



Rat der
Europäischen Union

129372/EU XXV. GP
Eingelangt am 18/01/17

Brüssel, den 17. Januar 2017
(OR. en)

5365/17
ADD 3

ENT 13
ENV 28
MI 46

ÜBERMITTLUNGSVERMERK

Absender: Europäische Kommission
Eingangsdatum: 16. Januar 2017
Empfänger: Generalsekretariat des Rates
Nr. Komm.dok.: D045884/03 ANNEX 3 - PART 2/3

Betr.: ANHANG der Verordnung der Kommission zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission sowie der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008

Die Delegationen erhalten in der Anlage das Dokument D045884/03 ANNEX 3 - PART 2/3.

Anl.: D045884/03 ANNEX 3 - PART 2/3

5365/17 ADD 3

/dp

DGG 3A

DE



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Brüssel, den **XXX**
D045884/02
[...](2016) **XXX** draft

ANNEX 3 – PART 2/3

ANHANG

der

Verordnung der Kommission

zur Ergänzung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission sowie der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008

DE

DE

Überprüfung der Fahrdynamikbedingungen und Berechnung des endgültigen RDE-Emissionsergebnisses mit Methode 1 (gleitendes Mitteilungsfenster)

1. EINFÜHRUNG

Die Methode des gleitenden Mittelfensters 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 (Anlage 4 Abschnitt 4) |
| Schritt 2 | Teilmengen- oder fensterweise Berechnung der Emissionen (Abschnitt 3.1) |
| Schritt 3 | Ermittlung der normalen Fenster (Abschnitt 4) |
| Schritt 4 | Überprüfung der Vollständigkeit und Normalität der Fahrt (Abschnitt 5) |
| Schritt 5 | Berechnung der Emissionen anhand der normalen Fenster (Abschnitt 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, PN).

Δ - Differenz

≥ - größer oder gleich

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

#	-	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 [#]
$M_{gas,d}$	-	entfernungsabhängige Emission für den Abgasbestandteil „Gas“ [g/km] oder [#/km]
$M_{gas,d,j}$	-	entfernungsabhängige Emission für den Abgasbestandteil „Gas“ im Fenster j [g/km] oder [#/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 im Zeitabschnitt i [s]
$t_{i,j}$	-	Gesamtdauer in Zeitabschnitt i in Bezug auf Fenster j [s]

tol_1 Fahrzeugs [%]	-	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 mit Hilfe 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 Nullpunkt drift
- die Emissionen bei Kaltstart im Sinne von Anlage 4 Nummer 4.4
- die Fahrzeuggeschwindigkeit über dem Boden $< 1 \text{ km/h}$
- 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 #/s für P) bestimmt.

