



Rat der
Europäischen Union

077668/EU XXV. GP
Eingelangt am 25/09/15

Brüssel, den 24. September 2015
(OR. en)

12353/15
ADD 2

ENV 586
ENT 199
MI 583

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender: Europäische Kommission
Eingangsdatum: 23. September 2015
Empfänger: Generalsekretariat des Rates
Nr. Komm.dok.: D040155/01 - Annex 1 - Part 2/3

Betr.: Anhang der Verordnung der Kommission zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6)

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument D040155/01 - Annex 1 - Part 2/3.

Anl.: D040155/01 - Annex 1 - Part 2/3

12353/15 ADD 2

zb

DG E 1A

DE



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den **XXX**
D040155/01
[...](2015) **XXX** draft

ANNEX 1 – PART 2/3

ANHANG

der

Verordnung der Kommission

**zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von
leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6)**

DE

DE

ANHANG

Anlage 5

Überprüfung der Fahrdynamikbedingungen mit Methode 1 (gleitendes Mittelungsfenster)

1. EINLEITUNG

Die Methode des gleitenden Mittelungsfensters ermöglicht die Untersuchung der Emissionen im praktischen Fahrbetrieb (real-driving emissions – RDE), die während der Prüfung bei einem vorgegebenen Maßstab auftreten. Die Prüfung ist in Teilabschnitte (Fenster) unterteilt, und mit der anschließenden statistischen Aufbereitung soll festgestellt werden, welche Fenster zur Bewertung der RDE-Leistung des Fahrzeugs geeignet sind.

Die „Normalität“ der Fenster wird durch einen Vergleich ihrer entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen¹ mit einer Bezugskurve ermittelt. Die Prüfung ist vollständig durchgeführt, sobald sie eine ausreichende Anzahl normaler Fenster umfasst, die bestimmte Geschwindigkeitsbereiche (Stadt, Landstraße und Autobahn) abdecken.

- Schritt 1. Segmentierung der Daten und Ausschluss der Emissionen bei Kaltstart
- Schritt 2. teilmengen- oder fensterweise Berechnung der Emissionen (Nummer 3.1)
- Schritt 3. Ermittlung der normalen Fenster (Nummer 4)
- Schritt 4. Überprüfung der Prüfung auf Vollständigkeit und Normalität (Nummer 5)
- Schritt 5. Berechnung der Emissionen anhand der normalen Fenster (Nummer 6)

2. SYMBOLE, PARAMETER UND EINHEITEN

Der Index (i) verweist auf den Zeitabschnitt.

Der Index (j) verweist auf das Fenster.

Der Index (k) verweist auf die Kategorie (t = total (insgesamt), u = urban (Stadt), r = rural (Landstraße), m = motorway (Autobahn)) oder auf die charakteristische Kurve (characteristic curve – cc) für CO₂.

Der Index „Gas“ verweist auf limitierte Abgasbestandteile (z. B. NO_x, CO, P).

¹ Bei Hybridfahrzeugen wird der Gesamtenergieverbrauch in CO₂ umgerechnet. Die Regeln für diese Umrechnung werden in einem zweiten Schritt eingeführt.

Δ	-	Differenz
\geq	-	größer oder gleich
#	-	Anzahl
%	-	Prozent
\leq	-	kleiner oder gleich
a_1, b_1	-	Koeffizienten der charakteristischen Kurve für CO ₂
a_2, b_2	-	Koeffizienten der charakteristischen Kurve für CO ₂
d_j	-	je Fenster j zurückgelegte Entfernung [km]
f_k	-	Gewichtungsfaktoren für die Anteile Stadt, Landstraße und Autobahn
h	-	Abstand der Fenster zur charakteristischen Kurve für CO ₂ [%]
h_j	-	Abstand des Fensters j zur charakteristischen Kurve für CO ₂ [%]
\bar{h}_k	-	Gewichtungsindex für die Anteile Stadt, Landstraße und Autobahn sowie für die gesamte Fahrt
k_{11}, k_{12}	-	Koeffizienten der Gewichtungsfunktion
k_{21}, k_{21}	-	Koeffizienten der Gewichtungsfunktion
$M_{CO2,ref}$	-	CO ₂ -Bezugsmasse [g]
M_{gas}	-	Masse oder Partikelzahl des Abgasbestandteils „Gas“ [g] oder [#]
$M_{gas,j}$	-	Masse oder Partikelzahl des Abgasbestandteils „Gas“ im Fenster j [g] oder [#]
$M_{gas,d}$ [g/km] oder	-	entfernungsabhängige Emission für den Abgasbestandteil „Gas“ [Anzahl/km]
$M_{gas,d,j}$	-	entfernungsabhängige Emission für den Abgasbestandteil „Gas“ im Fenster j [g/km] oder [Anzahl/km]
N_k	-	Anzahl der Fenster für die Anteile Stadt, Landstraße und Autobahn
P_1, P_2, P_3	-	Bezugspunkte
t	-	Zeit [s]
$t_{1,j}$	-	erste Sekunde des j-ten Mittelungsfensters [s]
$t_{2,j}$	-	letzte Sekunde des j-ten Mittelungsfensters [s]

