DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2019/313 DER KOMMISSION

vom 21. Februar 2019

zur Genehmigung der im hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerator (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH für leichte Nutzfahrzeuge mit konventionellem Verbrennungsmotorantrieb und bestimmte leichte Nutzfahrzeuge mit Hybridantrieb verwendeten Technologie als innovative Technologie zur Verringerung der CO_2-Emissionen von leichten Nutzfahrzeugen gemäß der Verordnung (EU) Nr. 510/2011 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 (EU) Nr. 510/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2011 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue leichte Nutzfahrzeuge im Rahmen des Gesamtkonzepts der Union zur Verringerung der CO_2-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen ([1]), insbesondere auf Artikel 12 Absatz 4,

in Erwägung nachstehender Gründe:

(1) Am 14. Mai 2018 stellte der Zulieferer SEG Automotive Germany GmbH einen Antrag auf Genehmigung des hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerators (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler für N_1-Fahrzeuge als Ökoinnovation. Der Antrag wurde gemäß Artikel 12 der Verordnung (EU) Nr. 510/2011 und der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 der Kommission ([2]) geprüft.

(2) Der 48-Volt-Motorgenerator ist ein Umkehrmotor, der entweder als Elektromotor zur Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Energie oder als Standardgenerator zur Umwandlung mechanischer Energie in elektrische Energie betrieben werden kann. Im Mittelpunkt des eingereichten Antrags stand die Stromerzeugungsfunktion des Bauteils.

(3) Der Antragsteller hat zwei unterschiedliche Methoden zur Ermittlung der Gesamteffizienz des Systems vorgeschlagen, bei denen die Effizienz des 48-Volt-Motorgenerators und die Effizienz des 48V/12V-Gleichspannungswandlers zusammengenommen werden. Bei der ersten Methode werden die Effizienz des 48-Volt-Motorgenerators und die Effizienz des 48V/12V-Gleichspannungswandlers getrennt berechnet, während bei der zweiten Methode die Effizienz des 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler berechnet wird (kombinierte Methode). Beide Prüfverfahren stehen im Einklang mit den technischen Leitlinien für die Vorbereitung von Anträgen auf Genehmigung innovativer Technologien gemäß der Verordnung (EU) Nr. 510/2011.

(4) Aus dem Antrag geht hervor, dass die in Artikel 12 der Verordnung (EU) Nr. 510/2011 und in den Artikeln 2 und 4 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 genannten Bedingungen und Kriterien in den beiden vorgeschlagenen Fallstudien erfüllt wurden. Daher sollte der hocheffiziente 48-Volt-Motorgenerator (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH für den Einsatz in N_1-Fahrzeugen als Ökoinnovation genehmigt werden.

(5) Es empfiehlt sich, die Prüfmethoden zur Ermittlung der CO_2-Einsparungen durch den hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerator (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH zu genehmigen. Nur Emissionseinsparungen, die auf der Grundlage einer der beiden in diesem Beschluss festgelegten Prüfmethoden bescheinigt wurden, können zur Ermittlung der spezifischen Emissionsleistung eines Herstellers gemäß Verordnung (EU) Nr. 510/2011 berücksichtigt werden.

(6) Um die CO_2-Einsparungen durch den Einsatz des hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerators (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH zu bestimmen, muss die Vergleichstechnologie festgelegt werden, mit der der Wirkungsgrad der Generatorfunktion verglichen wird. Unter Berücksichtigung der Einschätzung von Experten empfiehlt es sich, einen Generator mit einem Wirkungsgrad von 67 % als Vergleichstechnologie zum Zwecke der Ermittlung der CO_2-Einsparungen im Rahmen dieses Beschlusses festzulegen.

([1]) ABl. L 145 vom 31.5.2011, S. 1.

