

## Luftreinhalteplanung „Märkischer Ring“ in Hagen

### *Kurzstellungnahme zur Wirksamkeit einer Verkehrsminderung im Bereich der Finanzamtsschlucht*

Auftraggeber: Stadt Hagen  
Umweltamt  
Rathausstraße 11  
58095 Hagen

Auftrags-Nr.: 1976

Datum: 03.05.2018

Bearbeiter:

Dipl.-Geogr. Thorsten Stock

Dipl.-Met. Georg Ludes

## 1 Aufgabenstellung

Im Zusammenhang mit der Luftreinhaltungsproblematik in Hagen insbesondere im Bereich der Finanzamtsschlucht des Märkischen Rings werden derzeit Gespräche mit der Bezirksregierung geführt, um zeitnah wirksame immissionsmindernde Maßnahmen umzusetzen und ein mögliches Dieselfahrverbot zu vermeiden. In diesem Zusammenhang stellt sich erneut die bereits 2015 diskutierte Frage einer Öffnung der Holzmüllerstraße für den Gesamtverkehr. Hierdurch würde sich im kritischen Bereich des Märkischen Rings das Verkehrsaufkommen um ca. 15% verringern.

Durch die Verlagerung der Verkehrsströme sind Überlastungen und Rückstaus im Bereich des Kreisverkehrs an der Badstraße zu erwarten. Des Weiteren sind diverse Maßnahmen, wie Sperrungen von Abbiegebeziehungen, Neuregelung von Signalsteuerungen und ggf. verkehrliche Neubauten, notwendig.

Ob die Verkehrsreduzierung von ca. 15 % im Bereich des Märkischen Rings und der Aufwand zur Realisierung der Verkehrsverlagerung im Sinne der Luftreinhalteplanung verhältnismäßig und sinnvoll sind, soll durch eine rechnerische Abschätzung des NO<sub>x</sub>-Minderungspotenzials geklärt werden.

Als Grundlage der Untersuchungen dienen Vorbelastungswerte für NO, NO<sub>2</sub> und Ozon, Immissionsmessergebnisse von der LANUV-Station Märkischer Ring und rechnerisch ermittelte NO<sub>x</sub>-Emissionsraten für den Märkischen Ring im Bereich der Finanzamtsschlucht.

## 2 NO<sub>x</sub>-Emissionen

Bei den Emissionsberechnungen wurden Verkehrsdaten des Jahres 2017 verwendet, die aus Auswertungen einer Zählstelle im Bereich der Finanzamtsschlucht stammen (vgl. Tabelle).

Werktagen (Mo – Fr)		Sa, So, Feiertage		Ferien (Werktagen)		Alle Tage	
DTV	LKW	DTV	LKW	DTV	LKW	DTV	LKW
43.160	2,7 %	30.306	1,7 %	38.496	2,6 %	38.156	2,4 %

Durch die Freigabe der Holzmüllerstraße ist zu erwarten, dass sich an Werktagen das tägliche Verkehrsaufkommen um 6.500 Kfz bzw. ca. 15% verringert.

Für die Emissionsberechnungen ist das durchschnittliche Verkehrsaufkommen aller Tage eines Jahres zugrunde zu legen. Geht man davon aus, dass sich die prozentuale Verringerung von ca. 15% an Werktagen auf alle Tage des Jahres übertragen lässt, so ergibt sich nach Freigabe der Holzmüllerstraße ein DTV-Wert von **32.410** Kfz (Szenario 2018\_rV).

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 1: Verkehrsdaten und Emissionsraten

Szenario	DTV) Fzg/24h	LKW-Anteil %	NO <sub>x</sub> -Emission g/(km h)	NO <sub>2</sub> -Emission g/(km h)	Emissionsanteil NO <sub>2</sub> an NO <sub>x</sub>
2017	38.156	2,4	617,1	165,9	0,269
2018	38.156	2,4	592,1	160,5	0,271
2018_rV	32.410	2,4	460,7	123,6	0,268

### 3 NO<sub>x</sub>-Immissionen

Für die Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung [NO<sub>2</sub>]<sup>T</sup> wurde der im Anhang beschriebene Rechenansatz verwendet.

Zur Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Immissionen an der Messstelle Märkischer Ring wurden folgende Vorbelastungswerte angenommen.

[NO<sub>2</sub>]<sup>B</sup> 23 µg/m<sup>3</sup> entspricht 10,4 ppb

[NO]<sup>B</sup>: 10 µg/m<sup>3</sup> entspricht 8,0 ppb

[NO<sub>x</sub>]<sup>B</sup> 18,4 ppb entspricht 38,1 µg/m<sup>3</sup> (ausgewiesen als NO<sub>2</sub>)

[O<sub>3</sub>]<sup>B</sup>: 37 µg/m<sup>3</sup> entspricht 18,6 ppb

Des Weiteren gilt:

[NO<sub>2</sub>]<sup>V</sup> NO<sub>2</sub>-Direktimmissionen durch Straßenverkehr = Verhältnis von NO<sub>2</sub> Emission zu NO<sub>x</sub>-Emission \* [NO<sub>x</sub>]<sup>V</sup> (NO<sub>x</sub>-Immission durch den Straßenverkehr)

Zur Abschätzung der Wirksamkeit einer Verkehrsreduzierung wurde zunächst für das Bezugsjahr 2017 der Wert von [NO<sub>x</sub>]<sup>V</sup> (NO<sub>x</sub>-Immissionsanteil des Straßenverkehrs) so variiert, dass sich als Gesamtbelastung [NO<sub>2</sub>]<sup>T</sup> der Messwert von 48 µg/m<sup>3</sup> ergibt.