t_i	-	Gesamtdauer in Schritt i [s]
$t_{i,j}$	-	Gesamtdauer in Schritt i in Bezug auf Fenster j [s]
tol_1 [%]	-	primäre Toleranz für die charakteristische CO ₂ -Kurve eines Fahrzeugs
tol_2 Fahrzeugs [%]	-	sekundäre Toleranz für die charakteristische CO ₂ -Kurve eines Fahrzeugs
t_t	-	Dauer einer Prüfung [s]
v	-	Fahrzeuggeschwindigkeit [km/h]
\bar{v}	-	Durchschnittsgeschwindigkeit in Fenstern [km/h]
v_i	-	tatsächliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Zeitabschnitt i [km/h]
\bar{v}_j	-	durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Fenster j [km/h]
$\overline{v_{P1}} = 19 \text{ km/h}$	-	Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit
$\overline{v_{P2}} = 56,6 \text{ km/h}$	-	Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit
$\overline{v_{P3}} = 92,3 \text{ km/h}$	-	Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit
w	-	Gewichtungsfaktor für Fenster
w_j	-	Gewichtungsfaktor für Fenster j

3. GLEITENDE MITTELUNGSFENSTER

3.1. Definition der Mittelungsfenster

Die gemäß Anlage 4 berechneten momentanen Emissionen werden mithilfe einer Methode des gleitenden Mittelungsfensters auf der Grundlage der CO₂-Bezugsmasse integriert. Dies geschieht nach folgendem Berechnungsprinzip: Die Emissionsmassen werden nicht für den gesamten Datensatz, sondern für Teildatensätze des gesamten Datensatzes berechnet, wobei die Länge dieser Teildatensätze so festgesetzt wird, dass sie der CO₂-Masse entspricht, die das Fahrzeug während des Bezugsfahrzyklus im Labor ausstößt. Die Berechnungen des gleitenden Mittelwerts werden mit einem Zeitinkrement Δt entsprechend der Datenerfassungsfrequenz durchgeführt. Diese zur Ermittlung des Durchschnitts der Emissionen benutzten Teildatensätze werden als Mittelungsfenster bezeichnet. Der unter dieser Nummer beschriebene Rechenweg kann vom letzten Punkt aus (rückwärts) oder vom ersten Punkt aus (vorwärts) durchlaufen werden.

Die folgenden Daten werden bei der Berechnung der CO₂-Masse, der Emissionen und des Abstands der Mittelungsfenster außer Acht gelassen:

- die Überprüfung der Instrumente in regelmäßigen Abständen und/oder nach der Überprüfung der Nullpunkttdrift
- die Emissionen bei Kaltstart im Sinne von Anlage 4 Nummer 4.4
- die Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden < 1 km/h
- jeder Abschnitt der Prüfung, während dessen der Verbrennungsmotor ausgeschaltet ist

Die Masse (bzw. die Partikelzahl) der Emissionen $M_{gas,j}$ wird durch Berechnung nach der Vorschrift in Anlage 4 durch Integration der momentanen Emissionen in g/s (oder Anzahl/s für P) bestimmt.

Abbildung 1

Fahrzeuggeschwindigkeit, bezogen auf die Zeit, und gemittelte Fahrzeugemissionen, bezogen auf die Zeit, beginnend mit dem ersten Mittelungsfenster

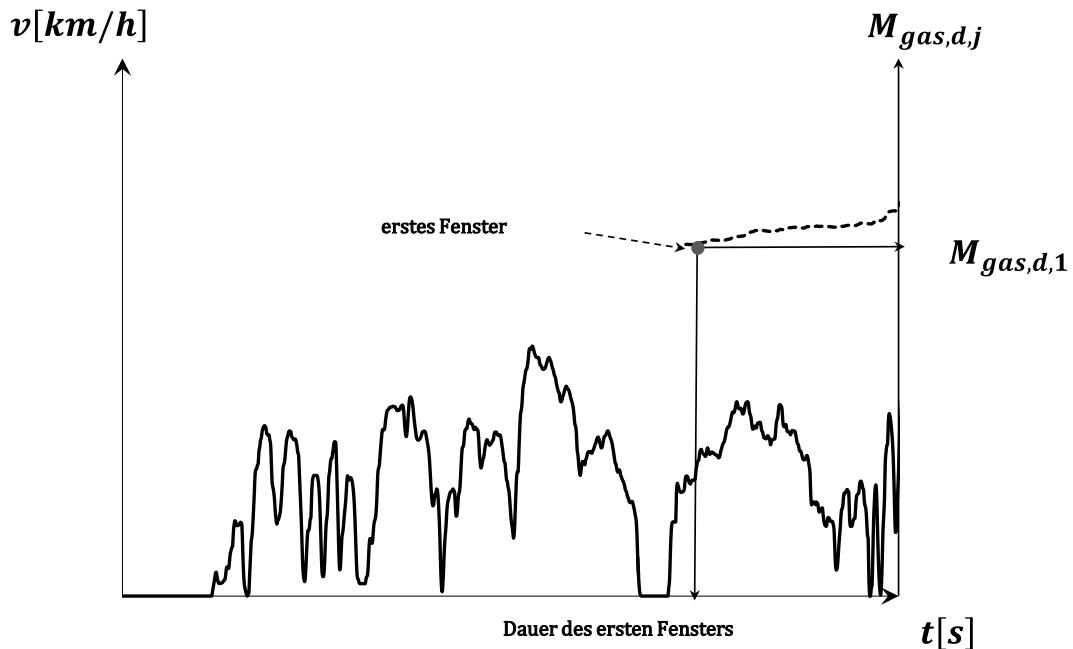
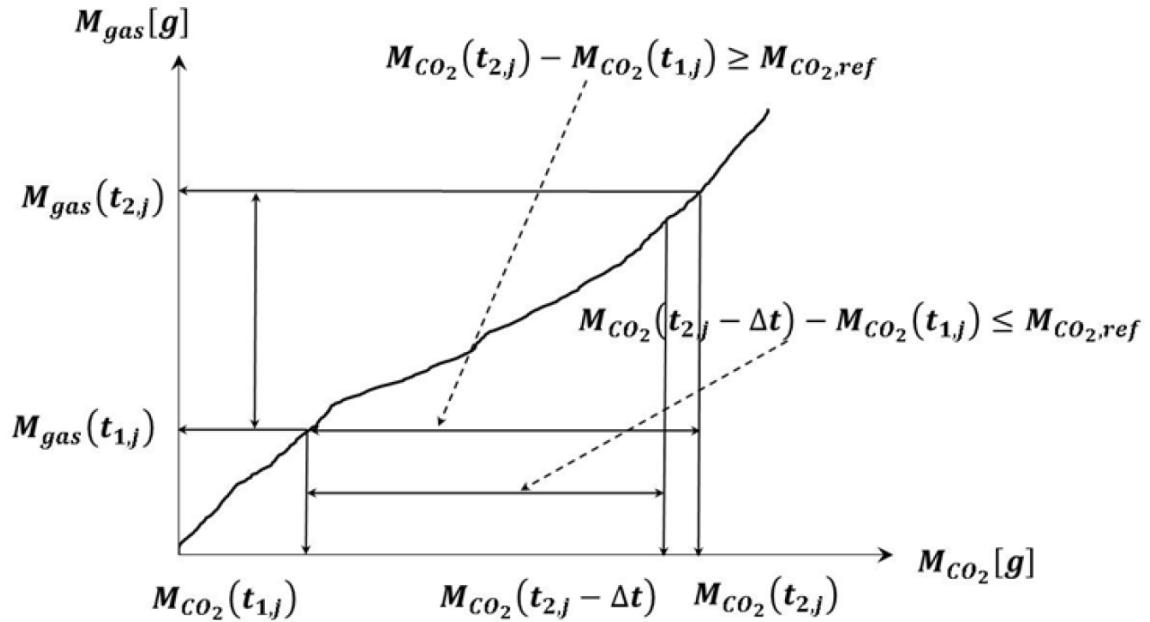