Abbildung 1

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

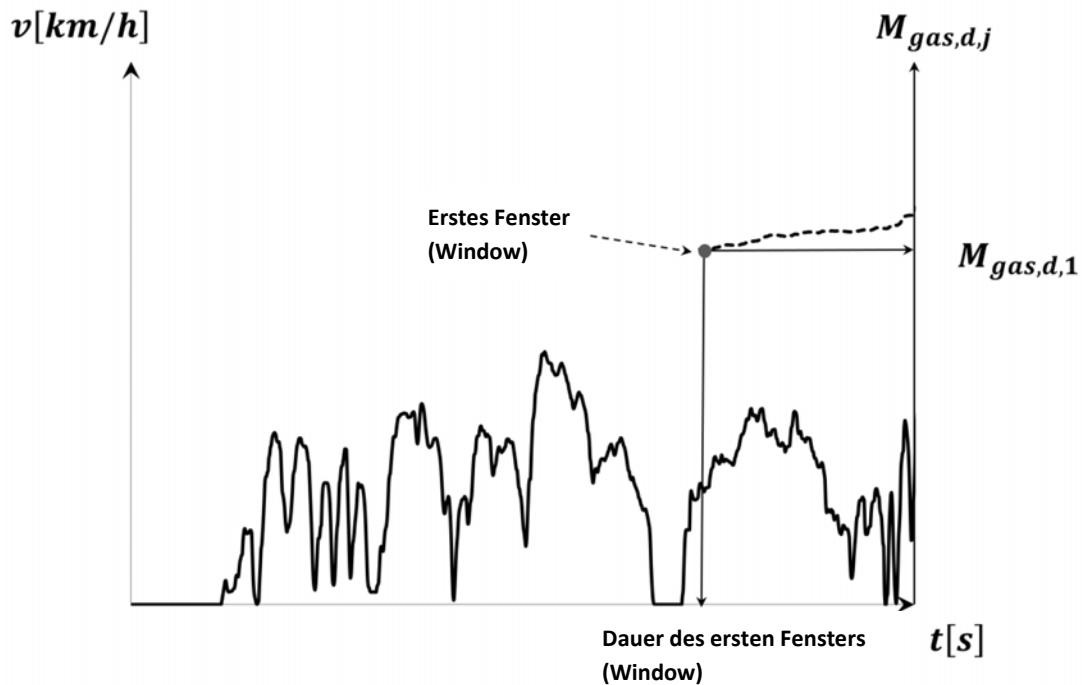
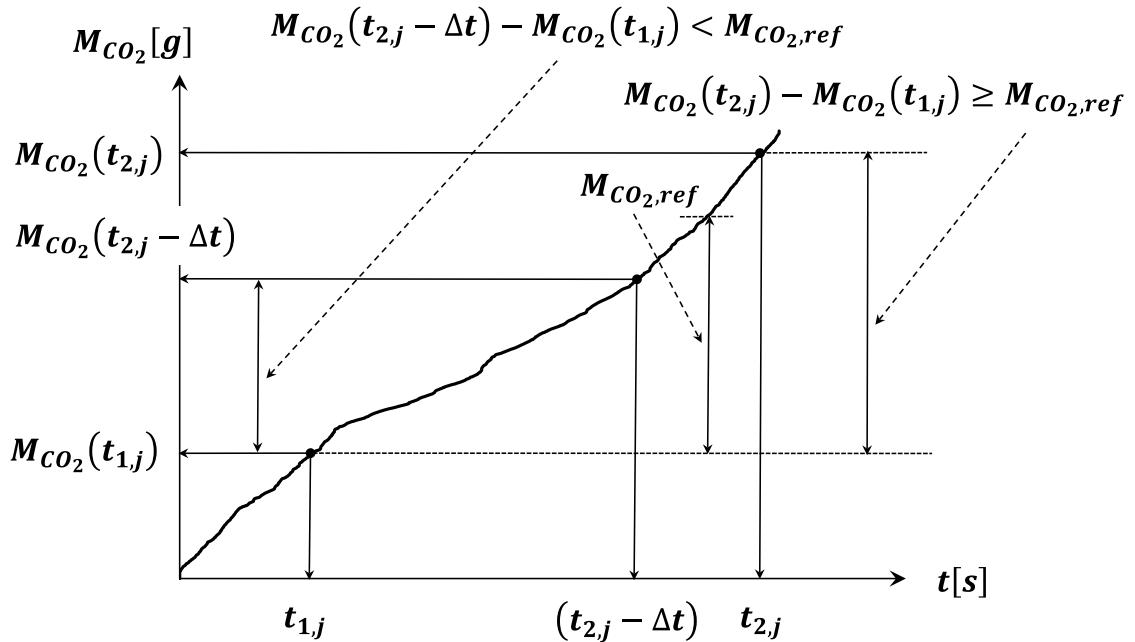


Abbildung 2

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 ist:

$M_{CO_2}(t_{i,j})$ die CO₂-Masse [g], die zwischen dem Beginn der Prüfung und dem Zeitpunkt $(t_{2,j})$ gemessen wurde.

