DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2016/362 DER KOMMISSION**vom 11. März 2016****über die Genehmigung des Enthalpiespeichers der MAHLE Behr GmbH & Co. KG als innovative Technologie zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen gemäß der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates****(Text von Bedeutung für den EWR)**

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Verordnung (EG) Nr. 443/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen ⁽¹⁾, insbesondere auf Artikel 12 Absatz 4,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Der Zulieferer MAHLE Behr GmbH & Co. KG (nachstehend „der Antragsteller“) hat am 29. April 2015 die Genehmigung eines Enthalpiespeichers als innovative Technologie beantragt. Die Vollständigkeit dieses Antrags wurde gemäß Artikel 4 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 der Kommission ⁽²⁾ geprüft. Die Kommission hat festgestellt, dass im ursprünglichen Antrag bestimmte einschlägige Angaben fehlten, und den Antragsteller um Ergänzung ersucht. Der Antragsteller lieferte die verlangten Angaben am 27. Mai 2015. Der Antrag wurde für vollständig befunden, und der Zeitraum für die Bewertung des Antrags durch die Kommission begann am Tag nach dem Tag des offiziellen Eingangs der vollständigen Angaben, also am 28. Mai 2015.
- (2) Der Antrag wurde gemäß Artikel 12 der Verordnung (EG) Nr. 443/2009, der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 und dem technischen Leitfaden für die Vorbereitung von Anträgen auf Genehmigung innovativer Technologien gemäß der Verordnung (EG) Nr. 443/2009, Fassung vom Februar 2013 (Technical Guidelines) (im Folgenden „technischer Leitfaden“) ⁽³⁾ geprüft.
- (3) Der Antrag betrifft einen Enthalpiespeicher, der nach dem Kaltstart eines Verbrennungsmotors durch die raschere Motorerwärmung die CO₂-Emissionen und den Kraftstoffverbrauch reduziert.
- (4) Nach Auffassung der Kommission geht aus dem Antrag hervor, dass die in Artikel 12 der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 und in den Artikeln 2 und 4 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 genannten Bedingungen und Kriterien erfüllt wurden.
- (5) Der Antragsteller hat nachgewiesen, dass im Sinne von Artikel 2 Absatz 2 Buchstabe a der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 weniger als 3 % aller neuen, im Jahr 2009 registrierten Personenkraftwagen mit einem Enthalpiespeicher ausgestattet waren.
- (6) Der Antragsteller hat im Einklang mit dem technischen Leitfaden ein umfassendes Prüfverfahren angewandt und als Vergleichsfahrzeug das mit einem deaktivierten Enthalpiespeicher ausgestattete Fahrzeug bestimmt.
- (7) Der Antragsteller hat eine Prüfmethode zur Ermittlung der CO₂-Emissionsminderung vorgelegt. Nach Auffassung der Kommission wird die Prüfmethode im Einklang mit Artikel 6 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 nachprüfbar, wiederholbar und vergleichbare Ergebnisse erbringen und in realistischer Weise und mit hoher statistischer Signifikanz die Vorteile der innovativen Technologie für die CO₂-Emissionen nachweisen.
- (8) Der Antragsteller hat somit in zufriedenstellender Weise belegt, dass die durch den Enthalpiespeicher erzielte Emissionsminderung mindestens 1 g CO₂/km beträgt.

⁽¹⁾ ABl. L 140 vom 5.6.2009, S. 1.⁽²⁾ Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 der Kommission vom 25. Juli 2011 zur Einführung eines Verfahrens zur Genehmigung und Zertifizierung innovativer Technologien zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen nach der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates (AbI. L 194 vom 26.7.2011, S. 19).⁽³⁾ <https://circabc.europa.eu/w/browse/42c4a33e-6fd7-44aa-adac-f28620bd436f>