Abbildung 2

Festlegung von Mittelungsfenstern auf Grundlage der CO₂-Masse



Die Dauer $(t_{2,j} - t_{1,j})$ des j-ten Mittelungsfensters wird festgelegt durch:

$$M_{CO_2}(t_{2,j}) - M_{CO_2}(t_{1,j}) \geq M_{CO_2,ref}$$

Dabei gilt:

$M_{CO_2}(t_{i,j})$ ist die CO₂-Masse [g], die zwischen dem Beginn der Prüfung und dem Zeitpunkt $(t_{i,j})$, gemessen wurde.

$M_{CO_2,ref}$ ist die Hälfte der CO₂-Masse [g], die das Fahrzeug während des WLTP-Zyklus (Prüfung Typ 1, einschließlich Kaltstart) ausstößt.

$t_{2,j}$ muss so gewählt werden, dass

$$M_{CO_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{CO_2}(t_{1,j}) < M_{CO_2,ref} \leq M_{CO_2}(t_{2,j}) - M_{CO_2}(t_{1,j})$$

Wobei Δt der Datenerfassungszeitraum ist.

Die CO₂-Massen in den Fenstern werden durch Integration der gemäß Anlage 4 dieses Anhangs errechneten momentanen Emissionen berechnet.

3.2. Berechnung von Fensteremissionen und Durchschnitten

Die folgenden Werte werden für jedes nach Nummer 3.1 bestimmte Fenster berechnet:

- die entfernungsabhängigen Emissionen $M_{gas,d,j}$ für alle in diesem Anhang angegebenen Schadstoffe
- die entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen $M_{CO_2,d,j}$;
- die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit \bar{v}_j

4. BEWERTUNG VON FENSTERN

4.1. Einleitung

Die Bezugsbedingungen für die Dynamik des Prüffahrzeugs werden anhand der CO₂-Emissionen des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der zum Zeitpunkt der Typgenehmigung gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit dargestellt und als „charakteristische Kurve des Fahrzeugs hinsichtlich CO₂“ bezeichnet.

Zur Bestimmung der entfernungsabhängigen CO₂-Emissionen wird das Fahrzeug mit den Fahrwiderstandseinstellungen gemäß der UNECE Global Technical Regulation No. 15 – Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure globale technische Regelung Nr. 15 der UNECE – weltweit harmonisierter Prüfzyklus für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge – WLTP (ECE/TRANS/180/Add.15) geprüft.