Bei Annahme einer gleichbleibenden Hintergrundbelastung lassen sich für die anderen Szenarien die NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastungen [NO<sub>x</sub>]<sup>V</sup> ermitteln, indem man die NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastung für das Jahr 2017 mit dem Verhältnis der Emissionsraten multipliziert.

**Tabelle 2:** Ableitung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte (vgl. Anhang)

Szenario	[NO <sub>2</sub> ] <sup>B</sup> ppb	[NO <sub>x</sub> ] <sup>B</sup> ppb	[O <sub>3</sub> ] <sup>B</sup> ppb	[NO <sub>x</sub> ] <sup>V</sup> ppb	[NO <sub>2</sub> ] <sup>V</sup> ppb	[NO <sub>2</sub> ] <sup>T</sup> ppb	[NO <sub>2</sub> ] <sup>T</sup> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> -JM gemessen µg/m <sup>3</sup>
<b>2017</b>	<b>12,2</b>	<b>20,2</b>	<b>18,6</b>	<b>33,4</b>	<b>9,0</b>	<b>25,4</b>	<b>48,0</b>	<b>48</b>
2018	12,2	20,2	18,6	32,0	8,7	25,0	47,1	—
<b>2018_rV</b>	<b>12,2</b>	<b>20,2</b>	<b>18,6</b>	<b>25,0</b>	<b>6,7</b>	<b>22,3</b>	<b>42,1</b>	<b>—</b>

Die Werte der Tabelle 2 belegen, dass sich durch eine Verkehrsentlastung des Märkischen Rings um ca. 15% die NO<sub>2</sub>-Immissionen deutlich mindern. Die Absenkung des Jahresmittelwertes von 48 µg/m<sup>3</sup> um ca. 6 µg/m<sup>3</sup> auf 42 µg/m<sup>3</sup> bedeutet einen großen Schritt in Richtung Einhaltung des Grenzwertes. Die deutliche Immissionsminderung ist teilweise auch auf die mit dem geringeren Verkehrsaufkommen einhergehenden Verbesserung des Verkehrsflusses zurückzuführen.

Neben einer Öffnung der Holzmüllerstraße und der hierdurch resultierenden Verkehrsentlastung in der Finanzamtsschlucht wird auch über die Einführung eines Tempolimits von 30 km/h nachgedacht.

Leider lassen sich derzeit die lufthygienischen Verbesserungen, die mit der Einführung eines Tempolimits von 30 km/h im Bereich der Finanzamtsschlucht erreichen lassen, nicht mit Hilfe von Emissionsberechnungen quantifizieren, da für die Kombination Hauptverkehrsstraße und Tempolimit 30 km/h im HBEFA 3.3 keine Emissionsfaktoren hinterlegt sind.

Die Ergebnisse aus Messfahrten zur Bestimmung der NO<sub>x</sub>-Emissionen legen die Vermutung nahe, dass die Einführung von Tempo 30 (T30) bei gleichen Randbedingungen (Verkehrsmengen, Anzahl des Anhaltens pro Fahrstrecke) einen Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen um ca. 4 bis 10% bewirkt [AVISO 2012].

Als Ursache für die Senkung der Emissionen durch T30 ist wahrscheinlich der gleichmäßige Verkehrsfluss wichtiger als die Minderung der Geschwindigkeit [UBA 2015].

Ein Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen durch T30 um ca. 4 bis 10% bedeutet für die Finanzamtsschlucht, dass sich hierdurch der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von ca. 42 µg/m<sup>3</sup> zusätzlich um ca. 0.7 bis 1,5 µg/m<sup>3</sup> vermindern ließe.

Durch die Kombination beider Maßnahmen lässt sich unseres Erachtens – auch unter Berücksichtigung der zukünftigen Verbesserungen im Bereich der Abgasreinigung – eine zeitnahe Einhaltung des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> erreichen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse zur Entlastung des Märkischen Rings durch die Öffnung der Holzmüllerstraße für den Gesamtverkehr werden zusätzliche Belastungen im Straßennetz auftreten, die lokale Verschlechterungen der lufthygienischen Verhältnisse bewirken können. Um das Ausmaß lufthygienischer Veränderungen bestimmen und bewerten zu können, empfehlen wir, planungsbegleitende Immissionsuntersuchungen (Feinscreening) durchzuführen.

