SACHVERSTÄNDIGENGUTACHTEN

Beurteilung der Software des Motorsteuergerätes von folgendem Fahrzeug „Porsche Cayman S, B-SW 1980, WP0ZZZ98Z9U770161“ in Bezug auf die Frage: „Beruht die am Antragstellerfahrzeug gemessene Beschleunigungsverzögerung von 1,0 bis 1,2 Sekunden ab Vollöffnung der Drosselklappe, im dritten Gang aus einer Geschwindigkeit von ca. 50 km/h heraus, auf einer bewussten Programmierung der Motorsteuersoftware durch den Fahrzeughersteller?“

Projekt: Porsche

Auftraggeber

Kfz-Sachverständigenbüro
Engelmann & Schmidt
Alt-Biesdorf 72 A, 12683 Berlin

1 Urheberrecht, Verwendungsrecht

Alle Rechte (einschließlich einer darüberhinausgehenden wirtschaftlichen Verwertung / Veröffentlichung) am vorliegenden Gutachten liegen beim Gutachter. Dieses Gutachten und die sich daraus ergebenden Erkenntnisse (sind durch Dritte, außer dem Gutachter) nur für den vorliegenden Fall zu verwenden. Kopie, Vervielfältigung, auch in Auszügen, des Gutachtens ist nur mit Genehmigung des Verfassers gestattet und muss gesondert honoriert werden.

2 Fahrzeugdaten:

Marke	Porsche
Typ	987C
Handelsbezeichnungen	Cayman S
Kennzeichen	B-SW 1980
Datum der Erstzulassung	07.01.2009
Fahrzeugidentifizierungsnummer	WP0ZZZ98Z9U770161
Hubraum in cm^3	3436
Nennleistung in kW/ Nenndrehzahl bei min^{-1}	235kW/7200 min^{-1}
CO_2 in g/km kombinierter Wert	230
K = Nummer der EG-Typgenehmigung oder ABE	e13*2001/116*0141*07
Datum zu K	02.12.2008
Datum Zulassung	07.01.2009
Hersteller Motormanagement	Siemens VDO
Motormanagement Herstellerbezeichnung	EMS SDI3

Inhaltsverzeichnis

1 Urheberrecht, Verwendungsrecht 2
2 Fahrzeugdaten: 2
3 Abbildungsverzeichnis 4
4 Aufgabenstellung 5
FRAGE 5
5 Gutachtervorstellung 6
6 Vorbetrachtung 7
6.1 Methode der Datengenerierung: 7
6.2 Beschreibung der Datenanalysemethode 8
7 Gutachten zur Frage 9
7.1 Beantwortung der Frage: 9
7.2 Weiterführende Betrachtung zur Frage 23
8 Zusammenfassung 26
9 Anhang 27
1. Kontaktinformationen 82
2. Firmeninformationen 82

3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Graph Motordrehzahl, Geschwindigkeit, Gaspedalstellung und Drosselklappenstellung im vierten Gang ... 11
Abbildung 2: Graph mit Verzögerung der Drosselklappe im dritten Gang ... 12
Abbildung 3: Identifikationsdaten der Motorsteuerungssoftware ... 13
Abbildung 4: Tabelle Geschwindigkeitsschwellwerte für Drehmomentbegrenzung ... 14
Abbildung 5: Tabelle oben Schwellwert für Drehmomentbegrenzung, Tabelle unten minimales Drehmoment bei Begrenzung ... 14
Abbildung 6: Abzug des Offsetwertes für Drehmomentbegrenzung ... 16
Abbildung 7: Korrigierte Stützstellen für Drehmomentbegrenzung ... 16
Abbildung 8: Drehmoment und Leistungskurve Porsche Cayman S ... 17
Abbildung 9: Sollwerte Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom Weg ... 18
Abbildung 10: theoretische Werte für Beschleunigung und Zeit ... 19
Abbildung 11: Messung der DEKRA mit Verzögerung im 3. Gang ... 20
Abbildung 12: Geschwindigkeitsschwellwerte für Drehmomentbegrenzung angepasst ... 21
Abbildung 13: Stützstellen geschwindigkeitskorrigiert und Drehmomente angepasst ... 21
Abbildung 14: Sollwerte für Geschwindigkeiten angepasst ... 21
Abbildung 15: Graph nach Anpassung der Werte ... 22
Abbildung 16: Schema Versuchsaufbau Fahrgeräuschmessung nach ECE R51 ... 25

4 Aufgabenstellung

Folgende Frage soll in dem Gutachten geklärt werden:

FRAGE

Beruht die am Antragstellerfahrzeug gemessene Beschleunigungsverzögerung von 1,0 bis 1,2 Sekunden ab Vollöffnung der Drosselklappe, im dritten Gang aus einer Geschwindigkeit von ca. 50 km/h heraus, auf einer bewussten Programmierung der Motorsteuersoftware durch den Fahrzeughersteller?

5 Gutachtervorstellung

Der Sachverständige, der dieses Gutachten erstellt hat, ist Herr Dipl.-Ing. Sebastian Fuchs.
Er hat sein Maschinenbaustudium an der TU Dresden im Jahre 2010 abgeschlossen.

Sein Wissen erlangte der Gutachter u.a. von bedeutenden Personen wie Dr. rer. nat. Martin Winterkorn und Prof. Dr. -Ing. habil. Prof. Eh Dr. hc Werner A. Hufenbach.

Der Sachverständige beschäftigt sich seit 2010 mit der Thematik der Softwareänderungen an Motorsteuergeräten und fertigte zahlreiche Gutachten zur Beurteilung von Softwareänderungen des VW-Konzerns in Bezug auf die Abschalteinrichtung bzgl. der VW-Motorenbaureihe EA189 an.
Im Rahmen dieser Begutachtungen konnte der Gutachter nachweisen, dass die Softwareupdates zu einer Kraftstoffverbrauchserhöhung, CO_2-Emissionserhöhung, Geräuschemissionserhöhung, Dauerhaltbarkeitsverringerung und Verringerung der Dauerhaltbarkeit des Emissionskontrollsystems führen.

Durch die vorher beschriebenen Tätigkeiten und die im Studium gewonnenen Erkenntnisse und Fertigkeiten ist der Sachverständige fachlich in der Lage, die in diesem Gutachten gestellte Frage zu beantworten.

6 Vorbetrachtung

Aufgrund des technischen Fortschritts sind aktuelle Fahrzeuge nicht mehr reine mechanische Konstruktionen, sondern mittlerweile rollende Computer, welche wohl in naher Zukunft auch ohne menschlichen Fahrer auskommen.
Deshalb stellt das Thema „Software“ seit den 90er Jahren einen fundamentalen Teil in der Entwicklung der Fahrzeuge dar. Der Fokus wurde dabei ursprünglich auf die Komponenten des Antriebsstrangs, speziell die Motorsteuerung gelegt.
Gerade in diesem Bereich ist die Parametrierung der Software (Veränderung von Parametern/Schaffung von Parametern) maßgeblich bezüglich des Abgas-, Geräusch- und Leistungsverhaltens. Demzufolge wird mittels einer Software jedem Fahrzeug seine individuelle Charakteristik verpasst.
Welch hoher Stellenwert der Motorsteuerung zuteilwird, hat man in den letzten Jahren fast täglich in der Presse nachlesen können. Durch den Abgasskandal der Diesel- und Benzinfahrzeuge wurde vielen Menschen bewusst, dass Software auch missbraucht werden kann, um gesetzlich geforderte Prüfzyklen zu erkennen und so Abgasemissionsgrenzwerte bzw. Geräuschemissionsgrenzwerte nur bei der Typprüfung einzuhalten.

6.1 Methode der Datengenerierung:

Um die relevanten Daten zu gewinnen, musste das Motorsteuergerät des Antragstellerfahrzeuges ausgelesen werden.
Hierfür wurde ein Laptop mittels Diagnosekabel mit der elektronischen Fahrzeugschnittstelle verbunden. Dadurch konnte der Datenstand der auf dem Fahrzeug befindlichen Motorsteuerungssoftware ausgelesen und kopiert werden.

Ebenfalls wurden parallel zur eigentlichen Datenanalyse der Software bei Testfahrten Daten auf einem Servicetablet mitgeschrieben, grafisch dargestellt und abgefilmt/fotografiert. Diese Darstellungen sind für eine tiefgründige Analyse nicht genau genug, da die Auflösung der Messwerte relativ gering ist. Sie stellen aber die Problematik und die Fahreindrücke für den Leser hinreichend genau genug dar. Daher wurde aber Grundlegend die Datenanalyse der Software verwendet, welche unumstößliche Ergebnisse liefern sollte.