4.2. Bezugspunkte der charakteristischen Kurve für CO₂

Die zur Festlegung der Kurve erforderlichen Bezugspunkte P_1 , P_2 und P_3 werden wie folgt bestimmt:

4.2.1. Punkt P_1

$\overline{v_{P1}} = 19 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_1} = CO₂-Emissionen des Fahrzeugs während der Phase des WLTP-Zyklus mit niedriger Geschwindigkeit x 1,2 [g/km]

4.2.2. Punkt P_2

4.2.3. $\bar{v}_{P2} = 56,6 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_2} = CO₂-Emissionen des Fahrzeugs während der Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit x 1,1 [g/km]

4.2.4. Punkt P_3

4.2.5. $\bar{v}_{P3} = 92,3 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit)

M_{CO_2,d,P_3} = CO₂-Emissionen des Fahrzeugs während der Phase des WLTP-Zyklus mit sehr hoher Geschwindigkeit x 1,05 [g/km]

4.3. Festlegung der charakteristischen Kurve für CO₂

Die CO₂-Emissionen entsprechend der charakteristischen Kurve werden anhand der in Nummer 4.2 definierten Bezugspunkte als Funktion der Durchschnittsgeschwindigkeit unter Verwendung zweier linearer Abschnitte (P_1, P_2) und (P_2, P_3) berechnet. Der Abschnitt (P_2, P_3) wird auf der Achse der Fahrzeuggeschwindigkeit auf 145 km/h begrenzt. Die charakteristische Kurve wird wie folgt durch Gleichungen bestimmt:

Für den Abschnitt (P_1, P_2):

$$M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}) = a_1 \bar{v} + b_1$$

$$\text{mit: } a_1 = (M_{CO_2,d,P_2} - M_{CO_2,d,P_1}) / (\bar{v}_{P2} - \bar{v}_{P1})$$

$$\text{und: } b_1 = M_{CO_2,d,P_1} - a_1 \bar{v}_{P1}$$

Für den Abschnitt (P_2, P_3):

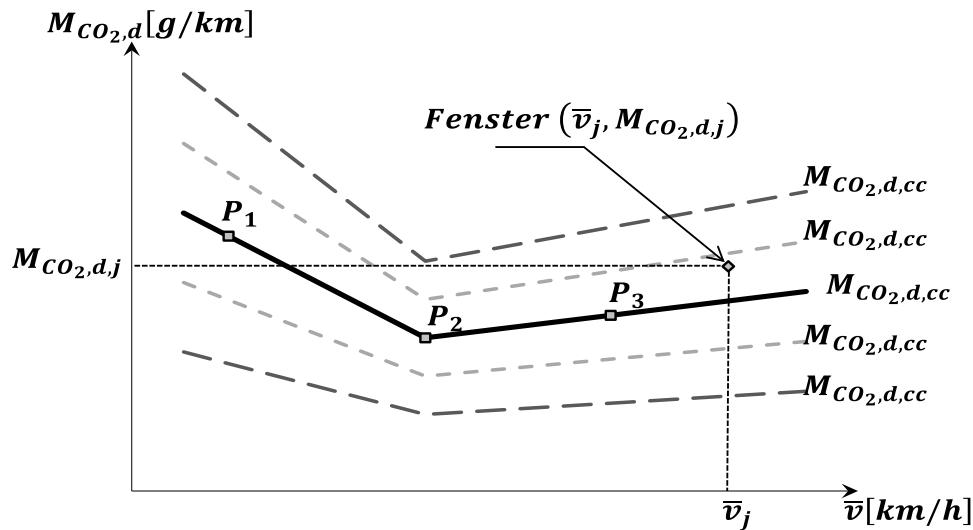
$$M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}) = a_2 \bar{v} + b_2$$

$$\text{mit: } a_2 = (M_{CO_2,d,P_3} - M_{CO_2,d,P_2}) / (\bar{v}_{P3} - \bar{v}_{P2})$$

$$\text{und: } b_2 = M_{CO_2,d,P_2} - a_2 \bar{v}_{P2}$$

Abbildung 3

Charakteristische Kurve des Fahrzeugs für CO₂

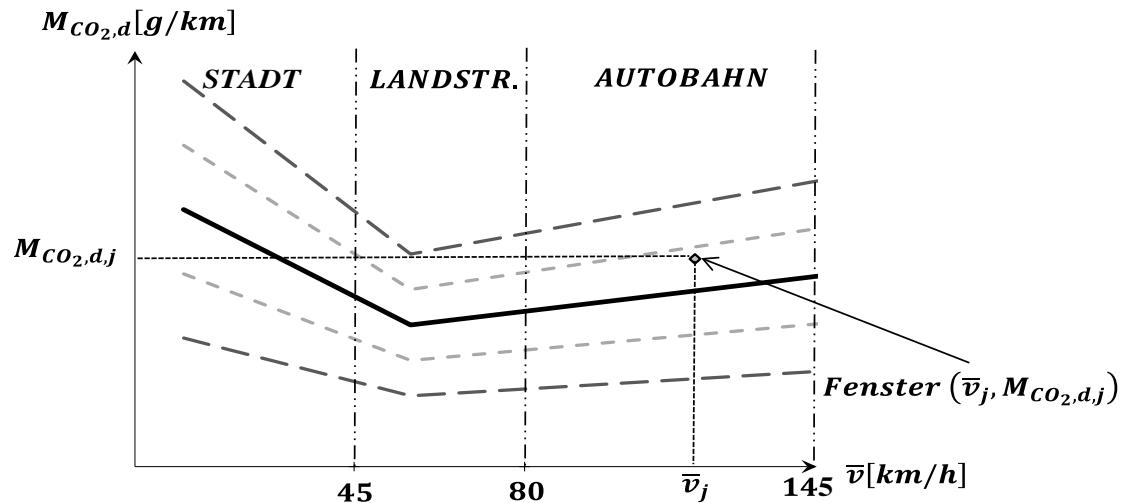


4.4. Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn

- 4.4.1. Für Stadt-Fenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten über dem Boden \bar{v}_j unter 45 km/h charakteristisch,
- 4.4.2. für Landstraßen-Fenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten über dem Boden \bar{v}_j gleich oder größer 45 km/h und unter 80 km/h charakteristisch.
- 4.4.3. Für Autobahn-Fenster sind durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeiten über dem Boden \bar{v}_j gleich oder größer 80 km/h und unter 145 km/h charakteristisch.