([2]) Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 der Kommission vom 25. April 2014 zur Einführung eines Verfahrens zur Genehmigung und Zertifizierung innovativer Technologien zur Verringerung der CO_2-Emissionen von leichten Nutzfahrzeugen nach der Verordnung (EU) Nr. 510/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates (ABl. L 125 vom 26.4.2014, S. 57).

(7) Für Hybrid-N_1-Fahrzeuge basieren die Prüfmethoden auf bestimmten Bedingungen, die nur für Fahrzeuge gelten, für die es zulässig ist, unkorrigierte Messergebnisse wie den Kraftstoffverbrauch oder die CO_2-Emissionen zu verwenden, die im Rahmen der Prüfung Typ I gemäß Anhang 8 der UNECE-Regelung Nr. 101 gemessen wurden. Daher gilt dieser Beschluss für alle N_1-Fahrzeuge mit internem Verbrennungsmotorantrieb, aber nur für bestimmte Hybrid-N_1-Fahrzeuge.

(8) Die Einsparungen durch den Einsatz des hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerators (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH können teilweise bei der in Anhang XII der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission ([3]) genannten Prüfung nachgewiesen werden. Deswegen muss gewährleistet sein, dass dieser teilweise Nachweis in der Prüfmethode für die CO_2-Einsparungen des Motorgenerators berücksichtigt wird.

(9) Stellt die Typgenehmigungsbehörde fest, dass der hocheffiziente 48-Volt-Motorgenerator mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH die Zertifizierungsbedingungen nicht erfüllt, sollte der Antrag auf Zertifizierung der Einsparungen abgelehnt werden.

(10) Dieser Beschluss sollte in Verbindung mit dem Prüfverfahren gemäß Anhang XII der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 bis einschließlich 2020 gelten. Mit Wirkung vom 1. Januar 2021 sind innovative Technologien in Verbindung mit dem in der Durchführungsverordnung (EU) 2017/1151 der Kommission ([4]) festgelegten Prüfverfahren zu bewerten.

(11) 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 ([5]) zu verwenden ist, sollte der individuelle Code für den hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerator (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH festgelegt werden —

HAT FOLGENDEN BESCHLUSS ERLASSEN:

Artikel 1

Genehmigung

Die im hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerator (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH verwendete Technologie wird als innovative Technologie im Sinne von Artikel 12 der Verordnung (EU) Nr. 510/2011 genehmigt, sofern die innovative Technologie in N_1-Fahrzeuge mit internem Verbrennungsmotorantrieb oder in Hybrid-N_1-Fahrzeuge eingebaut wird, für die die in Abschnitt 6.3.2 Nummer 2 oder 3 des Anhangs 8 der UNECE-Regelung Nr. 101 genannten Bedingungen erfüllt sind.

Artikel 2

Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieses Beschlusses bezeichnet der 48-Volt-Motorgenerator einen Umkehrmotor, der entweder als Elektromotor zur Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Energie oder als Standardgenerator zur Umwandlung mechanischer Energie in elektrische Energie betrieben werden kann. Dieser Beschluss bezieht sich auf die Stromerzeugungsfunktion des Bauteils.

([3]) 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).

([4]) Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission vom 1. Juni 2017 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 und der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission (ABl. L 175 vom 7.7.2017, S. 1).

([5]) 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).

Artikel 3

Antrag auf Zertifizierung von CO_2-Einsparungen

(1) Ein Hersteller kann die Zertifizierung der CO_2-Einsparungen durch einen oder mehrere effiziente 48-Volt-Motorgeneratoren (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH beantragen, die für den Einsatz in N_1-Fahrzeugen bestimmt sind, die die in Artikel 1 festgelegten Bedingungen erfüllen.

(2) Einem Antrag auf Zertifizierung der Einsparungen durch einen oder mehrere hocheffiziente 48-Volt-Motorgeneratoren (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH ist ein unabhängiger Prüfbericht beizufügen, in dem bestätigt wird, dass der in Artikel 9 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 festgelegte Schwellenwert für CO_2-Einsparungen von 1g CO_2/km erreicht wird.