6.2 Beschreibung der Datenanalysemethode

Die Analyse der Datenstände erfolgt mit Hilfe des Programms „WinOLS“. Dieses ermöglicht die Integration von .ols Dateien (ein eigenes programmspezifisches Format). Damit ist es möglich, die einzelnen Parameter des Datenstandes zu interpretieren.

Eine Funktion innerhalb des Programms WinOLS ermöglicht den direkten Vergleich der Datenstände, somit sind die geänderten Werte gut, durch farbliche Hervorhebung (grün und rot) zu erkennen.

7 Gutachten zur Frage

7.1 Beantwortung der Frage:

Beruht die am Antragstellerfahrzeug gemessene Beschleunigungsverzögerung von 1,0 bis 1,2 Sekunden ab Vollöffnung der Drosselklappe, im dritten Gang aus einer Geschwindigkeit von ca. 50 km/h heraus, auf einer bewussten Programmierung der Motorsteuersoftware durch den Fahrzeughersteller?

Das Fahrzeug des Antragstellers wurde am 30.05.2019 per Anhänger nach Dresden zur Strehlener Straße 77 verbracht und nach dem Abladen begutachtet. Es wurden Bilder gemacht, Daten aus dem Fehlerspeicher ausgelesen, welche keine relevanten Meldungen zeigten und mehrere Testfahrtfahrten durchgeführt.

Fest steht, dass ein deutlich schlechteres Ansprechverhalten im dritten Gang aus einer Geschwindigkeit von 50 km/h heraus, auftritt. Dies führt dazu, dass in diesem Punkt das Fahrzeug für den Zeitraum von etwas mehr als einer Sekunde, nur wenig Gas annimmt und deshalb verzögert beschleunigt.

Um heraus zu finden, wodurch dieses besonders für einen Sportwagen unnormale Verhalten hervorgerufen wird, wurden die Messwerte für Geschwindigkeit, Motordrehzahl, Drosselklappenstellung und Gaspedalstellung während der Fahrt aufgezeichnet.

Die Drosselklappe des Verbrennungsmotors ist bei dem begutachteten Fahrzeug eines der Hauptstellglieder. Sie gibt einen entsprechenden Querschnitt im Ansaugtrakt frei und reguliert so die angesaugte Luftmenge. Hier gilt: umso mehr Luft angesaugt wird, umso mehr Kraftstoff kann eingespritzt werden.

Dementsprechend sollte zumindest bei voller Beschleunigung die Öffnungsgeschwindigkeit und die Drosselklappenstellung der Gaspedalstellung entsprechen. Das heißt, zu einem Pedalwert von 100% sollte sich zeitnah ein Öffnungswinkel der Drosselklappe im Bereich von ungefähr 80-90° einstellen.

In die Stellung der Drosselklappe kann aber abweichend von der Gaspedalstellung durch die Motorsteuerung eingegriffen werden. Dies wird zum Beispiel bei sehr leistungsstarken Motoren gemacht, um die Fahrbarkeit zu verbessern, bzw. den Antriebsstrang vor zu großen Kräften und Drehmomenten zu schützen. Auch Assistenzsysteme wie Tempomat, Traktionskontrolle und ESP haben unter anderem Einfluss auf die Drosselklappe. Dabei können in Bezug auf die Drosselklappe, die Öffnungsgeschwindigkeit, sowie die Stellung unabhängig vom Gaspedal beeinflusst werden.

Das fragwürdige Verhalten des Fahrzeugs im oben angegebenen Punkt, ist auch bei besten Traktionsverhältnissen und ohne ESP-Eingriffe immer reproduzierbar. Auch die Motorleistung und Drehmoment im entsprechenden Drehzahlbereich fallen vergleichsweise gering aus, da es sich um einen auf Drehzahl ausgelegten Saugmotor handelt.

Das Herausbeschleunigen in Gang zwei und vier bei 50 km/h findet hingegen ohne Verzögerung statt, wobei in Gang zwei ein Traktionsverlust viel wahrscheinlicher wäre als in Gang drei, aufgrund der höheren Radzugkräfte. Dadurch lässt sich eine Regelung zur Verbesserung der Fahrbarkeit ausschließen.

Die Abbildung 1 zeigt die Zusammenhänge zwischen Gaspedalstellung, Drosselklappenstellung, Geschwindigkeit und Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Zeit im vierten Gang. Man kann erkennen, dass bei Beschleunigung die Werte für Drosselklappenstellung und Gaspedalstellung nahezu synchron verlaufen. Die Geschwindigkeit und Motordrehzahl verändern sich entsprechend der Leistungsentfaltung des Motors.

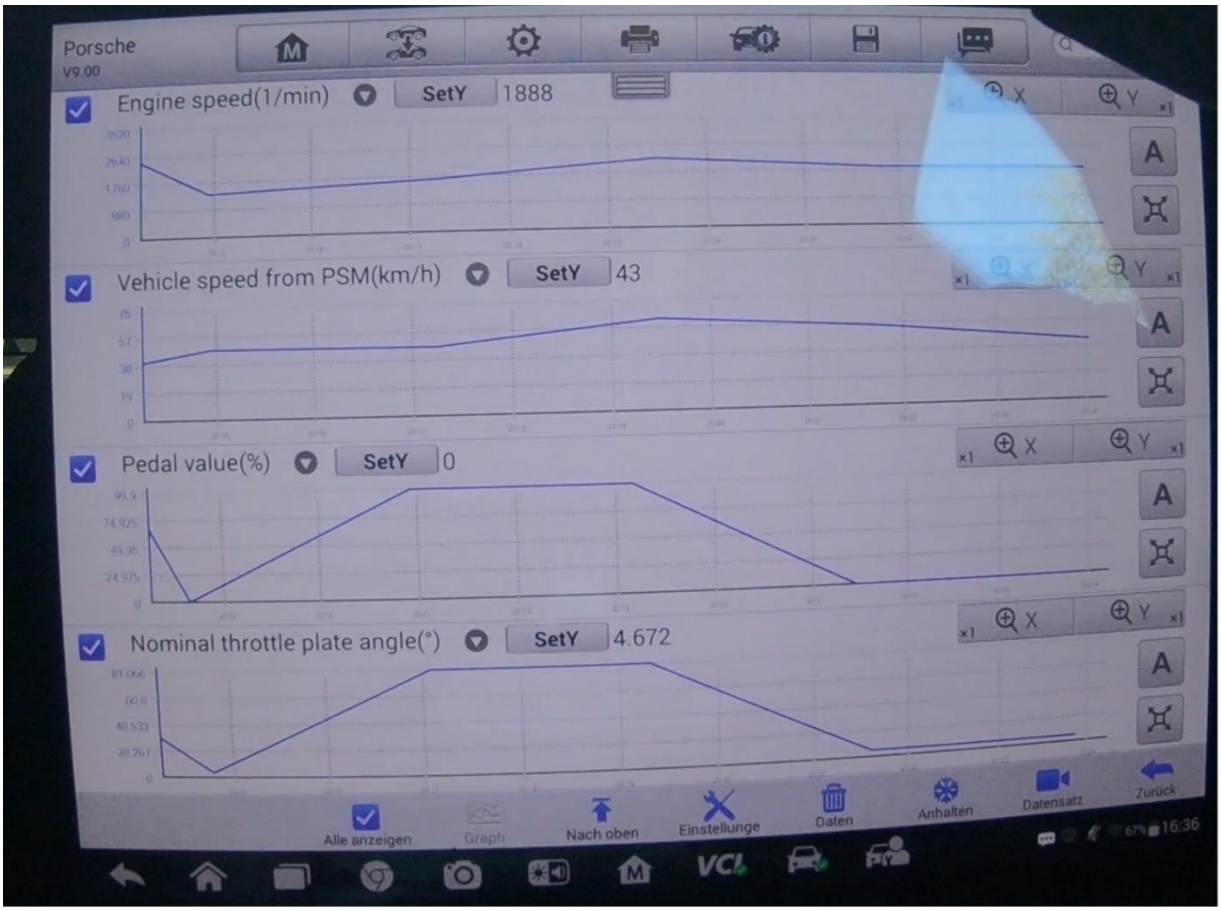


Abbildung 1: Graph Motordrehzahl, Geschwindigkeit, Gaspedalstellung und Drosselklappenstellung im vierten Gang

Eine Abweichung der Drosselklappen- von der Gaspedalstellung ergibt sich allerdings bei der Beschleunigung aus dem in der Aufgabenstellung formulierten Punkt heraus (siehe Abbildung 2). Es ist deutlich zu erkennen, dass sich die Drosselklappe viel langsamer öffnet, als es das Gaspedal durch den Kick-down vorgibt. Dementsprechend fallen an dieser Stelle das Ansprechverhalten und die Beschleunigung ungewöhnlich schlecht für diesen Sportwagen aus. Daraus folgend kann man auch ableiten, dass unter Anderem die Geräuschentwicklung des Motors in Abhängigkeit der Zeit anders ist, als bei direktem Ansprechverhalten.