Abbildung 4

Charakteristische Kurve des Fahrzeugs für CO₂: Definitionen des Fahrens in der Stadt, auf Landstraßen und auf Autobahnen



5. NACHPRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGKEIT UND NORMALITÄT DER FAHRT

5.1. Toleranzen oberhalb und unterhalb der charakteristischen Kurve für CO₂

Die primäre Toleranz und die sekundäre Toleranz der charakteristischen Kurve des Fahrzeugs für CO₂ sind $tol_1 = 25\%$ bzw. $tol_2 = 50\%$.

5.2. Nachprüfung der Prüfung auf Vollständigkeit

Die Prüfung ist abgeschlossen, wenn von der Gesamtzahl der Fenster jeweils wenigstens 15 % Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn sind.

5.3. Nachprüfung der Prüfung auf Normalität

Die Prüfung ist normal, wenn wenigstens 50 % der Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn innerhalb des für die charakteristische Kurve festgelegten Bereichs der primären Toleranz liegen.

Wird die Mindestanforderung von 50 % nicht erfüllt, kann die obere positive Toleranz tol_1 in Schritten von 1 % erhöht werden, bis die Vorgabe von 50 % normaler Fenster erreicht ist. Bei der Anwendung dieses Verfahrens darf tol_1 niemals 30 % übersteigen.

6. BERECHNUNG DER EMISSIONEN

6.1. Berechnung gewichteter entfernungsabhängiger Emissionen

Die Emissionen werden als gewichteter Durchschnitt der entfernungsabhängigen Emissionen der Fenster berechnet, und zwar gesondert für die Kategorien Stadt, Landstraße und Autobahn sowie für die gesamte Fahrt.

$$M_{gas,d,k} = \frac{\sum(w_j M_{gas,d,j})}{\sum w_j} \quad k = u, r, m$$

Der Gewichtungsfaktor w_j für jedes Fenster wird wie folgt bestimmt:

Wenn $M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_1/100) \leq M_{CO2,d,j} \leq M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot (1 + tol_1/100)$ ist,

dann ist $w_j = 1$.

Wenn

$$M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot \left(1 + \frac{tol_1}{100}\right) \leq M_{CO2,d,j} \leq M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot \left(1 + \frac{tol_2}{100}\right)$$

ist, dann ist $w_j = k_{11}h_j + k_{12}$

Dabei sind $k_{11} = 1/(tol_1 - tol_2)$

und $k_{12} : tol_2/(tol_2-tol_1)$

Wenn

$$M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_2/100) \leq M_{CO2,d,j} \leq M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_1/100)$$

ist, dann ist $w_j = k_{21}h_j + K_{22}$

mit $k_{21} = 1/(tol_2 - tol_1)$

und $K_{22} = k_{21} = tol_2/(tol_2-tol_1)$

Wenn $M_{CO2,d,j}(\bar{v}_j) \leq M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_2/100)$

oder $M_{CO2,d,j}(\bar{v}_j) \geq M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j) \cdot (1 + tol_2/100)$ ist,

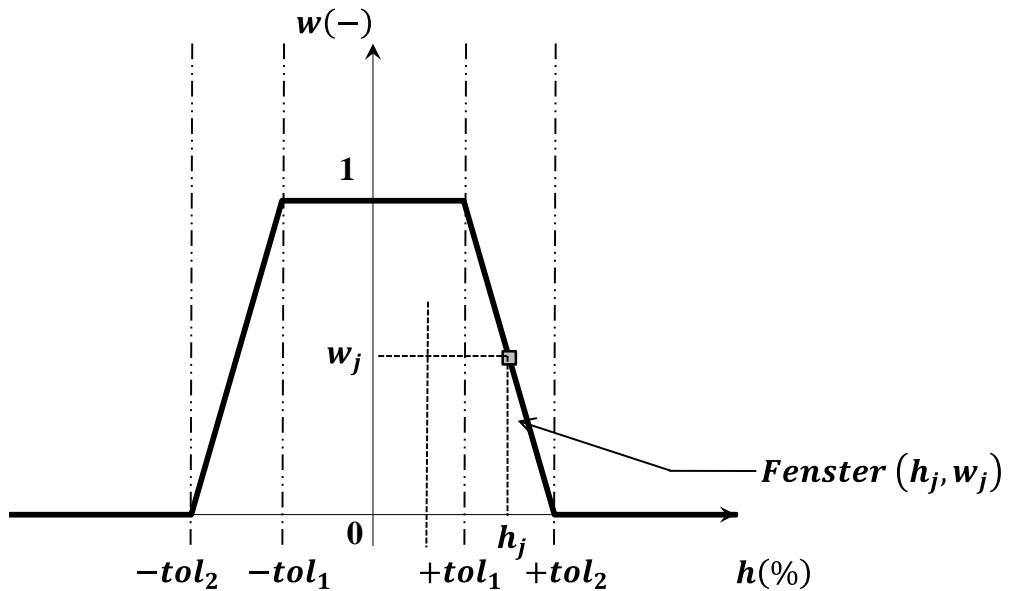
dann ist $w_j = 0$.