(3) Die Typgenehmigungsbehörde lehnt den Antrag auf Zertifizierung ab, wenn sie feststellt, dass der Motorgenerator mit Spannungswandler bzw. die Motorgeneratoren mit Spannungswandlern in Fahrzeuge eingebaut werden, die die in Artikel 1 festgelegten Bedingungen nicht erfüllen, oder dass die CO_2-Emissionseinsparungen unter dem in Artikel 9 Absatz 1 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 festgesetzten Schwellenwert liegen.

Artikel 4

Zertifizierung der CO_2-Einsparungen

(1) Die Verringerung der CO_2-Emissionen durch den Einsatz eines hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerators (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH wird anhand einer der beiden im Anhang festgelegten Methoden bestimmt.

(2) Beantragt der Hersteller in Bezug auf eine Fahrzeugversion die Zertifizierung der CO_2-Einsparungen durch mehr als einen effizienten 48-Volt-Motorgenerator mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH, so ermittelt die Typgenehmigungsbehörde, welcher der geprüften Generatoren mit Spannungswandler die geringsten CO_2-Einsparungen bewirkt, und trägt diesen Wert in die entsprechenden Typgenehmigungsunterlagen ein. Der Wert wird auch gemäß Artikel 11 Absatz 2 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 in der Übereinstimmungsbescheinigung aufgeführt.

(3) Die Typengenehmigungsbehörde erstellt den Prüfbericht und zeichnet die Prüfergebnisse auf, auf deren Grundlage die Einsparungen bestimmt wurden, und stellt der Kommission diese Informationen auf Anfrage zur Verfügung.

Artikel 5

Ökoinnovationscode

Bei Verweis auf den vorliegenden Beschluss gemäß Artikel 11 Absatz 1 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 wird in die Typgenehmigungsunterlagen der Ökoinnovationscode Nr. 26 eingetragen.

Artikel 6

Anwendbarkeit

Dieser Beschluss gilt bis 31. Dezember 2020.

Artikel 7

Inkrafttreten

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

Brüssel, den 21. Februar 2019

Für die Kommission
Der Präsident
Jean-Claude JUNCKER

ANHANG

Methoden zur Ermittlung der CO_2-Einsparungen durch den hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerator (BRM) mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH zum Einbau in Fahrzeuge, die die in Artikel 1 genannten Bedingungen erfüllen

1. EINLEITUNG

Um die Verringerung der CO_2-Emissionen zu ermitteln, die auf die Nutzung der Stromerzeugungsfunktion des hocheffizienten 48-Volt-Motorgenerators (BRM) (im Folgenden „48-Volt-Motorgenerator" oder „Motorgenerator") mit 48V/12V-Gleichspannungswandler der SEG Automotive Germany GmbH für den Einsatz in Fahrzeugen, die die in Artikel 1 festgelegten Bedingungen erfüllen, zurückzuführen ist, ist Folgendes festzulegen:

(1) die Prüfbedingungen;

(2) die Prüfgeräte;

(3) das Verfahren zur Ermittlung der Gesamteffizienz;

(4) das Verfahren zur Ermittlung der CO_2-Einsparungen;

(5) das Verfahren zur Ermittlung der Unsicherheit der CO_2-Einsparungen.

Zur Ermittlung der CO_2-Einsparungen können zwei alternative Verfahren verwendet werden, die nachstehend dargestellt sind.