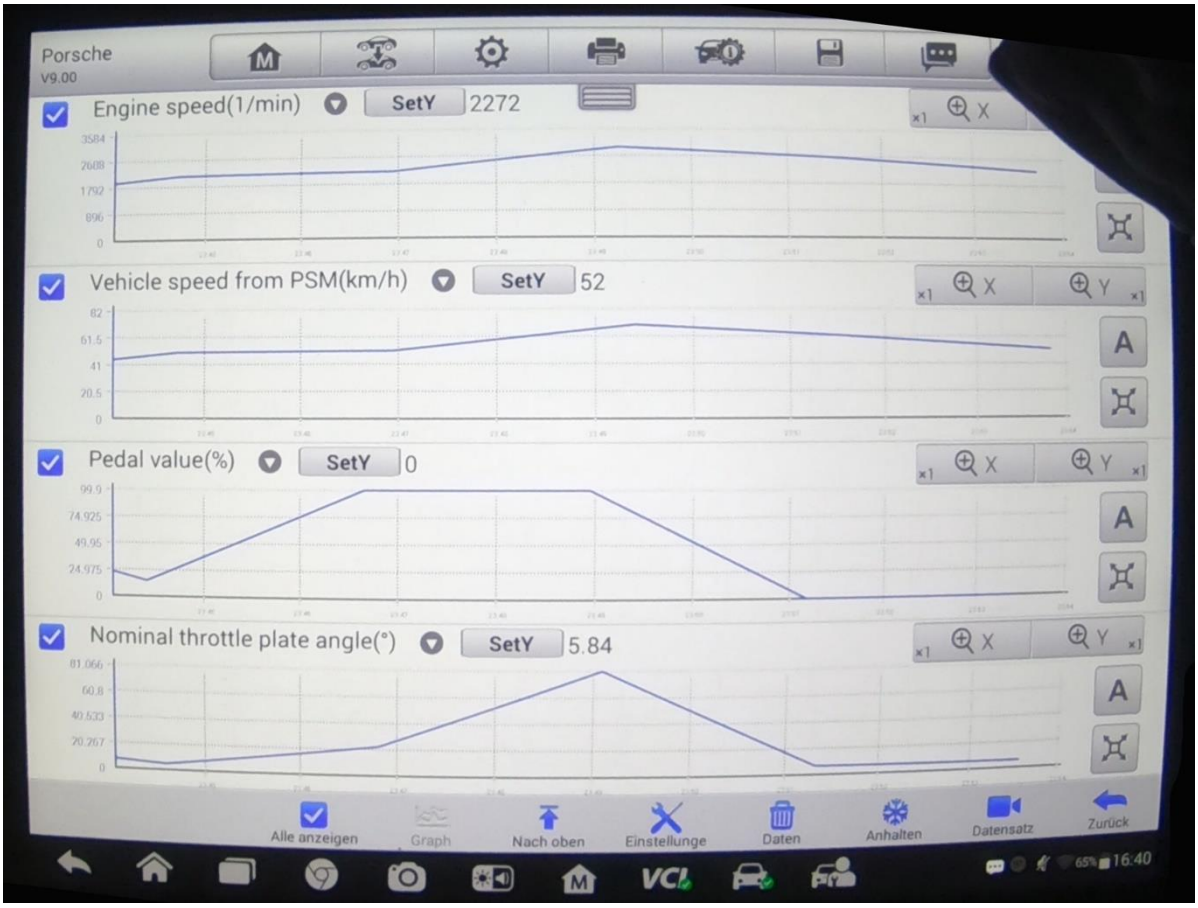


Abbildung 2: Graph mit Verzögerung der Drosselklappe im dritten Gang

Die Abbildung 3 zeigt die Identifikationsdaten der vom Antragstellerfahrzeug stammenden Motorsteuerungssoftware. Als Beleg dafür kann der Fahrzeugdiagnosebericht (siehe Anhang: Steuergeräte Informationen s. 26) genommen werden. Dort lassen sich die markierten Nummern eindeutig der Fahrgestellnummer zuordnen. Die im Folgenden getroffenen Aussagen sind an diesen Datenstand gebunden.

```
03FFFF | 000 067 065 087 048 049 070 052 048 087 048 049 070 052 048 048 000 |  CAW01F40W01F400
040010 | 054 053 055 054 054 049 053 051 088 088 032 032 032 032 032 032 049 | 65766153XX      1
040021 | 049 049 087 048 049 048 048 070 052 048 048 048 048 048 048 049 049 | 11W0100F400000011
040032 | 049 087 048 049 048 048 070 052 048 048 048 048 048 048 049 049 049 | 1W0100F4000000111
040043 | 087 048 049 048 048 070 052 048 048 048 048 048 048 067 065 087 048 | W0100F4000000CAW0
040054 | 049 070 052 048 046 068 065 084 032 032 032 032 057 056 055 054 049 | 1F40.DAT    98761
040065 | 056 054 051 056 050 050 095 087 083 049 070 052 048 067 055 095 051 | 863822_WS1F40C7_3
040076 | 052 083 069 077 057 075 000 000 000 000 070 050 048 048 057 057 055 | 4SEM9K    F200997
040087 | 054 049 056 054 048 055 048 050 000 045 045 045 012 003 008 048 056 | 61860702 ---   08
040098 | 048 055 000 000 087 083 049 070 052 048 067 055 051 052 083 069 077 | 07  WS1F40C734SEM
0400A9 | 057 075 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 | 9K
```

```
000BE6 | 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 |
000BF7 | 000 000 000 000 000 000 000 000 000 053 087 080 052 054 053 050 050 |          5WP46522
000C08 | 045 045 045 045 045 045 048 051 048 056 049 048 052 050 049 052 049 | ------03081042141
000C19 | 051 053 051 049 050 045 045 054 053 055 054 054 051 054 048 048 054 | 35312--6576636006
000C2A | 045 045 045 045 045 045 003 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 | ------
000C3B | 000 000 000 000 000 000 000 000 000 057 057 055 054 049 056 054 048 |          99761860
000C4C | 055 048 050 032 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 | 702
000C5D | 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 |
```

Abbildung 3: Identifikationsdaten der Motorsteuerungssoftware

Bei der Analyse und Interpretation der Daten aus der Motorsteuerung fällt auf, dass dieses Verhalten der Drosselklappe kein Zufall ist. Hier sind Parameter und Wertebereiche festgelegt, die bei Erfüllung der Voraussetzungen in einem bestimmten Bereich, eine Drehmomentbegrenzung bewirken. Somit sind die Beschleunigung und Last für den Motor in diesem Bereich geringer. Für die Funktion sind nach Abbildung 4 Schwellwerte für die Geschwindigkeit festgelegt. Das heißt, die Drehmomentbegrenzung kann nur im Bereich von 47-53 km/h auslösen.

upper vehicle speed threshold for enabling torque limitation *

0,000	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000
53,000	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000	53,000

lower vehicle speed threshold for enabling torque limitation *

0,000	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000
47,000	47,000	47,000	47,000	47,000	47,000	47,000	47,000

Abbildung 4: Tabelle Geschwindigkeitsschwellwerte für Drehmomentbegrenzung

In Abbildung 5 sind Grenz- und Sollwerte für das Drehmoment im jeweiligen Gang aufgetragen. Hier fällt deutlich auf, dass der dritte Gang als einziger abweichende Werte zugeordnet bekommen hat. In der oberen Tabelle sind 250 Nm angegeben, was als Schwellwert zu verstehen ist. Das heißt, wird im dritten Gang ein Drehmoment größer 250 Nm angefordert, tritt die Funktion der Drehmomentbegrenzung in Kraft.