Dabei gilt:

$$h_j = 100 \cdot \frac{M_{CO_2,d,j} - M_{CO_2,d,cc}(\bar{v}_j)}{M_{CO_2,d,cc}(\bar{v}_j)}$$

Abbildung 5

Gewichtungsfunktion für Mittelungsfenster



6.2. Berechnung der Gewichtungsindizes

Die Indizes der Strenge werden gesondert für die Kategorien Stadt, Landstraße und Autobahn berechnet

$$\bar{h}_k = \frac{1}{N_k} \sum h_j \quad k = u, r, m$$

sowie für die gesamte Fahrt:

$$\bar{h}_t = \frac{f_u \bar{h}_u + f_r \bar{h}_r + f_m \bar{h}_m}{f_u + f_r + f_m}$$

Dabei sind f_u, f_r, f_m jeweils gleich 0,34, 0,33 und 0,33.

6.3. Berechnung der Emissionen für die gesamte Fahrt

Anhand der in Nummer 6.1 berechneten gewichteten entfernungsabhängigen Emissionen werden die entfernungsabhängigen Emissionen in [mg/km] für die gesamte Fahrt und jeden gasförmigen Schadstoff wie folgt berechnet:

$$M_{gas,d,t} = 1000 \cdot \frac{f_u \cdot M_{gas,d,u} + f_r \cdot M_{gas,d,r} + f_m \cdot M_{gas,d,m}}{(f_u + f_r + f_m)}$$

und für die Partikelzahl:

$$M_{PN,d,t} = \frac{f_u \cdot M_{PN,d,u} + f_r \cdot M_{PN,d,r} + f_m \cdot M_{PN,d,m}}{(f_u + f_r + f_m)}$$

Dabei sind f_u, f_r, f_m jeweils gleich 0,34, 0,33 und 0,33.

7. ZAHLENBEISPIELE

7.1. Berechnung der Mittelungsfenster

Tabelle 1

Die wichtigsten Vorgaben für die Berechnung

$M_{CO2,ref}$ [g]	610
Richtung bei der Berechnung der Mittelungsfenster	Vorwärts
Erfassungsfrequenz [Hz]	1

Abbildung 6 ist zu entnehmen, wie die Mittelungsfenster auf der Grundlage von Daten festgelegt werden, die bei einer mit einem PEMS durchgeföhrten Prüfung auf der Straße aufgezeichnet wurden. Im Interesse der Übersichtlichkeit werden im Folgenden nur die ersten 1200 Sekunden der Fahrt wiedergegeben.

Die Sekunden 0 bis 43 sowie die Sekunden 81 bis 86 werden wegen Betriebs mit der Fahrzeuggeschwindigkeit Null ausgeschlossen.

Das erste Mittelungsfenster beginnt bei $t_{1,1} = 0$ s und endet bei Sekunde $t_{2,1} = 524$ s (Tabelle 3). In Tabelle 4 sind für das jeweilige Fenster die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit sowie die integrierten Massen von CO und NO_x [g] aufgeführt, die ausgestoßen wurden und den gültigen Daten im Verlauf des ersten Mittelungsfensters entsprechen.

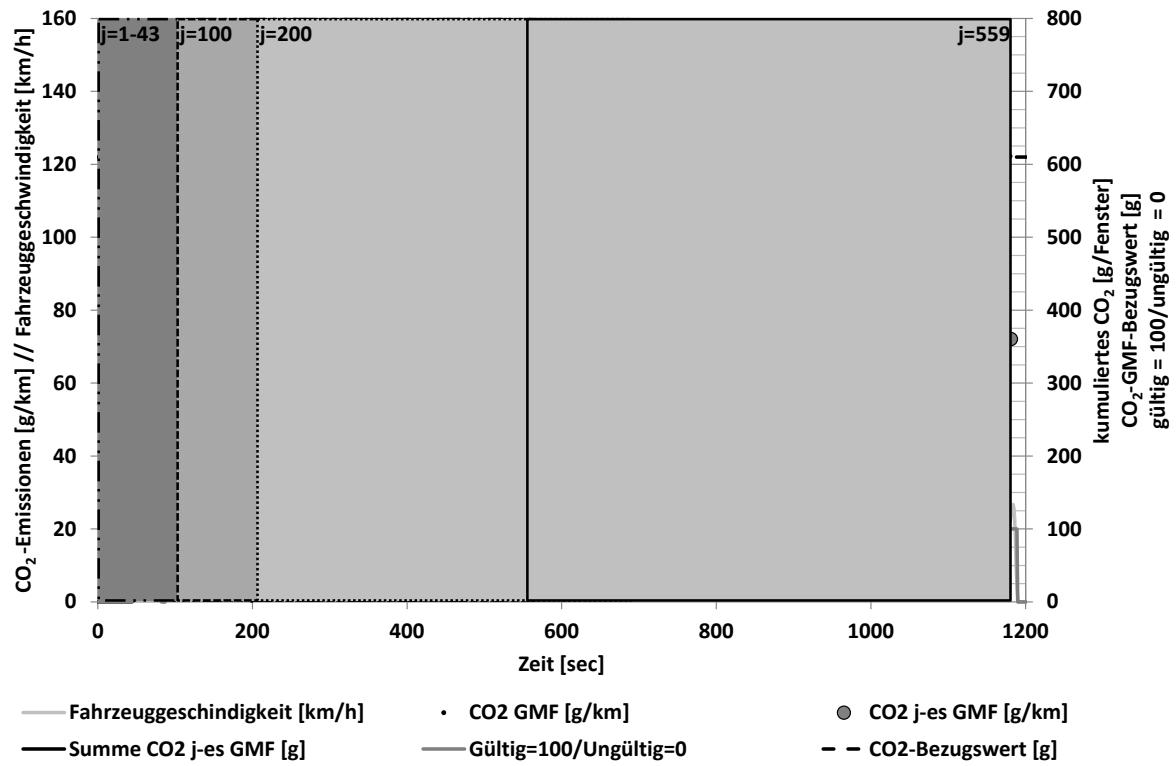
$$M_{CO2,d,1} = \frac{M_{CO2,1}}{d_1} = \frac{610,217}{4,977} = 122,61 \text{ g/km}$$