- (9) Da der Enthalpiespeicher bei dem Typgenehmigungs-Testverfahren für CO₂-Emissionen gemäß der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates ⁽¹⁾ und der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission ⁽²⁾ nicht aktiviert ist, erkennt die Kommission an, dass die betreffende Technologie nicht unter den Standard-Prüfzyklus fällt.
- (10) Da der Fahrer keinen Einfluss auf die Aktivierung des Enthalpiespeichers hat, ist die Kommission der Auffassung, dass die Verringerung der CO₂-Emissionen durch den Einsatz der innovativen Technologie dem Hersteller angerechnet werden sollte.
- (11) Die Kommission stellt fest, dass der Prüfbericht von TÜV SÜD Auto Service GmbH, einer unabhängigen und zertifizierten Stelle, erstellt wurde und die im Antrag aufgeführten Ergebnisse bestätigt.
- (12) Vor diesem Hintergrund ist die Kommission der Auffassung, dass gegen die Genehmigung der betreffenden innovativen Technologie keine Einwände erhoben werden sollten.
- (13) Für die Bestimmung des allgemeinen Ökoinnovationscodes, der in den betreffenden Typgenehmigungsunterlagen gemäß den Anhängen I, VIII und IX der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates ⁽³⁾ zu verwenden ist, sollte der individuelle Code für die mit dem vorliegenden Beschluss genehmigte innovative Technologie festgelegt werden —

HAT FOLGENDEN BESCHLUSS ERLASSEN:

Artikel 1

- (1) Der im Antrag der MAHLE Behr GmbH & Co. KG beschriebene Enthalpiespeicher wird als innovative Technologie im Sinne von Artikel 12 der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 genehmigt.
- (2) Die Verringerung der CO₂-Emissionen durch den Einsatz des Enthalpiespeichers wird nach der im Anhang beschriebenen Methode bestimmt.
- (3) Der in die Typgenehmigungsunterlagen einzutragende individuelle Ökoinnovationscode für die mit diesem Durchführungsbeschluss genehmigte innovative Technologie ist „18“.

Artikel 2

Dieser Beschluss tritt am zwanzigsten Tag nach seiner Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft.

Brüssel, den 11. März 2016

Für die Kommission
Der Präsident
Jean-Claude JUNCKER

⁽¹⁾ Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge (ABl. L 171 vom 29.6.2007, S. 1).

⁽²⁾ Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission vom 18. Juli 2008 zur Durchführung und Änderung 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 Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge (ABl. L 199 vom 28.7.2008, S. 1).

⁽³⁾ Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge (Rahmenrichtlinie) (ABl. L 263 vom 9.10.2007, S. 1).

ANHANG

METHODE ZUR ERMITTLUNG DER CO₂-EINSPARUNGEN DURCH DIE ENTHALPIESPEICHER-TECHNOLOGIE

1. EINLEITUNG

Um die auf den Einsatz der Enthalpiespeicher-Technologie (EST-System) zurückzuführende Verringerung der CO₂-Emissionen ermitteln zu können, ist Folgendes zu bestimmen:

- a) das Prüfverfahren für die Ermittlung der Abkühlungskurven des (mit einem deaktivierten Enthalpiespeicher ausgestatteten) Vergleichsfahrzeugs und des Ökoinnovationsfahrzeugs;
- b) das Prüfverfahren für die Ermittlung der CO₂-Emissionen bei verschiedenen Starttemperaturen des Motorkühlmittels;
- c) das Prüfverfahren für die Ermittlung der theoretischen Motortemperatur nach Entladen des EST-Systems;
- d) das Prüfverfahren zur Ermittlung des HSB-Werts (Hot Start Benefit — Warmstartvorteil);
- e) die Formeln zur Berechnung der CO₂-Einsparungen;
- f) die Formeln zur Berechnung des statistischen Fehlers und der Signifikanz der Ergebnisse.

2. SYMBOLE UND ABKÜRZUNGEN

Lateinische Symbole

B_{TA}	— CO ₂ -Emissionen des Fahrzeuges unter Typgenehmigungsbedingungen [g CO ₂ /km]
C_{CO_2}	— CO ₂ -Einsparungen [g CO ₂ /km]
CO ₂	— Kohlendioxid
CO ₂ (T _k)	— Arithmetisches Mittel der unter NEFZ-Bedingungen gemessenen CO ₂ -Emissionen des Fahrzeuges bei einer Umgebungstemperatur von 14 °C und den Starttemperaturen des Motorkühlmittels T _k (g CO ₂ /km)
d_{eng}	— Abklingfaktor der Abkühlungskurve des Motorkühlmittels [1/h]
d_{EST}	— Abklingfaktor der Abkühlungskurve des Enthalpiespeichers [1/h]
EST	— Enthalpiespeicher
K	— Effektives Verhältnis von Wärmeträgheiten [-]
m	— Anzahl der Messungen der Stichprobe
NEFZ	— Neuer Europäischer Fahrzyklus
NP(T _{ii} ^{eng})	— Potenzial für normierten Kraftstoffverbrauch bei der Starttemperatur des Motorkühlmittels für die gewählten Standzeiten t _i [-]
pt	— Standzeit [in Stunden]
T _{eng}	— Temperatur des Motorkühlmittels während der Standzeit [in °C]
T _{engmod}	— Theoretische Temperatur des Motorkühlmittels nach Entladen des EST-Systems [in °C]
T ^{EST}	— Temperatur des EST-Kühlmittels während der Standzeit [in °C]