$M_{CO_2,ref}$ die Hälfte der CO₂-Masse [g], die das Fahrzeug während des weltweit harmonisierten Prüfzyklus für leichte Nutzfahrzeuge (worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle) nach dem in der globalen technischen Regelung Nr. 15 der UNECE – Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure (ECE/TRANS/180/Add.15) beschriebenen Verfahren (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 $M_{CO2,d,j}$
- die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit \bar{v}_j

4. BEWERTUNG VON FENSTERN

4.1. Einführung

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 auf dem Rollenprüfstand mit den Fahrwiderstandseinstellungen gemäß dem in Anhang 4 der nach dem in der globalen technischen Regelung Nr. 15 der UNECE – Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure (ECE/TRANS/180/Add.15) beschriebenen Verfahren geprüft. Im Fahrwiderstand wird die zusätzliche Masse während der RDE-Prüfung, d. h. der Beifahrer und die PEMS-Ausrüstung, nicht berücksichtigt.

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_{CO2,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

$\overline{v_{P2}} = 56,6 \text{ km/h}$ (Durchschnittsgeschwindigkeit für die Phase des WLTP-Zyklus mit hoher Geschwindigkeit)

M_{CO2,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. $\overline{v_{P3}} = 92,3 \text{ km/h}$ (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 Abschnitt 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):

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

wobei: $a_1 = (M_{CO_2,d,P_2} - M_{CO_2,d,P_1}) / (\overline{v_{P2}} - \overline{v_{P1}})$

und: $b_1 = M_{CO_2,d,P_1} - a_1 \overline{v_{P1}}$

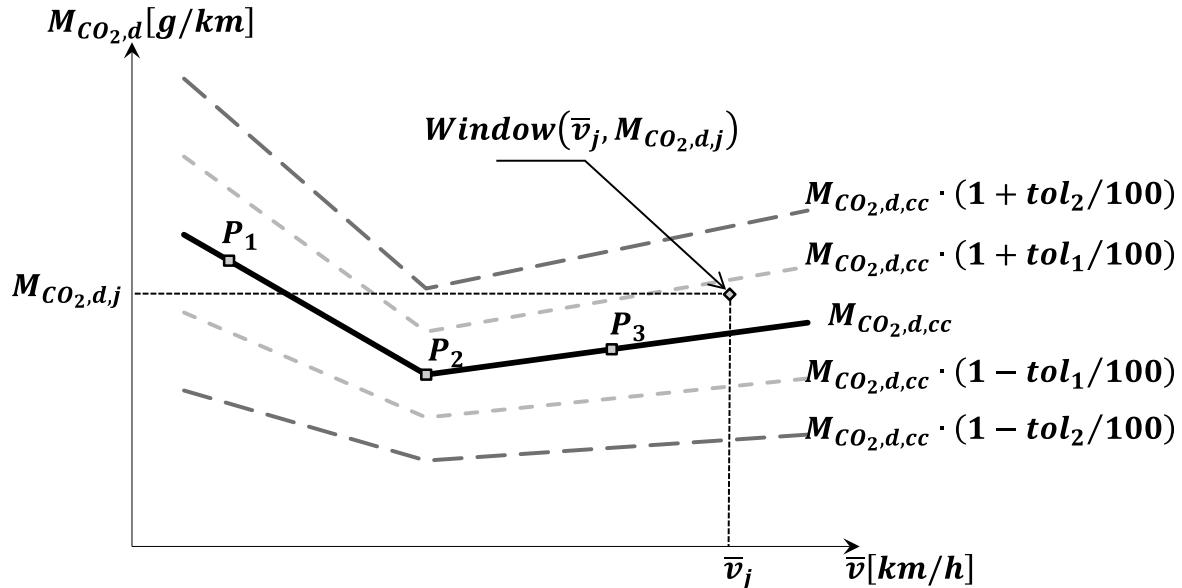
Für den Abschnitt (P_2, P_3):