---

[AVISO 2012]

*Ersteinschätzung der Wirkung von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen auf die NO<sub>x</sub>- und PM10-Emissionen, im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz des Landes Baden-Württemberg (LUBW), 2012.*

[UBA 2015]

*Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU-Umgebungsrichtlinie, Arbeitspaket 2: Geschwindigkeitsreduzierungen, TEXTE 33/2015 - Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA), 2015.*

## Anhang

Vereinfachter Ansatz zur Berücksichtigung photochemischer Prozesse bei der Bestimmung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes.

Hierbei bedeuten: [NO<sub>2</sub>]<sup>T</sup> = Gesamtbelastung NO<sub>2</sub>; [NO<sub>2</sub>]<sup>B</sup> = Vorbelastung NO<sub>2</sub>; [O<sub>3</sub>]<sup>B</sup> = Vorbelastung Ozon; [NO<sub>x</sub>]<sup>T</sup> = Gesamtbelastung NO<sub>x</sub>; [NO<sub>2</sub>]<sup>V</sup> = NO<sub>2</sub>-Direktimmissionsanteil Verkehr

### 2.3.4 Ansatz nach Hertel & Berkowicz

Der Ansatz nach HERTEL & BERKOWICZ (1989) beruht grundsätzlich auf den gleichen drei Reaktionsgleichungen (a) bis (c) im Straßenraum, die auch der Ansatz von YAMARTINO & WIEGAND (1986) verwendet (Kapitel 2.3.1). HERTEL & BERKOWICZ (1989) gehen aber davon aus, dass die photochemische Gleichgewichtsbedingung in Gleichung (2) in der Straßenschlucht nicht zwingend erfüllt sein muss, sondern dass die Aufenthaltszeit der beteiligten Luftschaadstoffe gegebenenfalls zu kurz ist, als dass sich dieses Gleichgewicht einstellt. Sie berücksichtigen daher in ihren Gleichungen einen Luftaustausch zwischen Straßenschlucht und Überdachbereich. Die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung [NO<sub>2</sub>]<sup>T</sup> wird damit berechnet als:

$$[NO_2]^T = 0.5 \cdot (B - \sqrt{B^2 - 4 \cdot ([NO_x]^T \cdot [NO_2]^O \cdot [NO_2]^r \cdot D)}) \quad (9)$$

mit

$$[NO_2]^n = [NO_2]^V + [NO_2]^B \quad (10)$$

$$[NO_2]^O = [NO_2]^n + [O_3]^B \quad (11)$$

$$B = [NO_x]^T + [NO_2]^O + R + D \quad (12)$$

$$R = J/k \quad (13)$$

$$D = 1/(\tau k) \quad (14)$$

### 2.3.5 Ansatz nach Düring

Der Ansatz nach Düring (DÜRING & BÄCHLIN, 2009) beruht auf dem Ansatz nach HERTEL & BERKOWICZ (1989), arbeitet aber mit Jahresmittelwerten. Die Übertragbarkeit der Gleichungen aus HERTEL & BERKOWICZ (1989) auf Jahresmittelwerte wurde dabei nicht theoretisch abgeleitet, sondern empirisch durch den Vergleich mit Messdaten überprüft. Die bei HERTEL & BERKOWICZ (1989) zeitabhängigen Größen J, k und  $\tau$  werden in DÜRING & BÄCHLIN (2009) als konstante Parameter wie folgt festgelegt:

$$J = 0,0045 \text{ s}^{-1}$$

$$k = 0,00039 \text{ (ppb s)}^{-1}$$

$$\tau = 100 \text{ s}$$

J und k wurden in Anlehnung an Gleichung (15) und (16) aus Kapitel 2.3.4 bestimmt. Da aber eine Abhängigkeit der Parameter von Q bzw. T für Jahresmittelwertbetrachtungen nicht erwünscht war, erfolgte die endgültige Festlegung unter der Prämisse, die Konversion der Jahresmittelwerte für die verwendeten Messdatensätze bestmöglich zu treffen (DÜRING, 2011). Die Verweildauer  $\tau$  wurde ebenfalls durch Anpassung an NO<sub>2</sub>-Messdaten festgelegt.

Als Eingangsdaten gehen die NO<sub>x</sub>-Gesamtbelastung in der Straßenschlucht, die Hintergrundkonzentrationen von NO, NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> sowie der Anteil der primären NO<sub>2</sub>-Emissionen an den NO<sub>x</sub>-Emissionen als Jahresmittelwerte in die Berechnung ein. Als Ergebnis werden Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung berechnet.

[HERTEL & BERKOWICZ 1989]

Hertel, O. & Berkowicz, R.: Modelling NO<sub>2</sub> concentrations in a street canyon. DMU Luft A-131. National Environmental Research Institute, Division of Emissions and Air pollution, Denmark. 1989.

[DÜRING & BÄCHLIN 2009]

Düring, I. & Bächlin, W.: Tendenzen der NO<sub>2</sub>-Belastung im Land Brandenburg. Potsdam 2009.