initialization torque for vehicle speed profile *

(VS difference between VS_TQI_LIM_VS_ENA and VS window for regular mode (Delta Einfahrgeschwindigkeit),actual gear step (for manual and automatic transmission))/Nm

km/h	367,680	369,680	371,680	373,680	375,680	377,680	379,680	381,680	383,680	387,680
0,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
1,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
2,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
3,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000
4,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
5,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
6,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969

minimum torque for vehicle speed based torque limitation *

(VS difference between VS_TQI_LIM_VS_ENA and VS window for regular mode (Delta Einfahrgeschwindigkeit),actual gear step (for manual and automatic transmission))/Nm

km/h	367,680	369,680	371,680	373,680	375,680	377,680	379,680	381,680	383,680	387,680
0,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
1,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
2,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
3,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000	180,000
4,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
5,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969
6,000	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969	1023,969

Abbildung 5: Tabelle oben Schwellwert für Drehmomentbegrenzung, Tabelle unten minimales Drehmoment bei Begrenzung

In der unteren Tabelle ist zu erkennen, dass das Drehmoment im Fall der Begrenzung bei nur 180 Nm liegt. Es ist auch deutlich zu sehen, dass in den anderen Gängen ein Wert von 1023,969 Nm eingetragen ist. Dieser Wert liegt jedoch weit oberhalb des Drehmomentes, welches der Motor aufbringen kann und bedeutet somit für den Motor, dass dort keine reale Begrenzung stattfindet.

Die Geschwindigkeitsangaben in den Tabellen scheinen übertrieben und nichts mit der Geschwindigkeit in der Fragestellung zu tun zu haben. Genau genommen liegen diese Werte weit außerhalb des Möglichen für dieses Fahrzeug. Will man noch eine Restriktion durch eine Drehmomentbegrenzung auf Kleinwagenniveau und den dritten Gang berücksichtigen, kommt auch ein Laie zu dem Schluss, dass diese Werte in der Realität nichts miteinander zu tun haben können.

Diese dargestellten Werte resultieren, ob gewollt oder ungewollt, aus der Programmierung. Die Motorsteuerung bzw. dieser Bereich ist auf der Basis von 16 Bit programmiert. Das heißt es können 2^{16}=65536 Werte zugeordnet sein. Für negative Werte ist in der Zweierkomplementdarstellung ein Wertebereich von -32768 bis 32767 möglich.

Setzt man jetzt zu dem Wert -32768 einen Offsetfaktor von 0,01 an, kommt man auf die Zahl -327,68 (Abb. 6). Korrigiert man jetzt die Geschwindigkeiten um diesen Offset, erhält man plötzlich einen realistischen und plausiblen Geschwindigkeitsbereich von 40-60 km/h (Abb.7). Diese Herangehensweise der Bedatung kann auch evtl. zur Verschleierung genutzt worden sein, aber das wäre Spekulation.

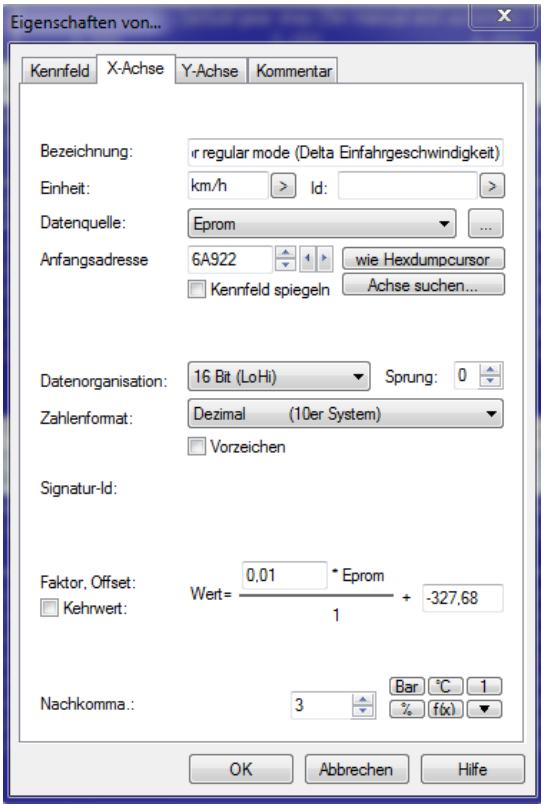


Abbildung 6: Abzug des Offsetwertes für Drehmomentbegrenzung

Abbildung 7: Korrigierte Stützstellen für Drehmomentbegrenzung

Dieser Geschwindigkeitsbereich kann als Rahmen für die Drehmomentbegrenzung angesehen werden. Ausgelöst wird diese Begrenzung aber nur im oben aufgezeigten Bereich von 47-53 km/h.

Schaut man sich die Drehmomentkurve (Abb. 8) des Fahrzeugs an, kann man erkennen, dass der Motor, im zur Geschwindigkeit von rund 50 km/h passenden Drehzahlbereich von ca. 1800-2400 min^{-1}, ca. 290-320 Nm leistet. Verglichen mit den oben gezeigten Werten der Drehmomentbegrenzung wird klar, dass es sich hier um einen drastischen Eingriff handelt.

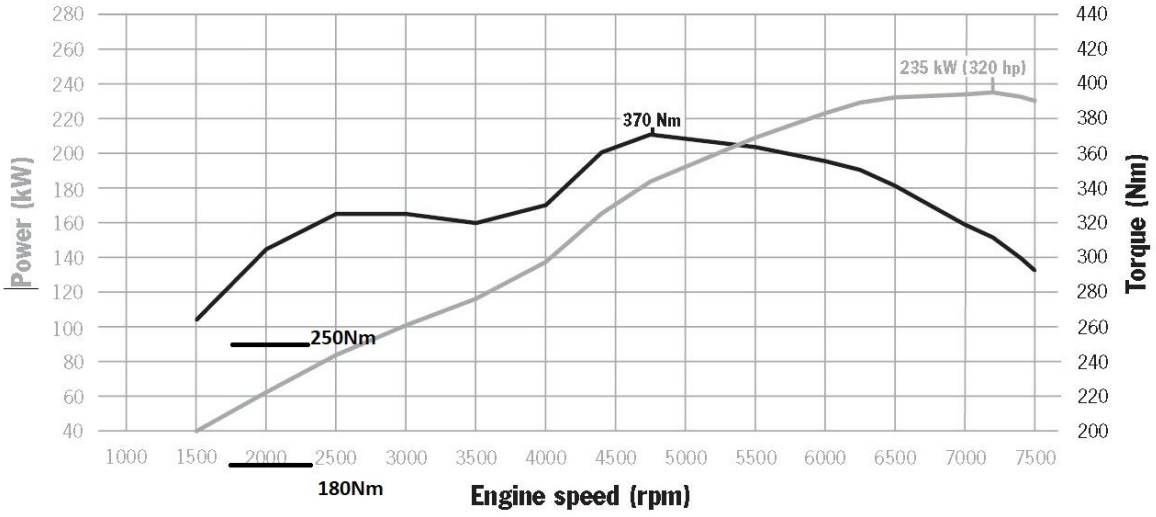
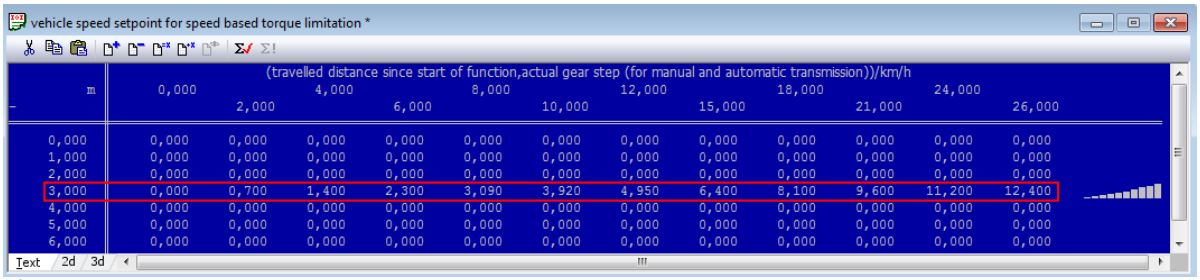


Abbildung 8: Drehmoment und Leistungskurve Porsche Cayman S

In der Abbildung 9 ist die Wegstrecke nach Start der Funktion und Sollwerte für die Geschwindigkeitsdifferenz aufgetragen. Es ist auffällig, dass wieder nur für den dritten Gang andere bzw. überhaupt Werte eingetragen sind. Diese geben Sollwerte für den Anstieg der Geschwindigkeit vor, in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg.



vehicle speed setpoint for speed based torque limitation *

(travelled distance since start of function,actual gear step (for manual and automatic transmission))/km/h

m	0,000	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000	12,000	15,000	18,000	21,000	24,000	26,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3,000	0,000	0,700	1,400	2,300	3,090	3,920	4,950	6,400	8,100	9,600	11,200	12,400
4,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Text 2d 3d

Abbildung 9: Sollwerte Geschwindigkeit in Abhängigkeit vom Weg

Zusammenhängend erklärt, stellt es sich dies für mich so dar: Im Bereich von 47-53 km/h wird eine Drehmomentanforderung von über 250 Nm erkannt (Kickdown), daraufhin eine Drehmomentbegrenzung auf 180 Nm ausgelöst und dann entsprechend nach den Geschwindigkeitssollwerten in Abbildung 9 geregelt.