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

wobei: $a_2 = (M_{CO_2,d,P_3} - M_{CO_2,d,P_2}) / (\overline{v_{P3}} - \overline{v_{P2}})$

und: $b_2 = M_{CO_2,d,P_2} - a_2 \overline{v_{P2}}$

Abbildung 3
Charakteristische Kurve des Fahrzeugs für CO₂

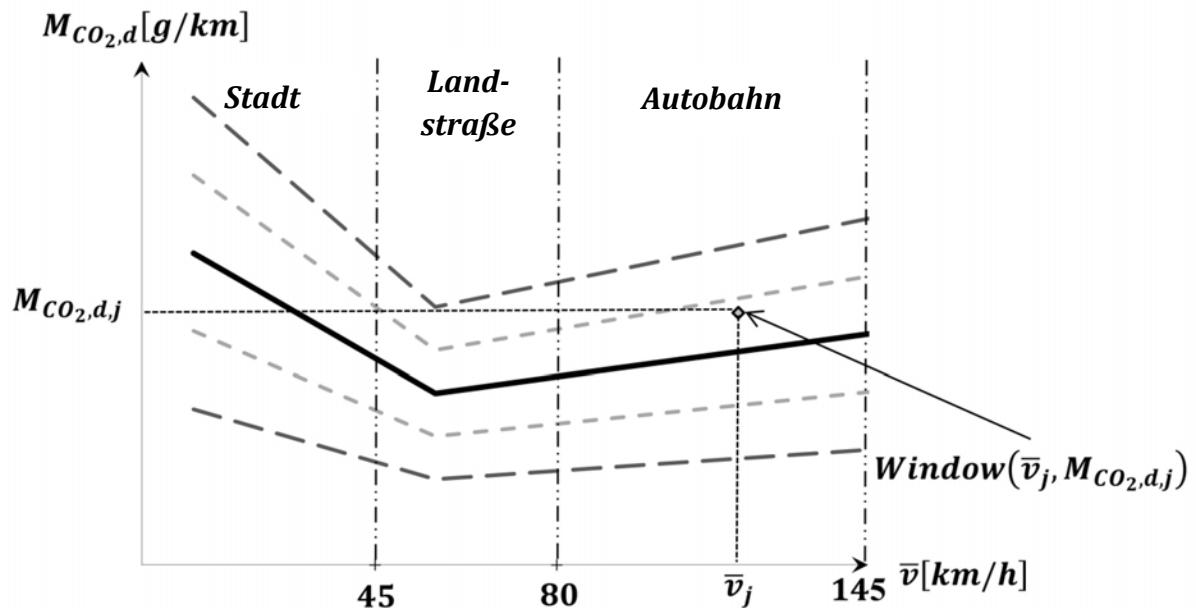


4.4. Fenster für Stadt, Landstraße und Autobahn

- 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 \bar{v}_j über dem Boden 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. ÜBERPRÜFUNG 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. Überprüfung 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. Überprüfung 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:

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

ist, dann ist $w_j = 1$

Wenn

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

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

dabei ist $k_{11} = 1/(tol_1 - tol_2)$

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

Wenn

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

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

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

und $k_{22} = k_{12} = tol_2/(tol_2 - tol_1)$

Wenn

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

oder

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

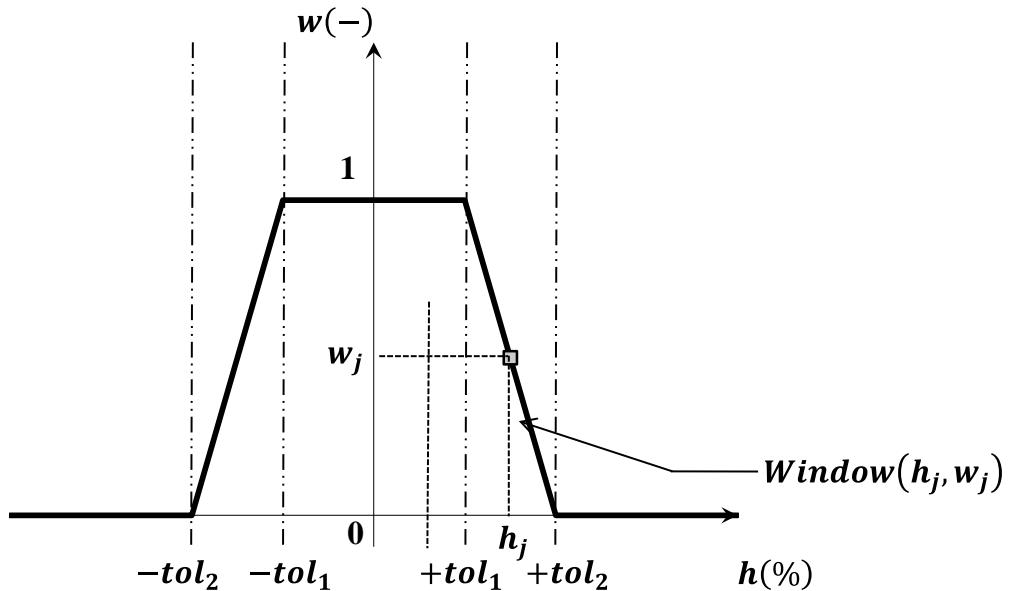
ist,

dann ist $w_j = 0$

Dabei ist:

$$h_j = 100 \cdot \frac{M_{CO2,d,j} - M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j)}{M_{CO2,d,cc}(\bar{v}_j)}$$

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 gleich 0,34, 0,33 beziehungsweise 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 gleich 0,34, 0,33 beziehungsweise 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

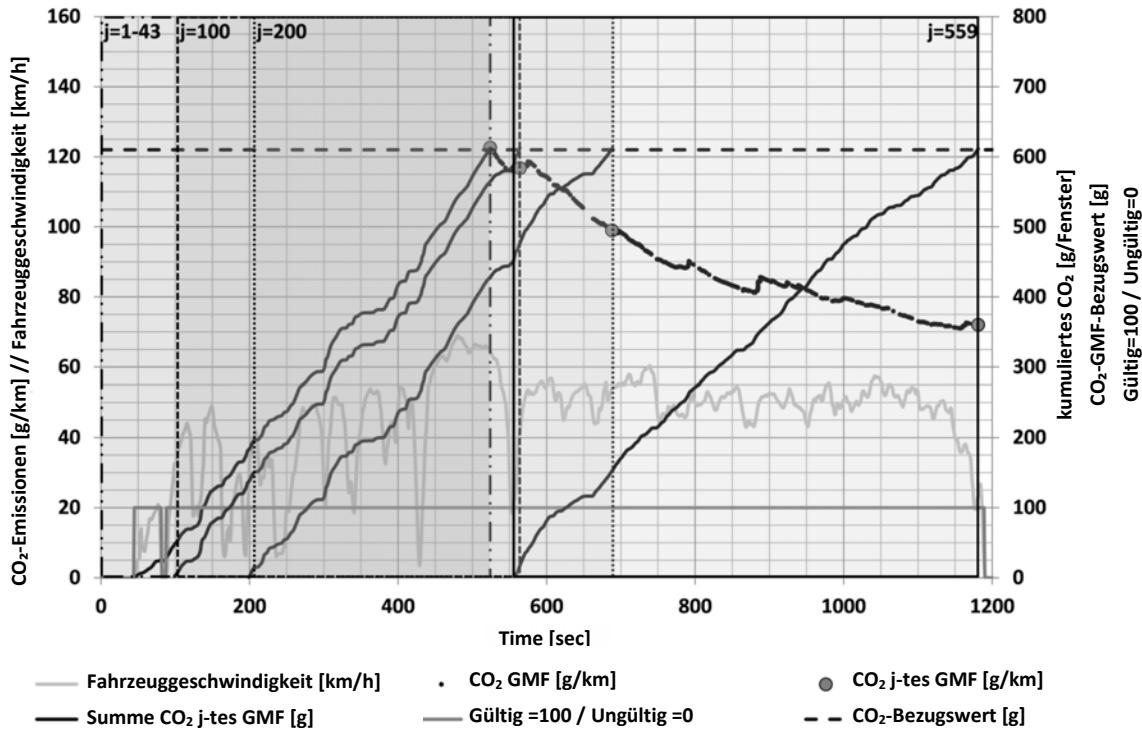
Abbildung 6 ist zu entnehmen, wie die Mittelungsfenster auf der Grundlage von Daten festgelegt werden, die bei einer mit einem PEMS durchgeführten Prüfung auf der Straße aufgezeichnet wurden. Im Interesse der Übersichtlichkeit werden im Folgenden nur die ersten 1200 Sekunden der Fahrt wiedergegeben.