2. SYMBOLE, PARAMETER UND EINHEITEN

Lateinische Symbole

C_{CO_2} — CO_2-Einsparungen [g CO_2/km]

CO_2 — Kohlendioxid

CF — Umrechnungsfaktor (l/100 km) — (g CO_2/km) [gCO_2/l] wie in Tabelle 3 definiert

h — Frequenz wie in Tabelle 1 definiert

i — Anzahl der Betriebspunkte

I — Stromstärke, bei der die Messung durchzuführen ist [A]

l — Zahl der Probemessungen für den 48V/12V-Gleichspannungswandler

m — Zahl der Probemessungen für den 48-Volt-Motorgenerator

M — Drehmoment [Nm]

n — Drehzahl [min^{-1}] wie in Tabelle 1 definiert

P — Leistung [W]

$s_{\overline{\eta_{DCDC}}}$ — Standardabweichung des mittleren Wirkungsgrads des 48V/12V-Gleichspannungswandlers [%]

$s_{\eta_{MG}}$ — Standardabweichung des Wirkungsgrads des 48-Volt-Motorgenerators [%]

$s_{\overline{\eta_{MG}}}$ — Standardabweichung des mittleren Wirkungsgrads des 48-Volt-Motorgenerators [%]

$s_{\eta_{TOT}}$ — Standardabweichung der Gesamteffizienz [%]

$s_{C_{CO_2}}$ — Standardabweichung der CO_2-Gesamteinsparungen [g CO_2/km]

U — Prüfspannung, bei der die Messung durchzuführen ist [V]

v — Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit des neuen europäischen Fahrzyklus (NEFZ) [km/h]

V_{Pe} — Tatsächlicher Energieverbrauch [l/kWh] wie in Tabelle 2 definiert

Griechische Symbole

Δ — Differenz

η_B — Wirkungsgrad des Vergleichsgenerators [%]

η_{DCDC} — Wirkungsgrad des 48V/12V-Gleichspannungswandlers [%]

$\overline{\eta_{DC/DC}}$ — mittlerer Wirkungsgrad des 48V/12V-Gleichspannungswandlers [%]

η_{MG} — Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators [%]

$\overline{\eta_{MG_i}}$ — Mittlerer Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators am Betriebspunkt i [%]

η_{TOT} — Gesamteffizienz [%]

Tiefgestellte Indizes

i bezieht sich auf den Betriebspunkt

j bezieht sich auf die Messung der Stichprobe

MG — Motorgenerator

m — mechanisch

RW — Reale Bedingungen

TA — Bedingungen der NEFZ-Typgenehmigung

B — Vergleichswert

3. METHODE 1 („GETRENNTE METHODE“)

3.1. **Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators**

Der Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators wird nach ISO 8854:2012 bestimmt; eine Ausnahme stellen die in diesem Abschnitt dargestellten Elemente dar.

Gegenüber der Typgenehmigungsbehörde ist nachzuweisen, dass die Drehzahlbereiche des 48-Volt-Motorgenerators mit denjenigen in Tabelle 1 übereinstimmen. Die Messungen sind an unterschiedlichen Betriebspunkten, wie in Table 1 festgelegt, vorzunehmen. Die Stromstärke des effizienten 48-Volt-Motorgenerators ist als die halbe Nennstromstärke für alle Betriebspunkte zu definieren. Für jede Drehzahl müssen Spannung und Ausgangsstromstärke des Motorgenerators konstant gehalten werden, die Spannung bei 52 V.

Tabelle 1

Betriebspunkte

Betriebspunkt i	Haltezeit [s]	Drehzahl n_i [min^{-1}]	Frequenz h_i
1	1 200	1 800	0,25
2	1 200	3 000	0,40
3	600	6 000	0,25
4	300	10 000	0,10

Der Wirkungsgrad an jedem Betriebspunkt wird nach Formel 1 berechnet:

Formel 1

$$\eta_{MG_i} = \frac{60 \cdot U_i \cdot I_i}{2\pi \cdot M_i \cdot n_i} \cdot 100$$

Alle Messungen des Wirkungsgrads sind mindestens fünf (5) Mal hintereinander auszuführen. Zu berechnen ist der Durchschnittswert der Messungen an jedem Betriebspunkt ($\overline{\eta_{MG_i}}$).