T_{cold}	— Kaltstarttemperatur [in °C] (d. h. 14 °C)
T_{hot}	— Warmstarttemperatur [in °C] (d. h. Kühlmitteltemperatur am Endes des NEFZ)
SOC	— Ladezustand
SVS_{pt}	— Anteil der Standzeitverteilung [in %] gemäß Tabelle 6
WF_{ti}	— Gewichtungsfaktor für die Standzeit t_i [in %] gemäß Tabelle 3

Tiefgestellte Indizes

Index t_i bezieht sich auf die gewählten Standzeiten gemäß Tabelle 1

Index j bezieht sich auf die Messungen der Stichprobe

Index k bezieht sich auf die Starttemperaturen des Motorkühlmittels

3. ERMITTLUNG DER ABKÜHLUNGSKURVEN UND -TEMPERATUREN

Die Abkühlungskurven für das Motorkühlmittel des Vergleichs- und des Ökoinnovationsfahrzeugs werden durch Messreihen ermittelt. Dieselben Kurven gelten für Fahrzeugvarianten mit denselben Wärmekapazitäten, demselben Motorraum-Packaging, derselben thermischen Isolierung des Motors und demselben EST-System. Die Tests umfassen kontinuierliche Messungen der repräsentativen Temperaturen des Motorkühlmittels und des im EST-System enthaltenen Kühlmittels mithilfe von Thermoelementen über 24 Stunden bei einer konstanten Umgebungstemperatur von mindestens 14 °C. Der Motor wird vor dem Abstellen durch eine hinreichende Anzahl aufeinanderfolgender NEFZ bis zur maximalen Kühlmitteltemperatur erwärmt. Nach der Vorkonditionierung wird die Zündung abgestellt und der Zündschlüssel abgezogen. Die Motorhaube ist vollständig geschlossen. Alle Lüftungsanlagen innerhalb des Prüfraums werden abgeschaltet.

Die so gemessenen Abkühlungskurven werden mit dem durch Formel 1 (Motor) und Formel 2 (EST-System) ausgedrückten mathematischen Ansatz konvergiert.

Formel 1

$$T_{\text{pt}}^{\text{eng}} = T_{\text{cold}} + (T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}})e^{-d_{\text{eng}} \cdot \text{pt}}$$

Formel 2

$$T_{\text{pt}}^{\text{EST}} = T_{\text{cold}} + (T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}})e^{-d_{\text{EST}} \cdot \text{pt}}$$

Die Kurven werden anhand der Methode der kleinsten Quadrate dargestellt. Deshalb werden die Temperaturmessdaten der ersten 30 Minuten nach Abstellen des Motors wegen des untypischen Verhaltens der Kühlmitteltemperatur nach dem Abschalten des Kühlmittelsystems in jedem Fall nicht berücksichtigt.

Die Motortemperatur unter bestimmten Standzeitbedingungen ($T_{\text{ti}}^{\text{eng}}$) wird nach Formel 1 berechnet und in Tabelle 1 eingetragen.

Tabelle 1

Motortemperatur und gewählte Standzeitbedingungen

Gewählte Standzeit (t_i)	t1	t2	t3
pt [in Stunden]	2,5	4,5	16,5
$T_{\text{ti}}^{\text{eng}}$ [°C]			

4. ERMITTLUNG DER CO₂-EMISSIONEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN STARTTEMPERATUREN DES KÜHLMITTELS

Die CO₂-Emissionen und der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs müssen im Einklang mit Anhang 6 der UN/ECE-Regelung Nr. 101 (Verfahren zur Messung der Kohlendioxidemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Fahrzeugen, die nur mit einem Verbrennungsmotor betrieben werden) gemessen werden. Das Verfahren sollte wie folgt geändert werden:

1. Die Umgebungstemperatur des Tests beträgt weniger als 14 °C.
2. Die fünf Starttemperaturen des Motorkühlmittels sind: T_{cold}, T_{hot}, T_{t1}^{eng}, T_{t2}^{eng} und T_{t3}^{eng}.

