1 %<sup>9</sup>).

In der maximalen Wirkungsabschätzung wird sich die Feinstaubkonzentration an den Straßenabschnitten in Hannover durch den Wegfall der bestehenden Umweltzone

<sup>9</sup> in Bezug zur Emission des Straßenverkehrs

<sup>10</sup> Berechnet mit ungerundeten Werten

<sup>11</sup> In Bezug zur Immission mit Umweltzone

**Tabelle 4:**  
Maximale Wirkung der Umweltzone auf die Feinstaubkonzentration im Bezugsjahr 2020

ID	Standort	Umweltzone	$PM_{10}^{10}$		$PM_{2,5}^{10}$	
			in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	in % <sup>11</sup>	in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	in % <sup>11</sup>
7329	Bornumer Straße	nein	0,1	0,3	0,0	0,3
297	Arndtstraße	ja	0,6	3,2	0,4	3,5
10470	Bardowicker Straße	ja	0,2	0,7	0,1	0,9
1665	Friedrich-Ebert-Straße	ja	1,2	5,4	0,5	4,1
2289	Friedrich-Ebert-Straße	ja	1,3	5,7	0,5	4,5
1691*	Göttinger Straße	ja	0,7	3,7	0,4	3,4
1070	Marienstraße	ja	0,6	3,0	0,4	3,4
3187	Podbielskistraße	ja	0,5	2,7	0,3	3,1
2924	Sallstraße	ja	0,5	2,8	0,3	3,0
18	Schloßwender Straße	ja	0,7	3,5	0,4	3,8

\*Probenahmestelle

mehr erhöhen als in der allein auf der Flottenänderung basierenden Untersuchung. Die Minderungswirkung der Umweltzone auf die  $PM_{10}$ - bzw. die  $PM_{2,5}$ -Konzentration ergibt für das Bezugsjahr 2020 an den ausgewählten Belastungsschwerpunkten innerhalb der Umweltzone mit dem Wegfall der Umweltzone in der maximalen Wirkungsabschätzung einen Anstieg der  $PM_{10}$ -Immission um  $0,2 - 1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,7 - 5,7 \%$ ) und der  $PM_{2,5}$ -Immission um ca.  $0,1 - 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,9 - 4,5 \%$ ) (Tabelle 4). An dem Abschnitt in der Bornumer Straße liegt der berechnete Anstieg für die Konzentration beider Feinstaubfraktionen bei  $0,3 \%$ .

Der in der maximalen Wirkungsabschätzung durch die Verkehrsmengenerhöhung verursachte Immissionsbeitrag hat an den ausgewählten Belastungsschwerpunkten im Bezugsjahr 2020 im Mittel bei  $PM_{10}$  einen Anteil von fast  $70 \%$  und bei  $PM_{2,5}$  von rund  $45 \%$ .

Im Bezugsjahr 2021 nimmt die berechnete absolute Minderungswirkung der Umweltzone gegenüber dem Bezugsjahr 2020 etwas ab. Im Bezugsjahr 2021 würde in der maximalen Wirkungsabschätzung mit dem Wegfall der Umweltzone an den ausgewählten Belastungsschwerpunkten innerhalb der Umweltzone die  $PM_{10}$ -Immission um  $0,1 - 1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,7 - 5,5 \%$ ) und die  $PM_{2,5}$ -Immission um ca.  $0,1 - 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,8 - 4,1 \%$ ) ansteigen. Die Minderungswirkung der Umweltzone in der Bornumer Straße würde im Vergleich zum Bezugsjahr 2020 nahezu unverändert bleiben.

### 3. Zusammenfassung

Die von der Umweltzone auf die Feinstaub-Jahreskonzentration ausgehende Minderungswirkung ist in diesem Bericht über zwei Ansätze quantifiziert. Die Berechnungsvarianten unterscheiden sich in Bezug auf die berücksichtigten Verkehrsmengen. Im ersten Ansatz wurde mit und ohne Umweltzone eine gleichbleibende Verkehrsmenge angesetzt. Dabei wurde die Fahrzeugflotte so angepasst, dass Fahrzeuge die derzeit durch das Fahrverbot aus der Umweltzone ausgesperrt sind anteilig durch einfahrberechtigte Fahrzeuge mit gleicher Antriebstechnik ersetzt wurden.