$$M_{CO,d,1} = \frac{M_{CO,1}}{d_1} = \frac{2,25}{4,98} = 0,45 \text{ g/km}$$

$$M_{NOx,d,1} = \frac{M_{NOx,1}}{d_1} = \frac{3,51}{4,98} = 0,71 \text{ g/km}$$

Abbildung 6

Bei der Prüfung auf der Straße mit einem PEMS aufgezeichnete momentane CO₂-Emissionen als Funktion der Zeit. Die rechteckigen Rahmen zeigen die Dauer des j-ten Fensters an. Die Datenreihe mit der Bezeichnung „Gültig = 1/Ungültig = 0“ zeigt im Sekundenabstand die Daten an, die von der Analyse auszuschließen sind.



7.2. Bewertung von Fenstern

Tabelle 2

Berechnung der Vorgaben für die charakteristische Kurve für CO₂

CO ₂ Niedrige Geschwindigkeit WLTC (P ₁) [g/km]	154
CO ₂ Hohe Geschwindigkeit WLTC (P ₂) [g/km]	96
CO ₂ Sehr Hohe Geschwindigkeit WLTC (P ₃) [g/km]	120

Bezugspunkt		
P ₁	$\overline{v_{P1}} = 19,0 \text{ km/h}$	$M_{CO_2,d,P_1} = 154 \text{ g/km}$

P_2	$\overline{v_{P2}} = 56,6 \text{ km/h}$	$M_{CO_2,d,P_2} = 96 \text{ g/km}$
P_3	$\overline{v_{P3}} = 92,3 \text{ km/h}$	$M_{CO_2,d,P_3} = 120 \text{ g/km}$

Die charakteristische Kurve für CO₂ ist wie folgt definiert:

Für den Abschnitt (P_1, P_2):

$$M_{CO_2,d}(\bar{v}) = a_1 \bar{v} + b_1$$

dabei gilt

$$\text{avec } a_1 = (96 - 154) / (56,6 - 19,0) = -\frac{58}{37,6} = -1,543$$

$$\text{und: } b_1 = 154 - (-1,543) \times 19,0 = 154 + 29,317 = 183,317$$

Für den Abschnitt (P_2, P_3):

$$M_{CO_2,d}(\bar{v}) = a_2 \bar{v} + b_2$$

$$\text{mit avec } a_2 = (120 - 96) / (92,3 - 56,6) = \frac{24}{35,7} = 0,672$$

$$\text{und: } b_2 = 96 - 0,672 \times 56,6 = 96 - 38,035 = 57,965$$

Im Folgenden sind Beispiele für die Berechnung der Gewichtungsfaktoren sowie für die Zuordnung der Fenster zu den Kategorien Stadt, Landstraße oder Autobahn wiedergegeben:

Für Fenster Nr. 45:

$$M_{CO_2,d,45} = 122,62 \text{ g/km}$$

$$\overline{v_{45}} = 38,12 \text{ km/h}$$

Für die charakteristische Kurve:

$$M_{CO_2,d,CC}(\overline{v_{45}}) = a_1 \overline{v_{45}} + b_1 = -1,543 \times 38,12 + 183,317 = 124,498 \text{ g/km}$$

Nachprüfung von:

$$M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_1/100) \leq M_{CO2,d,j} \leq M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_j) \cdot (1 + tol_1/100)$$

$$M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 - tol_1/100) \leq M_{CO2,d,45} \leq M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 + tol_1/100)$$

$$124,498x(1 - 25/100) \leq 122,62 \leq 124,498x(1 + 25/100)$$

$$93,373 \leq 122,62 \leq 155,622$$

Ergibt: $w_{45} = 1$

Für Fenster Nr. 556:

$$M_{CO2,d,556} = 72,15 \text{ g/km}$$

$$\bar{v}_{556} = 50,12 \text{ km/h}$$

Für die charakteristische Kurve:

$$M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_{556}) = a_1 \bar{v}_{556} + b_1 = -1,543x50,12 + 183,317 = 105,982 \text{ g/km}$$