Die Tests können in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden. Zwischen den Tests können ein oder zwei NEFZ zur Vorkonditionierung durchgeführt werden. Es wird (beispielsweise mithilfe des Signals des Steuergerätenetzes) sichergestellt und dokumentiert, dass der Ladezustand (SOC) der Starterbatterie nach jedem Test innerhalb eines 5 %-Bereichs liegt.

Das vollständige Testverfahren wird mindestens drei Mal (d. h. m ≥ 3) wiederholt. Das arithmetische Mittel der Ergebnisse für die CO₂-Emissionen bei jeder Starttemperatur des Motorkühlmittels (T_k) wird nach Formel 3 berechnet und in Tabelle 2 dargestellt.

Formel 3

$$\text{CO}_2(T_k) = \frac{\sum_{j=1}^m \text{CO}_2(T_k)_j}{m}$$

Dabei ist: k = 1, 2 ..., 5

$$T_1 = T_{\text{cold}}$$

$$T_2 = T_{\text{hot}}$$

$$T_3 = T_{t1}^{\text{eng}}$$

$$T_4 = T_{t2}^{\text{eng}}$$

$$T_5 = T_{t3}^{\text{eng}}$$

Tabelle 2

CO₂-Emissionen bei unterschiedlichen Starttemperaturen des Motorkühlmittels

Starttemperatur des Motorkühlmittels T _k	T _{cold}	T _{hot}	T _{t1} ^{eng}	T _{t2} ^{eng}	T _{t3} ^{eng}
CO ₂ (T _k) [g CO ₂ /km]					

5. ERMITTLUNG DER THEORETISCHEN MOTORTEMPERATUR NACH ENTLADEN DES EST-SYSTEMS

Anhand der in Tabelle 2 eingetragenen Testergebnisse gemäß Absatz 4 wird das Potenzial für normierten Kraftstoffverbrauch NP(T_{ti}^{eng}) unter den in Tabelle 1 eingetragenen gewählten Standzeitbedingungen nach Formel 4 berechnet.

Formel 4

$$\text{NP}(T_{ti}^{\text{eng}}) = \frac{\text{CO}_2(T_{\text{cold}}) - \text{CO}_2(T_{ti}^{\text{eng}})}{\text{CO}_2(T_{\text{cold}}) - \text{CO}_2(T_{\text{hot}})}$$

Dann wird nach Formel 5 die theoretische Temperatur des Motorkühlmittels nach Entladen des EST-Systems für die gewählten Standzeitbedingungen T_{ti}^{engmod} berechnet.

Formel 5

$$T_{ti}^{\text{engmod}} = (2^{\text{NP}(T_{ti}^{\text{eng}})} - 1) \cdot (T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}}) + T_{\text{cold}}$$

Das relative Verhältnis der Wärmeträgheiten K_{ti} unter den gewählten Standzeitbedingungen wird nach Formel 6 ermittelt.

6. BESTIMMUNG DES HSB-WERTS

Der HSB-Wert des mit der Technologie ausgestatteten Fahrzeugs wird durch Messreihen nach Formel 9 bestimmt. Dieser Wert entspricht der Differenz zwischen den CO₂-Emissionen unter NEFZ-Bedingungen bei Kaltstart bzw. bei Warmstart bezogen auf das Kaltstartergebnis:

Formel 9

$$\text{HSB} = 1 - \frac{\text{CO}_2(T_{\text{hot}})}{\text{CO}_2(T_{\text{cold}})}$$

7. BERECHNUNG DER CO₂-EINSPARUNGEN

Vor Einleitung der gemäß der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 durchzuführenden amtlichen Prüfung Typ 1 überprüft die Typgenehmigungsbehörde, dass die Kühlmitteltemperatur, auch im Enthalpiespeicher, nicht mehr als ± 2 K von der Raumtemperatur abweicht. Wird diese Temperatur nicht erreicht, darf die Methode für die Berechnung der CO₂-Einsparungen durch den Enthalpiespeicher nicht angewandt werden.