Der Wirkungsgrad der Stromerzeugungsfunktion (η_{MG}) wird nach Formel 2 berechnet:

Formel 2

$$\eta_{MG} = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot \overline{\eta_{MG_i}}$$

3.2. **Wirkungsgrad des 48V/12V-Gleichspannungswandlers**

Der Wirkungsgrad des 48V/12V-Gleichspannungswandlers wird unter folgenden Bedingungen ermittelt:

— Ausgangsspannung von 14,3 V

— der Ausgangsstrom entspricht der nominalen Leistungsabgabe des 48V/12V-Gleichspannungswandlers geteilt durch 14,3 V.

Die nominale Leistungsabgabe des 48V/12V-Gleichspannungswandlers entspricht der kontinuierlichen Ausgangsnennleistung auf der 12V-Seite, die vom Hersteller des Gleichspannungswandlers für die in der ISO-Norm 8854:2012 festgelegten Bedingungen garantiert wird.

Der Wirkungsgrad des 48V/12V-Gleichspannungswandlers wird mindestens fünf (5) Mal hintereinander gemessen. Der Mittelwert aller Messungen ($\overline{\eta_{DC/DC}}$) wird berechnet und für die in Abschnitt 3.3 aufgeführten Berechnungen verwendet.

3.3. **Gesamteffizienz und eingesparte mechanische Leistung**

Die Gesamteffizienz des 48 Volt-Motorgenerators mit 48 V/12V-Gleichspannungswandler wird nach Formel 3 berechnet:

Formel 3

$$\eta_{TOT} = \eta_{MG} \times \overline{\eta_{DC/DC}}$$

Die Stromerzeugungsfunktion des 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler führt zu Einsparungen bei der mechanischen Leistung unter realen Bedingungen (ΔP_{mRW}) und unter NEFZ-Typgenehmigungsbedingungen (ΔP_{mTA}) wie in Formel 4 festgelegt.

Formel 4

$$\Delta P_m = \Delta P_{mRW} - \Delta P_{mTA}$$

Dabei werden die Einsparungen bei der mechanischen Leistung unter realen Bedingungen (ΔP_{mRW}) nach Formel 5 und die Einsparungen bei der mechanischen Leistung unter NEFZ-Typgenehmigungsbedingungen (ΔP_{mTA}) nach Formel 6 berechnet:

Formel 5

$$\Delta P_{mRW} = \frac{P_{RW}}{\eta_B} - \frac{P_{RW}}{\eta_{TOT}}$$

Formel 6

$$\Delta P_{mTA} = \frac{P_{TA}}{\eta_B} - \frac{P_{TA}}{\eta_{TOT}}$$

Dabei ist:

P_{RW}: der geschätzte Leistungsbedarf unter „realen“ Fahrbedingungen [W]: 750 W

P_{TA}: der geschätzte Leistungsbedarf unter NEFZ-Typgenehmigungsbedingungen [W]: 350 W

η_B: der Wirkungsgrad des Vergleichsgenerators [%]: 67 %

3.4. **Berechnung der CO_2-Einsparungen**

Die CO_2-Einsparungen des 48 Volt-Motorgenerators mit 48 V/12V-Gleichspannungswandler werden nach Formel 7 berechnet:

Formel 7

$$C_{CO_2} = \Delta P_m \cdot \frac{V_{Pe} \cdot CF}{v}$$

Dabei ist:

v: die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit des NEFZ [km/h]: 33,58 km/h

V_{Pe}: der tatsächliche Energieverbrauch wie in Tabelle 2 definiert:

Tabelle 2

Tatsächlicher Energieverbrauch

Motortyp	Tatsächlicher Energieverbrauch (V_{Pe}) [l/kWh]
Ottomotor	0,264
Turbo-Ottomotor	0,280
Dieselmotor	0,220

CF: Umrechnungsfaktor (l/100 km) — (g CO_2/km) [gCO_2/l] wie in Tabelle 3 definiert

Tabelle 3

Kraftstoffumrechnungsfaktor

Kraftstofftyp	Umrechnungsfaktor (l/100 km) — (g CO_2/km) CF [gCO_2/l]
Benzin	2 330
Dieselkraftstoff	2 640