Durch diese Vorgaben wird durch das Motorsteuergerät der Kickdown-Gaspedalbefehl des Fahrers, in eine unverhältnismäßig langsame Öffnung der Drosselklappe umgewandelt. Dies hat dann eine geringere Beschleunigung zur Folge.

Überprüfung der Geschwindigkeitssollwerte:

Um die Geschwindigkeitssollwerte mit den im Vorfeld erstellten Messdiagrammen der DEKRA vergleichen zu können, musste die Zeit für den Beschleunigungsvorgang für diese 26 m bzw. 12,4 km/h errechnet werden. Dafür wurde aus den vorgegebenen Größen der Geschwindigkeiten und Wege an den entsprechenden Stützstellen, die Beschleunigung ermittelt. Da die Abschnitte relativ kurz sind, kann angenommen werden, dass die Beschleunigung in dem Bereich der Stützstellen konstant bleibt.

Es gelten:

$$s = 0{,}5a * t^2 + v_0 * t + s_0$$

$$v = a * t + v_0$$

$$t = \frac{(v - v_0)}{a}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2 * a * s$$

$$a = \frac{(v^2 - v_0^2)}{2 * s}$$

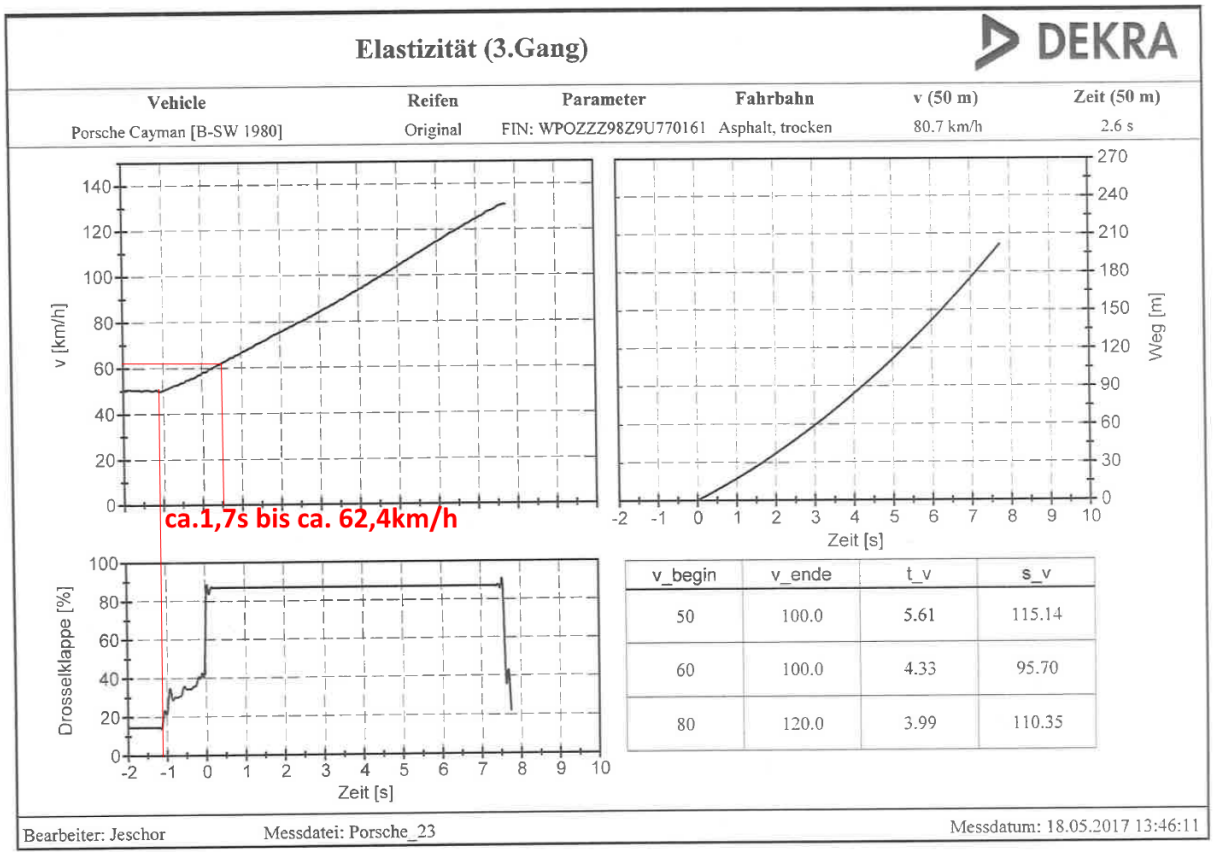
Mit: $s_0=0$, $v_{00}=50\text{km/h}$

Beschleunigung in m/s²	Zeit zwischen Stützstellen in s
a_{0-2}=1,36	t_{0-2}=0,143
a_{2-4}=1,379	t_{2-4}=0,141
a_{4-6}=1,8	t_{4-6}=0,139
a_{6-8}=1,606	t_{6-8}=0,137
a_{8-10}=1,713	t_{8-10}=0,135
a_{10-12}=2,16	t_{10-12}=0,132
a_{12-15}=2,076	t_{12-15}=0,194
a_{15-18}=2,503	t_{15-18}=0,189
a_{18-21}=2,27	t_{18-21}=0,184
a_{21-24}=2,486	t_{21-24}=0,179
a_{24-26}=2,861	t_{24-26}=0,117

Abbildung 10: theoretische Werte für Beschleunigung und Zeit

Zählt man jetzt die Zeiten zusammen, kommt man für den Beschleunigungsvorgang auf eine Dauer von 1,683 Sekunden. Vergleicht man diese Zeit mit der zuvor stattgefundenen Messung der DEKRA (siehe Abbildung 11) am Antragstellerfahrzeug, erkennt man, dass vom ersten Öffnen der Drosselklappe, bis zum Erreichen der Geschwindigkeit von 62,4 km/h gut 1,7 Sekunden vergehen.

Man sieht auch, dass dort schon die Drosselklappe voll geöffnet ist. Schaut man sich die errechneten Beschleunigungen an, lässt sich ableiten, dass der große Sprung von ca. 0,5 m/s² im Bereich 15-18 m auf die Vollöffnung der Drosselklappe zurückzuführen ist. Zieht man dann die Zeiten t_{15-26} von der Gesamtzeit ab, so kommt man auf den Wert t_{0-15}=1,014 Sekunden. Dies deckt sich mit der Verzögerungsdauer in der Aufgabenstellung, die vermutlich aus den Messungen der DEKRA resultiert.



v_begin	v_ende	t_v	s_v
50	100.0	5.61	115.14
60	100.0	4.33	95.70
80	120.0	3.99	110.35

Abbildung 11: Messung der DEKRA mit Verzögerung im 3. Gang

Um den Einfluss der herausgearbeiteten Parameter praktisch zu überprüfen, wurden diese so angepasst, dass sie den Werten in den anderen Gängen entsprechen (siehe Abbildungen 12,13 und 14).