Die Überprüfung kann durch eine Messung im Inneren des Enthalpiespeichers (EST) (z. B. mithilfe eines Thermoelements) erfolgen oder durch Abschalten des EST-Systems vor dem Konditionierungsverfahren, damit kein erwärmtes Kühlmittel im EST gespeichert wird. Die Temperatur im Enthalpiespeicher wird im Prüfbericht verzeichnet.

Das relative CO₂-Reduktionspotenzial ΔCO_{2pt} bei unterschiedlichen Standzeiten wird nach Formel 10 berechnet.

Formel 10

$$\Delta\text{CO}_{2\text{pt}} = 1,443 \cdot \ln \left(\frac{T_{\text{pt}}^{\text{engmod}} + T_{\text{hot}} - 2 \cdot T_{\text{cold}}}{T_{\text{pt}}^{\text{eng}} + T_{\text{hot}} - 2 \cdot T_{\text{cold}}} \right) \cdot \text{HSB}$$

Die Ergebnisse der Berechnung sind in nachstehender Tabelle 5 enthalten:

Tabelle 5

Relatives CO₂-Einsparpotenzial ΔCO_{2pt} bei unterschiedlichen Standzeiten

pt [h]	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5
ΔCO ₂ (pt) [%]												
pt [h]	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5
ΔCO ₂ (pt) [%]												

Die CO₂-Einsparungen, gewichtet nach Standzeiten (pt), werden nach Formel 11 berechnet:

Formel 11

$$C_{\text{CO}_2} = B_{\text{TA}} \cdot \sum_{\text{pt}=1}^{24} \Delta\text{CO}_{2\text{pt}} \cdot \text{SVS}_{\text{pt}}$$

Dabei ist:

SVS_{pt} — Anteil der Standzeitverteilung [in %] gemäß Tabelle 6

Tabelle 6

Verteilung der Standzeiten (Anteil der Fahrzeugstopps)

pt [in Stunden]	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5
SVS _{pt} [in %]	36	13	6	4	2	2	1	1	3	4	3	1
pt [in Stunden]	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5
SVS _{pt} [in %]	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1

8. BERECHNUNG DES STATISTISCHEN FEHLERS

Den Messungen zuzuschreibende statistische Fehler bei den Ergebnissen der Prüfmethode sind zu quantifizieren. Für jede Prüfung, die bei den unterschiedlichen Starttemperaturen des Motorkühlungsmittels durchgeführt wird, wird die Standardabweichung des arithmetischen Mittels nach Formel 12 berechnet.

Formel 12

$$S_{CO_2(T_k)} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (CO_2(T_k)_j - CO_2(T_k))^2}{m(m-1)}}$$

Dabei gilt: k = 1, 2, ..., 5

$$T_1 = T_{\text{cold}}$$

$$T_2 = T_{\text{hot}}$$

$$T_3 = T_{t1}^{\text{eng}}$$

$$T_4 = T_{t2}^{\text{eng}}$$

$$T_5 = T_{t3}^{\text{eng}}$$

Die Standardabweichung der CO₂-Einsparungen S_{C_{CO₂} ist nach Formel 13 zu berechnen.}

Formel 13

$$S_{C_{CO_2}} = \sqrt{\sum_{k=1}^5 \left(\frac{\partial C_{CO_2}}{\partial CO_2(T_k)} \cdot S_{CO_2(T_k)} \right)^2}$$

Dabei ist

$$\frac{\partial C_{CO_2}}{\partial CO_2(T_k)} = B_{TA} \cdot \ln(2) \cdot SVS_{pt} \cdot \sum_{pt=1}^{24} \left[\ln(2) \cdot HSB \cdot \frac{1}{T_{pt}^{\text{engmod}} + T_{\text{hot}} - 2 \cdot T_{\text{cold}}} \cdot (T_{\text{hot}} - T_{\text{cold}}) \cdot \sum_{i=1}^3 \left(2^{NP(T_{ti}^{\text{eng}})} - 1 \right) \cdot \frac{1}{T_{ti}^{\text{EST}} - T_{ti}^{\text{eng}}} \cdot WF_{ti} \cdot \frac{\partial NP(T_{ti}^{\text{eng}})}{\partial CO_2(T_k)} \right] +$$