3.5. **Berechnung der statistischen Marge**

Die statistische Marge bei den Ergebnissen der Prüfmethode aufgrund der Messungen ist zu quantifizieren. Für jeden Betriebspunkt ist die Standardabweichung nach Formel 8 zu berechnen:

Formel 8

$$s_{\overline{\eta_{MG_i}}} = \frac{s_{\eta_{MG_i}}}{\sqrt{m}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m} (\eta_{MG_{ij}} - \overline{\eta_{MG_i}})^2}{m(m-1)}}$$

Die Standardabweichung des Wirkungsgrads des effizienten 48 Volt-Motorgenerators ($s_{\eta_{MG}}$) wird nach Formel 9 berechnet:

Formel 9

$$s_{\eta_{MG}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{4} (h_i \cdot s_{\overline{\eta_{MG_i}}})^2}$$

Die Standardabweichung des Wirkungsgrads des 48V/12V-Gleichspannungswandlers ($s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$) wird nach Formel 10 berechnet:

Formel 10

$$s_{\overline{\eta_{DC/DC}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{1}\left(\eta_{DC/DC_{ij}} - \overline{\eta_{DC/DC_i}}\right)^2}{l(l-1)}}$$

Die Standardabweichung des Wirkungsgrads des Motorgenerators ($s_{\eta_{MG}}$) und des 48V/12V-Gleichspannungswandlers ($s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}$) führt zu einer Unsicherheit bei den CO_2-Einsparungen ($s_{C_{CO_2}}$). Diese Unsicherheit wird nach Formel 11 berechnet:

Formel 11

$$s_{C_{CO_2}} = \frac{(P_{RW} - P_{TA})}{\eta_{TOT}} \cdot \frac{V_{Pe} \cdot CF}{v} \cdot \sqrt{\left(\frac{s_{\eta_{MG}}}{\eta_{MG}}\right)^2 + \left(\frac{s_{\overline{\eta_{DC/DC}}}}{\overline{\eta_{DC/DC}}}\right)^2}$$

4. METHODE 2 („KOMBINIERTE METHODE“)

4.1. **Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler**

Der Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler wird nach ISO 8854:2012 bestimmt; eine Ausnahme stellen die in diesem Abschnitt dargestellten Elemente dar.

Gegenüber der Typgenehmigungsbehörde ist nachzuweisen, dass die Drehzahlbereiche des 48-Volt-Motorgenerators mit denjenigen in Tabelle 1 übereinstimmen.

Die Messungen sind an unterschiedlichen Betriebspunkten, wie in Tabelle 1 festgelegt, vorzunehmen. Die Stromstärke des effizienten 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler ist als die halbe Nennstromstärke des 48V/12V-Gleichspannungswandlers für alle Betriebspunkte zu definieren.

Die Nennstromstärke des 48V/12V-Gleichspannungswandlers ist als die nominale Leistungsabgabe des 48V/12V-Gleichspannungswandlers geteilt durch 14,3 V zu definieren. Die nominale Leistungsabgabe des 48V/12V-Gleichspannungswandlers entspricht der kontinuierlichen Ausgangsnennleistung auf der 12V-Seite, die vom Hersteller des Gleichspannungswandlers für die in der ISO-Norm 8854:2012 festgelegten Bedingungen garantiert wird.

Für jede Drehzahl müssen Spannung und Ausgangsstromstärke des Motorgenerators konstant gehalten werden, die Spannung bei 52 V.

Der Wirkungsgrad an jedem Betriebspunkt wird nach Formel 12 berechnet:

Formel 12

$$\eta_{TOT_i} = \frac{60 \cdot U_i \cdot I_i}{2\pi \cdot M_i \cdot n_i} \cdot 100$$

Alle Messungen des Wirkungsgrads sind mindestens fünf (5) Mal hintereinander auszuführen. Zu berechnen ist der Durchschnittswert der Messungen an jedem Betriebspunkt ($\overline{\eta_{TOT_i}}$).