Abbildung 12: Geschwindigkeitsschwellwerte für Drehmomentbegrenzung angepasst

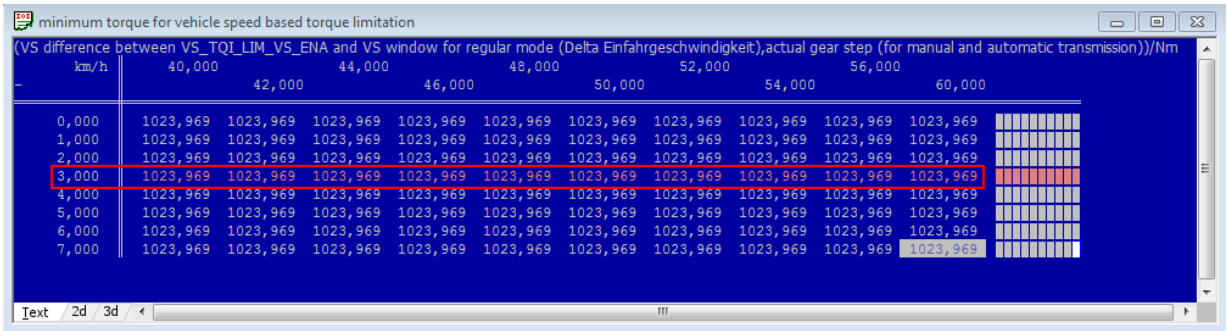


Abbildung 13: Stützstellen geschwindigkeitskorrigiert und Drehmomente angepasst

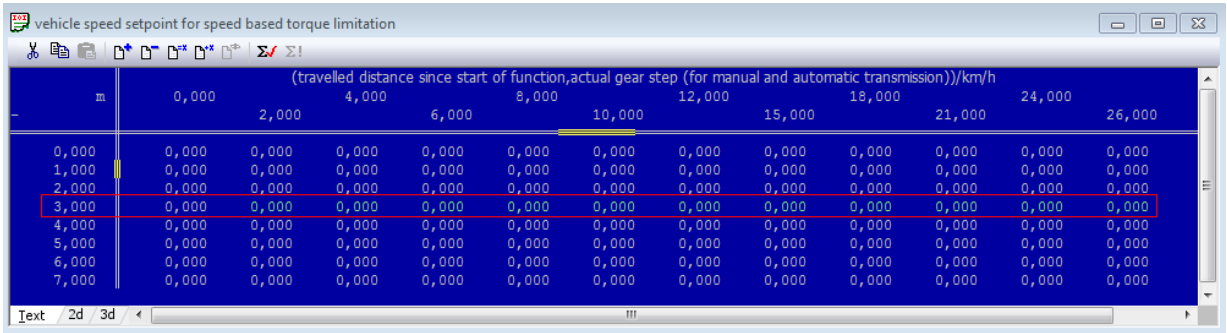


Abbildung 14: Sollwerte für Geschwindigkeiten angepasst

Dieser angepasste Datenstand wurde auf das Fahrzeug des Antragstellers aufgespielt und bei einer Testfahrt wieder die entsprechenden Parameter mitgeschrieben und grafisch dargestellt.

Wie erhofft war von der Verzögerung nichts mehr zu spüren. Der Wagen beschleunigte prompt bei Durchtreten des Gaspedals. Das verbesserte Ansprechverhalten war immer wieder reproduzierbar, was bewies, dass die gefundenen Parameter die Verzögerung verursacht haben. Die grafische Anzeige bestätigte dies, indem die Drosselklappenstellung nun der Gaspedalstellung folgte.

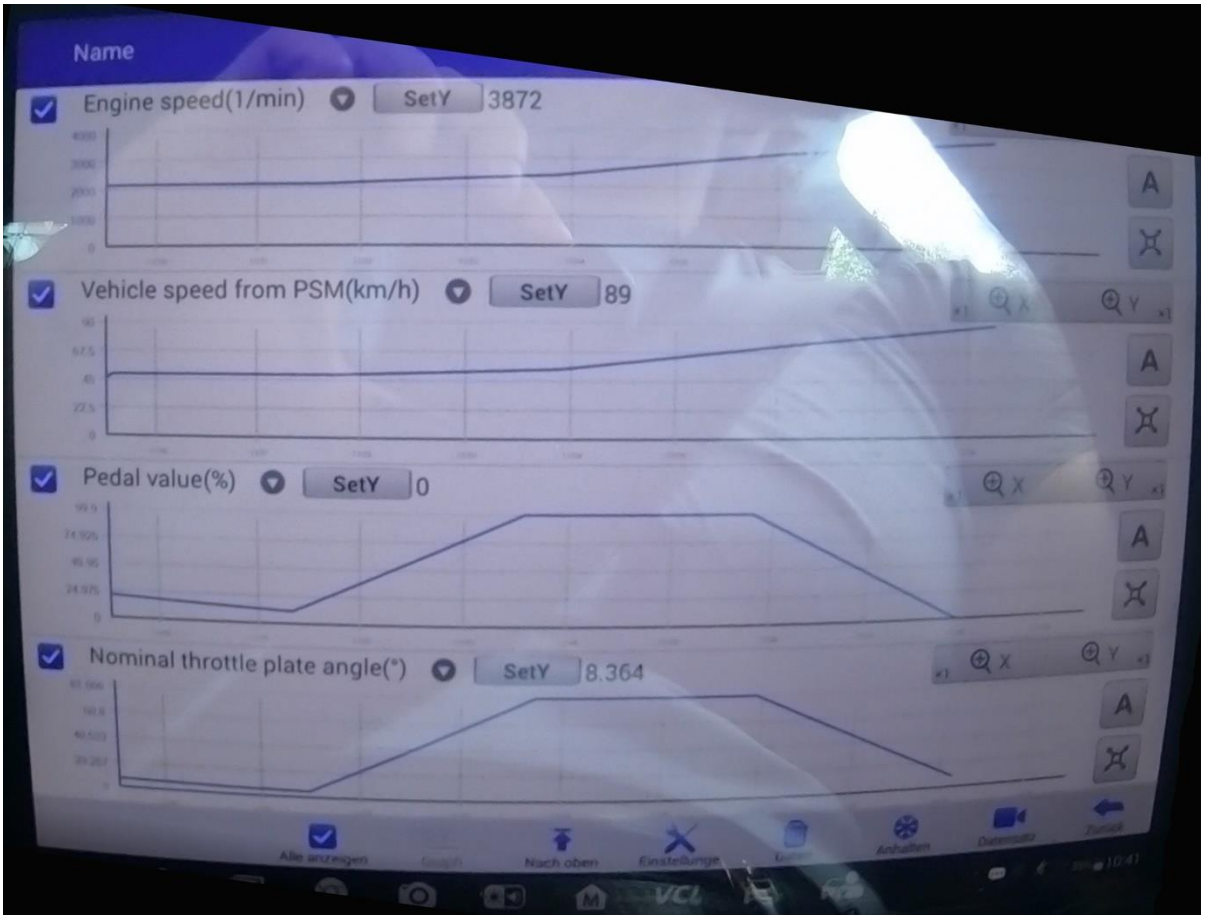


Abbildung 15: Graph nach Anpassung der Werte

Nach dieser praktischen Überprüfung wurde wieder der originale Softwaredatenstand installiert. Bei der nachfolgenden Testfahrt war dementsprechend die Verzögerung wieder deutlich zu spüren. Ebenso zeigte die Protokollierungssoftware das bekannte

asynchrone Verhalten zwischen Drosselklappe und Gaspedal für den Punkt im dritten Gang bei 50 km/h an.

Abschließend lässt sich die gestellte Frage mit ja beantworten. Die verzögerte Beschleunigung am Antragstellerfahrzeug, bei ca. 50 km/h, im dritten Gang ist bewusst vom Fahrzeughersteller in die Motorsteuersoftware programmiert worden. Diese Verzögerung tritt durch eine softwareseitig verlangsamte Öffnung der Drosselklappe auf. Weiterhin ist nicht erkennbar, dass diese Verzögerung, bzw. Drehmomentreduzierung für den Bauteilschutzes oder der Verbesserung der Fahrbarkeit dient und dafür aus gutachterlicher Sicht nicht sinnvoll. Denn diese tritt nur im dritten Gang und nur im Bereich von 47-53 km/h auf. Die Reduzierung des Drehmomentes wäre bestenfalls in Gang eins und zwei sinnvoll, ist aber offensichtlich auch dort nicht prinzipiell nötig, da nicht programmiert.

7.2 Weiterführende Betrachtung zur Frage

Wenn man die Kernfrage des Gutachtens so klar beantworten kann und sich der gravierenden Auswirkung auf das Beschleunigungsverhalten bewusst ist, schließt sich unweigerlich die nächste Frage an: Warum wird einem Sportwagen, genau in einem der am häufigsten vorkommenden Geschwindigkeitsbereiche, die Leistungsentfaltung eingeschränkt?