$$+ \ln \left(\frac{T_{pt}^{\text{engmod}} + T_{\text{hot}} - 2 \cdot T_{\text{cold}}}{T_{pt}^{\text{eng}} + T_{\text{hot}} - 2 \cdot T_{\text{cold}}} \right) \cdot \frac{\partial HSB}{\partial CO_2(T_k)}$$

$$\frac{\partial \text{HSB}}{\partial \text{CO}_2(T_{\text{hot}})} = - \frac{1}{\text{CO}_2(T_{\text{cold}})}$$

$$\frac{\partial \text{HSB}}{\partial \text{CO}_2(T_{\text{cold}})} = \frac{\text{CO}_2(T_{\text{hot}})}{\text{CO}_2(T_{\text{cold}})^2}$$

$$\frac{\partial \text{HSB}}{\partial \text{CO}_2(T_{\text{ti}}^{\text{eng}})} = 0$$

$$\frac{\partial \text{NP}(T_{\text{ti}}^{\text{eng}})}{\partial \text{CO}_2(T_{\text{hot}})} = \frac{\text{NP}(T_{\text{ti}}^{\text{eng}})}{\text{CO}_2(T_{\text{cold}}) - \text{CO}_2(T_{\text{hot}})}$$

$$\frac{\partial \text{NP}(T_{\text{ti}}^{\text{eng}})}{\partial \text{CO}_2(T_{\text{hot}})} = \frac{\text{CO}_2(T_{\text{cold}}) - \text{CO}_2(T_{\text{hot}})}{[\text{CO}_2(T_{\text{cold}}) - \text{CO}_2(T_{\text{hot}})]^2}$$

$$\frac{\partial \text{NP}(T_{\text{ti}}^{\text{eng}})}{\partial \text{CO}_2(T_{\text{ti}}^{\text{eng}})} = - \frac{1}{\text{CO}_2(T_{\text{cold}}) - \text{CO}_2(T_{\text{hot}})}$$

9. STATISTISCHE SIGNIFIKANZ

Für jeden Typ, jede Variante und jede Version eines Fahrzeugs, das mit dem EST-System ausgestattet ist, ist nachzuweisen, dass der nach Formel 13 berechnete Fehler bei den CO₂-Einsparungen nicht größer ist als die Differenz zwischen den CO₂-Gesamteinsparungen und dem Schwellenwert für die Mindesteinsparungen gemäß Artikel 9 Absatz 1 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 (vgl. Formel 14).

Formel 14

$$\text{MT} \leq C_{\text{CO}_2} - S_{\text{C}_{\text{CO}_2}} - \Delta \text{CO}_{2\text{m}}$$

Dabei ist:

MT: Schwellenwert für die Mindesteinsparungen [g CO₂/km], d. h. 1 g CO₂/km

$\Delta \text{CO}_{2\text{m}}$: CO₂-Korrekturkoeffizient infolge der zusätzlichen Masse durch Einbau des EST-Systems. Für $\Delta \text{CO}_{2\text{m}}$ sind die in der Tabelle 7 aufgeführten Daten zu verwenden.

Tabelle 7

CO₂-Korrekturkoeffizient infolge der Extramasse

Art des Kraftstoffs	CO ₂ -Korrekturkoeffizient infolge der Extramasse ($\Delta \text{CO}_{2\text{m}}$) [g CO ₂ /km]
Benzin	0,0277 · Δm
Dieselmotorkraftstoff	0,0383 · Δm

In Tabelle 7 ist Δm die Extramasse infolge des Einbaus des EST-Systems. Dabei handelt es sich um die Masse des vollständig mit dem Kühlmittel gefüllten EST-Systems.

10. IN FAHRZEUGE EINZUBAUENDES EST-SYSTEM

Die Typgenehmigungsbehörde zertifiziert die CO₂-Einsparungen anhand von Messungen am EST-System nach der in diesem Anhang festgelegten Prüfmethode. Liegen die Einsparungen bei den CO₂-Emissionen unterhalb des in Artikel 9 Absatz 1 angegebenen Schwellenwerts, so gilt Artikel 11 Absatz 2 Unterabsatz 2 der Verordnung (EU) Nr. 725/2011.