Der Wirkungsgrad des Motorgenerators (η_{TOT}) wird nach Formel 13 berechnet:

Formel 13

$$\eta_{TOT} = \sum_{i=1}^{4} h_i \cdot \overline{\eta_{TOT_i}}$$

Der Messaufbau muss es ermöglichen, den Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators separat zu messen.

4.2. **Nachweis eines konservativen Ansatzes bei der Ermittlung des Wirkungsgrads des 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler**

Um das in Abschnitt 4.1 festgelegte Verfahren zur Ermittlung von η_{TOT} anwenden zu können, muss nachgewiesen werden, dass der unter den Bedingungen in Abschnitt 4.1 separat erzielte Wirkungsgrad des 48-Volt-Motorgenerators niedriger ist als derjenige, der unter den in Abschnitt 3.1 festgelegten Bedingungen erzielt wurde.

4.3. **Eingesparte mechanische Leistung**

Die Stromerzeugungsfunktion des 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler führt zu Einsparungen bei der mechanischen Leistung unter realen Bedingungen (ΔP_{mRW}) und unter Typgenehmigungsbedingungen (ΔP_{mTA}) wie in Formel 14 festgelegt.

Formel 14

$$\Delta P_m = \Delta P_{mRW} - \Delta P_{mTA}$$

Dabei werden die Einsparungen bei der mechanischen Leistung unter realen Bedingungen (ΔP_{mRW}) nach Formel 15 und die Einsparungen bei der mechanischen Leistung unter Typgenehmigungsbedingungen (ΔP_{mTA}) nach Formel 16 berechnet:

Formel 15

$$\Delta P_{mRW} = \frac{P_{RW}}{\eta_B} - \frac{P_{RW}}{\eta_{TOT}}$$

Formel 16

$$\Delta P_{mTA} = \frac{P_{TA}}{\eta_B} - \frac{P_{TA}}{\eta_{TOT}}$$

Dabei ist:

P_{RW}: der geschätzte Leistungsbedarf unter „realen" Fahrbedingungen [W]: 750 W

P_{TA}: der geschätzte Leistungsbedarf unter NEFZ-Typgenehmigungsbedingungen [W]: 350 W

η_B: der Wirkungsgrad des Vergleichsgenerators [%]: 67 %

4.4. **Berechnung der CO_2-Einsparungen**

Die CO_2-Einsparungen des effizienten 48 Volt-Motorgenerators mit 48 V/12V-Gleichspannungswandler werden nach Formel 17 berechnet:

Formel 17

$$C_{CO_2} = \Delta P_m \cdot \frac{V_{Pe} \cdot CF}{v}$$

Dabei ist:

v: die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit des NEFZ [km/h]: 33,58 km/h

V_{Pe}: der tatsächliche Energieverbrauch wie in Tabelle 2 definiert

CF: Umrechnungsfaktor (l/100 km) — (g CO_2/km) [(gCO_2)/l] wie in Tabelle 3 definiert

4.5. **Berechnung der statistischen Marge**

Die statistische Marge bei den Ergebnissen der Prüfmethode aufgrund der Messungen ist zu quantifizieren. Für jeden Betriebspunkt ist die Standardabweichung nach Formel 18 zu berechnen:

Formel 18

$$s_{\overline{\eta_{TOT_i}}} = \frac{s_{\eta_{TOT_i}}}{\sqrt{m}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m} \left(\eta_{TOT_{i_j}} - \overline{\eta_{TOT_i}}\right)^2}{m(m-1)}}$$

Die Standardabweichung des Wirkungsgrads des effizienten 48 Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler ($s_{\eta TOT}$) wird nach Formel 19 berechnet:

Formel 19

$$s_{\eta TOT} = \sqrt{\sum_{i=1}^{4} (h_i \cdot s_{\overline{\eta TOT_i}})^2}$$

Die Standardabweichung des Wirkungsgrads des Motorgenerators und des 48V/12V-Gleichspannungswandlers führt zu einer Unsicherheit bei den CO_2-Einsparungen ($s_{C_{CO_2}}$). Diese Unsicherheit wird nach Formel 20 berechnet:

Formel 20

$$s_{C_{CO_2}} = \frac{(P_{RW} - P_{TA})}{\eta_{TOT}{}^2} \cdot \frac{V_{Pe} \cdot CF}{v} \cdot s_{\eta TOT}$$

5. AUFRUNDEN

Der rechnerische Wert der CO_2-Einsparungen (C_{CO_2}) und die statistische Marge der CO_2-Einsparungen ($s_{C_{CO_2}}$) sind auf maximal zwei Dezimalstellen zu runden.

Jeder zur Berechnung der CO_2-Einsparungen herangezogene Wert kann ungerundet verwendet werden oder muss auf die Mindestzahl von Dezimalstellen gerundet werden, bei der sichergestellt ist, dass die maximale Gesamtauswirkung auf die Einsparungen (d. h. die kombinierte Auswirkung aller gerundeten Werte) weniger als 0,25 g CO_2/km beträgt.

6. STATISTISCHE SIGNIFIKANZ (für beide Methoden)

Für jeden Typ, jede Variante und jede Version eines Fahrzeugs, das mit dem effizienten 48-Volt-Motorgenerator ausgestattet ist, ist nachzuweisen, dass die nach Formel 7 oder nach Formel 17 berechnete Unsicherheit bei den CO_2-Einsparungen nicht größer ist als die Differenz zwischen den CO_2-Gesamteinsparungen und dem Schwellenwert für die Mindesteinsparungen gemäß Artikel 9 Absatz 1 der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 der Kommission ([1]) und der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 427/2014 (vgl. Formel 21).

Formel 21

$$MT < C_{CO_2} - s_{C_{CO_2}} - \Delta CO_{2m}$$

Dabei ist:

MT: Mindestschwellenwert [g CO_2/km]

C_{CO_2}: CO_2-Gesamteinsparungen [g CO_2/km]

$s_{C_{CO_2}}$: Standardabweichung der CO_2-Gesamteinsparungen [g CO_2/km]

ΔCO_{2m}: CO_2-Korrekturkoeffizient, der sich aus der positiven Massendifferenz zwischen dem 48-Volt-Motorgenerator mit 48 V/12V-Gleichspannungswandler und dem Vergleichsgenerator ergibt. Für ΔCO_{2m} sind die Daten in Tabelle 4 zu verwenden.

Tabelle 4

CO_2-Korrekturkoeffizient infolge der zusätzlichen Masse

Kraftstofftyp	CO_2-Korrekturkoeffizient infolge der positiven Massendifferenz (ΔCO_{2m}) [g CO_2/km]
Benzin	0,0277 · Δm
Dieselkraftstoff	0,0383 · Δm

([1]) Durchführungsverordnung (EU) Nr. 725/2011 der Kommission vom 25. Juli 2011 zur Einführung eines Verfahrens zur Genehmigung und Zertifizierung innovativer Technologien zur Verringerung der CO_2-Emissionen von Personenkraftwagen nach der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates (ABl. L 194 vom 26.7.2011, S. 19).

Δm (in Tabelle 4) ist die zusätzliche Masse infolge des Einbaus des 48-Volt-Motorgenerators und des 48V/12V-Gleichspannungswandlers. Es ist die positive Differenz zwischen der Masse des 48-Volt-Motorgenerators mit 48V/12V-Gleichspannungswandler und der Masse des Vergleichsgenerators. Die Masse des Vergleichsgenerators beträgt 7 kg. Die zusätzliche Masse muss geprüft und in dem Prüfbericht, der der Typgenehmigungsbehörde zusammen mit dem Zertifizierungsantrag vorzulegen ist, bestätigt werden.