Dies lässt sich nicht einfach und eindeutig nachweisen bzw. einem eindeutigen Zweck Zuordnen und Bedarf weiterer Untersuchungen. Aus gutachterlicher Sicht bin ich dennoch jetzt schon davon überzeugt, dass diese für das Fahrzeug im Grunde unsinnige Funktion zur Manipulation von Prüfverfahren dient. Hier geht es weniger um Abgaswerte oder Verbrauchswerte. Vielmehr geht es um die Geräuschemissionen. Denn ein wichtiges Kriterium bei der Typengenehmigung ist die Messung des Fahrgeräusches, kurz Vorbeifahrmessung. Dieser Messung liegen ((nach ECE R51 Anhang 3) siehe Anhang: ECE Regelung Nr. 51 ab Seite 44) je nach Fahrzeug bestimmte Rahmenbedingungen zugrunde.

Bei dieser Messung muss ein Fahrzeug, entsprechend nach Leistung und verbautem Getriebe, aus einer definierten Annäherungsgeschwindigkeit heraus beschleunigt werden. Im Fall des Antragstellerfahrzeuges ist diese Geschwindigkeit mit 50 km/h gegeben.

Da das Fahrzeug eine Handschaltung mit mehr als vier Vorwärtsgängen besitzt, ist zur Messung der dritte Gang zu benutzen.

Der in Abbildung 16 ersichtliche Versuchsaufbau, zeigt an den Punkten PP` Messgeräte die den Schallpegel in dB(A) erfassen. Diese stehen im Abstand von 7,5 m±0,2 m senkrecht angeordnet zur Fahrachse (Linie CC`) in 1,2 m±0,1 m Höhe. Die Linien AA` und BB` sind 10 m vor und hinter den Messgeräten angelegt. Das Fahrzeug muss ab Linie AA` voll beschleunigt werden, bis Linie BB` durchfahren wurde.

Laut ECE R51: „Sobald die vordere Fahrzeugbegrenzung die Linie AA' erreicht hat, ist die Drosseleinrichtung so schnell wie möglich voll zu öffnen und in dieser Stellung zu halten, bis die hintere Fahrzeugbegrenzung die Linie BB' passiert hat, und dann so schnell wie möglich wieder zu schließen."

Das Fahrzeug muss also 20 m Messstrecke zuzüglich der Fahrzeuglänge zurücklegen. Geht man davon aus das wohl nahezu alle Fahrzeuge des Herstellers so eine Begrenzungsfunktion besitzen und der aktuell längste Porsche ca. 5,2 m lang ist, kommt man mit etwas Spielraum zu den in Abbildung 9 dargestellten Distanzwerten bis 26 m.

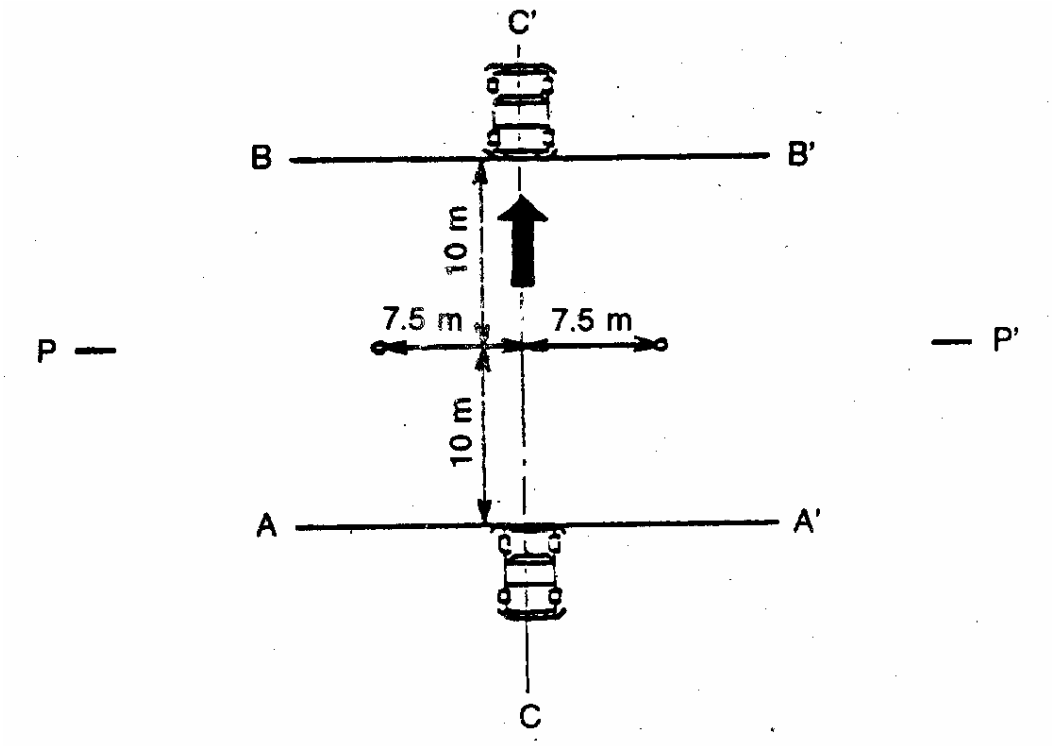


Abbildung 16: Schema Versuchsaufbau Fahrgeräuschmessung nach ECE R51

Wenn man die vorstehenden Fakten zusammenführt, besteht die Annahme, dass die verzögerte Beschleunigung des Antragstellerfahrzeuges mit der Vorbeifahrmessung in Zusammenhang zu bringen ist. Eine Untermauerung dieser These war im Rahmen dieses Gutachtens nicht möglich, da dies einen erheblichen Mehraufwand bedarf. Dazu müsste man die Messung unter Prüfbedingungen durchführen und die Geräuschemissionen des Fahrzeugs bei Verwendung der original Motorsoftware, mit der angepassten Software auf Unterschiede vergleichen. Nur so würde sich nachweisen lassen, ob die programmierte Funktion einzig und allein der Lautstärkereduzierung im Rahmen der Messbedingungen dient. Es ist aber davon auszugehen, dass sich ein Unterschied in der Lautstärkeentwicklung ergibt, da die Drosselklappe erst dann voll geöffnet ist, wenn schon der größte Teil der Messstrecke zurückgelegt ist. Allein das Verhalten der Drosselklappe widerspricht schon der Vorgabe aus der ECE R51 „…die Drosseleinrichtung so schnell wie möglich voll zu öffnen…“.

8 Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Gutachtens wurde das Fahrzeug des Antragstellers am 30.05.2019 in Augenschein genommen. Es wurde bei einer Testfahrt, die im Auftrag geschilderte Beschleunigungsverzögerung bei 50 km/h im dritten Gang nachvollzogen und entsprechende Fahrzeugwerte mitgeloggt und grafisch dargestellt.

Durch Auslesen und Analysieren der Motorsteuerungsdaten konnte festgestellt werden, dass Werte genau für diesen Geschwindigkeitsbereich hinterlegt sind. Diese haben ein reduziertes Drehmoment zur Folge und geben für einen Weg von 26 m Sollwerte für die Geschwindigkeitszunahme vor. Diese wurden rechnerisch überprüft und mit den im Vorfeld stattgefundenen Messungen der DEKRA verglichen.

Dass die Drehmomentreduzierung für Zwecke des Bauteilschutzes bzw. Verbesserung der Fahrbarkeit dient, konnte hinreichend ausgeschlossen werden. Denn diese tritt nur im dritten Gang und nur im Bereich ab 47-53 km/h auf, obwohl es für Gang eins und zwei eher sinnvoll wäre.

Anschließend wurden die Werte Softwareseitig angepasst (Analog der anderen Gänge) und bei einer Testfahrt festgestellt, dass die Beschleunigungsverzögerung dadurch nicht mehr auftrat. Somit konnte nachgewiesen werden, dass die Beschleunigungsverzögerung bewusst vom Hersteller in die Motorsteuerung integriert worden ist.

Es wurde weiterführend aufgezeigt, dass diese Verzögerung möglicherweise mit einem Prüfverfahren zur Lautstärkemessung nach ECE R51 in Zusammenhang zu bringen ist. Dieser Zusammenhang könnte in einem weiteren Gutachten nachgewiesen werden.