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).

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 = 100/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 x 1,2 (P ₁) [g/km]	154
CO ₂ Hohe Geschwindigkeit WLTC x 1,1 (P ₂) [g/km]	96
CO ₂ Sehr hohe Geschwindigkeit WLTC x 1,05 (P ₃) [g/km]	120

Bezugspunkt		
P ₁	$\bar{v}_{P1} = 19,0 \text{ km/h}$	$M_{CO_2,d,P_1} = 154 \text{ g/km}$
P ₂	$\bar{v}_{P2} = 56,6 \text{ km/h}$	$M_{CO_2,d,P_2} = 96 \text{ g/km}$

P_3	$\bar{v}_{P3} = 92,3 \text{ km/h}$	$M_{CO_2,d,P_3} = 120 \text{ g/km}$
-------	------------------------------------	-------------------------------------

Die charakteristische Kurve für CO₂ ist wie folgt definiert:

Für den Abschnitt (P_1, P_2):

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

wobei

$$a_1 = (96 - 154) / (56.6 - 19.0) = -\frac{58}{37.6} = -1.543$$

$$\text{und } b_1 = 154 - (-1.543) \times 19,0 = 154 + 29,317 = 183,317$$

Für den Abschnitt (P_2, P_3):

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

Wobei

$$a_2 = (120 - 96) / (92.3 - 56.6) = \frac{24}{35.7} = 0.672$$

$$\text{und } b_2 = 96 - 0.672 \times 56,6 = 96 - 38,035 = 57,965$$

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:

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

$$\bar{v}_{45} = 38,12 \text{ km/h}$$

Die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Fenster liegt unter 45 km/h, daher handelt es sich um ein Stadt-Fenster.

Für die charakteristische Kurve:

$$M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}_{45}) = a_1 \bar{v}_{45} + b_1 = -1.543 \times 38,12 + 183,317 = 124,498 \text{ g/km}$$

Überprüfung von:

$$M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}_j) \cdot (1 - tol_1/100) \leq M_{CO_2,d,j} \leq M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}_j) \cdot (1 + tol_1/100)$$

$$M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 - tol_1/100) \leq M_{CO_2,d,45} \leq M_{CO_2,d,CC}(\bar{v}_{45}) \cdot (1 + tol_1/100)$$

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

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

Ergibt: $w_{45} = 1$

Für Fenster Nr. 556:

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

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

Die durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit im Fenster ist größer als 45 km/h, aber unter 80 km/h, daher handelt es sich um ein Landstraßen-Fenster.

Für die charakteristische Kurve:

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

Überprüfung von:

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

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

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

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

Ergibt:

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

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

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

$$\text{and } k_{22} = k_{12} = tol_2/(tol_2 - tol_1) = 50/(50 - 25) = 2$$

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	610,60
475	474	1029	1030	609,80	610,49
...
556	555	1173	1174	609,96	610,59
557	556	1174	1175	609,09	610,08
558	557	1176	1177	609,09	610,59
559	558	1180	1181	609,79	611,23

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 durchschnittlichen Fahrzeuggeschwindigkeit 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 4

Überprüfung der Vollständigkeit und Normalität der Fahrt

Fahrbedingungen	Zahl	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	