In der zweiten Variante, die eine Maximalabschätzung der Wirkung der Umweltzone darstellt, wurde unter Berücksichtigung der Flottenanpassungen eine Verkehrsmengenerhöhung berücksichtigt, bei der die Fahrzeugmenge der PKW sowie der leichten und schweren LKW auf den Straßen innerhalb der Grenzen der Umweltzone anteilig (Anzahl ausgesperrter Fahrzeuge einer Fahrzeugklasse im Verhältnis zur Gesamtzahl der Fahrzeuge dieser Fahrzeugklasse) erhöht wurden.

Die Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der Wirkungsermittlung der beiden Varianten.

Der Ermittlungsansatz, der die Wirkung der Umweltzone allein durch eine Anpassung der Fahrzeugflotte abbildet, quantifiziert den Effekt der Umweltzone für die untersuchten Straßen innerhalb der Umweltzone im Bezugsjahr 2020 für beide Feinstaubfraktionen mit bis zu  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Für die außerhalb der Umweltzone liegende Bornumer Straße ist im Bezugsjahr 2020 kaum ein Effekt erkennbar.

Die Maximalabschätzung des Effektes der Umweltzone führt für die untersuchten Straßen innerhalb der Umweltzone im Bezugsjahr 2020 zu einem Beitrag von  $0,2$  bis  $1,3 \mu\text{g} PM_{10}/\text{m}^3$  und von  $0,1$  bis  $0,5 \mu\text{g} PM_{2,5}/\text{m}^3$ . Dieser Effekt ist an der außerhalb der Umweltzone liegenden Bornumer Straße mit einem Beitrag von  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei  $PM_{10}$  erheblich geringer und für die Fraktion  $PM_{2,5}$  nicht darstellbar. Im Folgejahr 2021 ist der Effekt innerhalb der Umweltzone geringfügig niedriger, außerhalb der Umweltzone ist der Effekt nahezu unverändert.

Die Rußemissionen vermindern sich durch die Umweltzone im Ermittlungsansatz mit der Flottenanpassung im Bezugsjahr 2020 um rund  $1.200 \text{ kg}$  und im Bezugsjahr 2021 um rund  $1.000 \text{ kg}$ . Mit der zusätzlich angenommenen Verkehrsmengenerhöhung steigt die emissionsmindernde Wirkung der Umweltzone auf  $1.500 \text{ kg}$  im Bezugsjahr 2020 und auf rund  $1.250 \text{ kg}$  im Bezugsjahr 2021 an.

**Tabelle 5:** Wirkung der Umweltzone auf die Feinstaub-Jahreskonzentration für die berechneten Varianten mit und ohne Erhöhung der Verkehrsmenge im Bezugsjahr 2020

Standort	Minderungswirkung durch Flottenanpassung		Minderungswirkung durch Flottenanpassung und Verkehrsmengenerhöhung (Maximalabschätzung)	
	$PM_{10} [\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$PM_{2,5} [\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$PM_{10} [\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$PM_{2,5} [\mu\text{g}/\text{m}^3]$
Straßen innerhalb der Umweltzone	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,2 - 1,3	0,1 - 0,5
Bornumer Straße (außerhalb der Umweltzone)	0,0	0,0	0,1	0,0



## 4. Literaturverzeichnis

Düring, I.; Bächlin, W. (2009). *Tendenzen der NO<sub>2</sub>-Belastung im Land Brandenburg*. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg.

Infras. (2019). *HBEFA 4.1, Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in der Version 4.1*. Infras AG.

IVU Umwelt. (2018). *IMMIS<sup>net</sup> Handbuch zur Version 4.5*. Freiburg: IVU Umwelt GmbH.

IVU Umwelt. (2020). *IMMIS<sup>em/luft</sup> Handbuch zur Version 8*. Freiburg: IVU Umwelt GmbH.

Kraftfahrt-Bundesamt. (2019). *Bestand an Kraftfahrzeugen nach der Plakettenverordnung für die Region Hannover am 01. Januar 2019*. Flensburg.

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim. (03/2020). *Modelltechnische Untersuchung der NO<sub>2</sub>-Konzentration in Hannover zur Erstellung des Luftreinhalteplanes 2020*. Hildesheim: ZUS LLGS.

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim. (08.06.2020). *Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen - Jahresbericht 2019*. Hildesheim: ZUS LLGS.

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim. (18.06.2020). *Modelltechnische Untersuchungen zur Überprüfung der Wirkung der Umweltzone Hannover auf die NO<sub>2</sub>-Konzentration*. Hildesheim: ZUS LLGS.

Umweltbundesamt. (2020). *Luftschadstoffbelastung in Deutschland*. Von <http://gis.uba.de/Website/luft/index.html> abgerufen