Nachprüfung von:

$$M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_2/100) \leq M_{CO2,d,j} \leq M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_1/100)$$

$$M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_{556}) \cdot (1 - tol_2/100) \leq M_{CO2,d,556} \leq M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_{556}) \cdot (1 - tol_1/100)$$

$$105,982x(1 - 50/100) \leq 72,15 \leq 105,982x(1 - 25/100)$$

$$52,991 \leq 72,15 \leq 79,487$$

Ergibt:

$$h_{556} = 100 \cdot \frac{M_{CO2,d,556} - M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_{556})}{M_{CO2,d,CC}(\bar{v}_{556})} = 100 \cdot \frac{72,15 - 105,982}{105,982} = -31,922$$

$$w_{556} = k_{21}h_{556} + k_{22} = 0,04 * (-31,922) + 2 = 0,723$$

$$\text{avec } k_{21} = 1/(tol_2 - tol_1) = 1/(50 - 25) = 0,04$$

$$\text{and } k_{22} = k_{21} = tol_2/(tol_2 - tol_1) = 50/(50 - 25) = 2$$

Tabelle 3

Numerische Emissionsdaten					
Fenster [Nr.]	$t_{1,j}$ [s]	$t_{2,j} - \Delta t$ [s]	$t_{2,j}$ [s]	$M_{CO_2}(t_{2,j} - \Delta t) - M_{CO_2}(t_{1,j}) < M_{CO_2,ref}$ [g]	$M_{CO_2}(t_{2,j}) - M_{CO_2}(t_{1,j}) \geq M_{CO_2,ref}$ [g]
1	0	523	524	609,06	610,22
2	1	523	524	609,06	610,22
...
43	42	523	524	609,06	610,22
44	43	523	524	609,06	610,22
45	44	523	524	609,06	610,22
46	45	524	525	609,68	610,86
47	46	524	525	609,17	610,34
...
100	99	563	564	609,69	612,74
...
200	199	686	687	608,44	610,01

...
474	473	1024	1025	609,84
475	474	1029	1030	609,80
	
556	555	1173	1174	609,96
557	556	1174	1175	609,09
558	557	1176	1177	609,09
559	558	1180	1181	609,79

Tabelle 4

Numerische Emissionsdaten														
Fenster [Nr.]	t _{i,j} [s]	t _{b,j} [s]	d _i [km]	\bar{v}_j [km/h]	M _{CO₂,j} [g]	M _{CO,j} [g]	M _{NO_x,j} [g]	M _{CO₂,d,j} [g/km]	M _{NO_x,d,j} [g/km]	M _{CO₂,d,cc(\bar{v}_j)} [g/km]	Fenster (S/L/A)	h [%]	w _j [%]	
1	0	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	-1,53	1,00
2	1	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	-1,53	1,00
...
43	42	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	-1,53	1,00
44	43	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,61	0,45	0,71	124,51	STADT	-1,53	1,00
45	44	524	4,98	38,12	610,22	2,25	3,51	122,62	0,45	0,71	124,51	STADT	-1,51	1,00
46	45	525	4,99	38,25	610,86	2,25	3,52	122,36	0,45	0,71	124,30	STADT	-1,57	1,00
...
100	99	564	5,25	41,23	612,74	2,00	3,68	116,77	0,38	0,70	119,70	STADT	-2,45	1,00
...
200	199	687	6,17	46,32	610,01	2,07	4,32	98,93	0,34	0,70	111,85	LANDSTRASSE	-11,55	1,00
...

474	473	1025	7,82	52,00	610,60	2,05	4,82	78,11	0,26	0,62	103,10	LANDSTRASSE	-24,24	1,00
475	474	1030	7,87	51,98	610,49	2,06	4,82	77,57	0,26	0,61	103,13	LANDSTRASSE	-24,79	1,00
...
556	555	1174	8,46	50,12	610,59	2,23	4,98	72,15	0,26	0,59	105,99	LANDSTRASSE	-31,93	0,72
557	556	1175	8,46	50,12	610,08	2,23	4,98	72,10	0,26	0,59	106,00	LANDSTRASSE	-31,98	0,72
558	557	1177	8,46	50,07	610,59	2,23	4,98	72,13	0,26	0,59	106,08	LANDSTRASSE	-32,00	0,72
559	558	1181	8,48	49,93	611,23	2,23	5,00	72,06	0,26	0,59	106,28	LANDSTRASSE	-32,20	0,71

7.3. Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn – Vollständigkeit der Fahrt

In diesem Zahlenbeispiel besteht die Fahrt aus 7036 Mittelungsfenstern. In Tabelle 5 ist die Anzahl der Fenster aufgeführt, die entsprechend der in ihnen erreichten Durchschnittsfahrzeuggeschwindigkeit der Kategorie Stadt, Landstraße oder Autobahn zugeordnet und gemäß ihrem Abstand von der charakteristischen Kurve in CO₂-Bereiche aufgeteilt wurden. Die Fahrt ist abgeschlossen, da von der Gesamtzahl der Fenster jeweils wenigstens 15 % Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn sind. Die Fahrt wird als normal eingestuft, da wenigstens 50 % der Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn innerhalb des für die charakteristische Kurve festgelegten Bereichs der primären Toleranzen liegen.

Tabelle 5

Überprüfung der Vollständigkeit und Normalität der Fahrt

Fahrbedingungen	Anzahl	Fenster in %
Alle Fenster		
Stadt	1909	$1909 / 7036 * 100 = 27,1 > 15$
Landstraße	2011	$2011 / 7036 * 100 = 28,6 > 15$
Autobahn	3116	$3116 / 7036 * 100 = 44,3 > 15$
Insgesamt	$1909 + 2011 + 3116 = 7036$	
Normale Fenster		
Stadt	1514	$1514 / 1909 * 100 = 79,3 > 50$
Landstraße	1395	$1395 / 2011 * 100 = 69,4 > 50$
Autobahn	2708	$2708 / 3116 * 100 = 86,9 > 50$
Insgesamt	$1514 + 1395 + 2708 = 5617$	