Dipl. Ing. Sebastian Fuchs

Dresden, den 18.06.2019

9 Anhang

-Steuergeräteinformationen

-Fehlerspeicherdaten Eingang

-Fehlerspeicherdaten Ausgang

-ECE Regelung Nr. 51

Steuergeräte Informationen:

MaxiSys **FAHRZEUGDIAGNOSE BERICHT** AUTEL®

Fahrzeuginformationen

Porsche 2009 Boxster/Cayman(987)

VIN: WP0ZZZ98Z9U770161

Meilenzahl:

Fehlersuche Uhrzeit: 2019/05/30 14:47

Pfad: Automatische Auswahl > Diagnose > Automatischer Suchlauf > Steuergeräte Informationen >

Steuergeräte Informationen

Diagnostic software No.	F200
Softwarestand	WS1F40C734SEM9K
Coding date:Day	0
Coding date:Month	0
Coding date:Year	0
Hardwarestand	H02
Date of manufacture:Day	14
Date of manufacture:Month	10
Date of manufacture:Year	8
Produktionsnummer	19464469
Händlernummer	01110040
Seriennummer	030082850309
SW part number	98761863822
Porsche part number	99761860702
Fahrgestellnummer	WP0ZZZ98Z9U770161

www.autel.com 1

Fehlerspeicherdaten Eingang:

MaxiSys **FAHRZEUGDIAGNOSE BERICHT** AUTEL®

Fahrzeuginformationen

Porsche 2009 Boxster/Cayman(987)

VIN: WP0ZZZ98Z9U770161

Meilenzahl:

Fehlersuche Uhrzeit: 2019/05/30 14:47

Pfad: Automatische Auswahl > Diagnose > Automatischer Suchlauf >

Statusbericht

Name des Systems	DTC zähl	Status
DME	0	Passiert
KLIMAANLAGE	0	Passiert
Kombiinstrument	0	Passiert
Gateway	0	Passiert
Stoppuhr	0	Passiert
KURVENLICHT	0	Passiert
Fahrertür	0	Passiert
BOSE amplifier,external	0	Passiert
TV tuner	0	Passiert
Bug	02	Fehler
PARKASSISTENT	0	Passiert
PAS	0	Passiert
PASM	0	Passiert
Beifahrertür	0	Passiert
PCM	01	Fehler
POSIP	02	Fehler
PSM	0	Passiert
rear	0	Passiert
STEERING COL.SWITCH	0	Passiert

www.autel.com 1

VEH.ELECTRICAL SYS.	0	Passiert

1. Bug —— (02)

1.1. 8024	Parking light (marker light), front left vorhanden
1.2. 8025	Parking light (marker light), front right vorhanden

2. PCM —— (01)

2.1. D50F	Telephone module faulty vorhanden

3. POSIP —— (02)

3.1. C152	Communication PSM control unit (drive) vorhanden
3.2. C150	Communication DME control unit (drive) vorhanden

Fehlerspeicherdaten Ausgang:

MaxiSys **FAHRZEUGDIAGNOSE BERICHT** AUTEL®

Fahrzeuginformationen

Porsche 2009 Boxster/Cayman(987)

VIN: WP0ZZZ98Z9U770161

Fehlersuche Uhrzeit: 2019/05/31 11:21

Meilenzahl:

Pfad: Automatische Auswahl > Diagnose > Automatischer Suchlauf >

Statusbericht

Name des Systems	DTC zähl	Status
DME	0	Passiert
KLIMAANLAGE	0	Passiert
Kombiinstrument	0	Passiert
Gateway	0	Passiert
Stoppuhr	0	Passiert
KURVENLICHT	0	Passiert
Fahrertür	0	Passiert
BOSE amplifier,external	0	Passiert
TV tuner	0	Passiert
Bug	0	Passiert
PARKASSISTENT	0	Passiert
PAS	0	Passiert
PASM	0	Passiert
Beifahrertür	0	Passiert
PCM	0	Passiert
POSIP	0	Passiert
PSM	0	Passiert
rear	0	Passiert
STEERING COL.SWITCH	0	Passiert

www.autel.com 1

VEH.ELECTRICAL SYS.	0	Passiert

ECE Regelung Nr. 51:

Regelung Nr. 51 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Kraftfahrzeuge mit mindestens vier Rädern hinsichtlich ihrer Geräuschemissionen

Addendum 50: Regelung Nr. 51

Revision 1

Einschließlich des gesamten gültigen Textes bis:

Ergänzung 5 zur Änderungsserie 02 — Tag des Inkrafttretens: 18. Juni 2007

INHALTSVERZEICHNIS

REGELUNG

1. Geltungsbereich
2. Begriffsbestimmungen
3. Antrag
4. Aufschriften
5. Genehmigung
6. Vorschriften
7. Änderung des Fahrzeugtyps und Erweiterung der Genehmigung
8. Übereinstimmung der Produktion
9. Maßnahmen bei Abweichungen in der Produktion
10. Endgültige Einstellung der Produktion
11. Übergangsbestimmungen
12. Namen und Anschriften der Technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Behörden

ANHÄNGE

Anhang 1 Mitteilung über die Erteilung, Erweiterung, Versagung oder Zurücknahme der Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich seiner Geräuschemission nach der Regelung Nr. 51

Anhang 2 Muster des Genehmigungszeichens

Anhang 3 Verfahren und Geräte zur Messung der Geräuschentwicklung von Kraftfahrzeugen (Messverfahren A)

Anhang 4 Fahrzeugklassen

Anhang 5 Auspuffanlagen mit Faserwerkstoffen

Anhang 6 Druckluftgeräusch

Anhang 7 Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion

Anhang 8 Vorschriften für das Prüfgelände

Anhang 9 Fahrzeug- und Prüfdaten zu Messverfahren B

Anhang 10 Verfahren und Geräte zur Messung der Geräuschentwicklung von Kraftfahrzeugen (Messverfahren B)

1. GELTUNGSBEREICH

Diese Regelung gilt für Fahrzeuge der Klasse M und N [1] hinsichtlich der Geräuschentwicklung.

2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Im Sinne dieser Regelung ist (sind)

2.1. „Genehmigung eines Fahrzeuges" die Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der Geräuschentwicklung;

2.2. „Fahrzeugtyp" Kraftfahrzeuge, die sich in folgenden wesentlichen Punkten nicht voneinander unterscheiden:

2.2.1. Form oder Werkstoffe des Aufbaues (insbesondere Motorraum und seine Schalldämpfung);

2.2.2. Länge und Breite des Fahrzeuges;

2.2.3. Motortyp (Fremdzündungs- oder Selbstzündungsmotor, Zweitakt- oder Viertaktmotor, Hubkolben- oder Kreiskolbenmotor), Zahl und Hubraum der Zylinder, Zahl und Typen der Vergaser oder Einspritzanlagen, Anordnung der Ventile, Nennleistung und entsprechende Drehzahl(en) oder Typ des Elektromotors;

2.2.4. Getriebe, Zahl der Gänge und deren Übersetzungsverhältnis;

2.2.5. Schalldämpferanlage nach 2.3 und 2.4;

2.2.6. Unbeschadet der Vorschriften in 2.2.2 und 2.2.4 können Fahrzeuge — außer Fahrzeuge der Klassen M_1 und N_1 [1] — mit demselben Motortyp und/oder unterschiedlichen Gesamtübersetzungsverhältnissen als Fahrzeuge desselben Typs gelten.

Muss aufgrund dieser Unterschiede jedoch ein anderes Prüfverfahren angewendet werden, so sind diese Unterschiede als typverändernd anzusehen;

2.3. „Schalldämpferanlage" ein vollständiger Satz von Bauteilen, die zur Dämpfung des von einem Kraftfahrzeug und seiner Auspuffanlage verursachten Geräusches erforderlich sind;

2.4. „Schalldämpferanlagen unterschiedlicher Typen" Anlagen, die untereinander wesentliche Unterschiede aufweisen, insbesondere

2.4.1. Anlagen, bei denen die Bauteile unterschiedliche Fabrik- oder Handelsmarken nach 4.1 aufweisen;

2.4.2. Anlagen, bei denen die Werkstoffeigenschaften eines beliebigen Bauteiles unterschiedlich sind oder deren Bauteile eine unterschiedliche Form oder Größe haben; durch eine Änderung des Beschichtungsverfahrens (Galvanisierung, Aluminiumbeschichtung usw.) entsteht kein anderer Typ;

2.4.3. Anlagen, bei denen die Wirkungsweise mindestens eines Bauteiles unterschiedlich ist;

2.4.4. Anlagen, bei denen die Bauteile unterschiedlich zusammengebaut sind;

2.4.5. Anlagen, bei denen die Zahl der Ansaug- und/oder Auspuffschalldämpfer unterschiedlich ist;

[1] Entsprechend den Definitionen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) (TRANS/SC1/WP29/78/Amend.3, Anhang 7) (siehe auch Anhang 4 dieser Regelung).

2.5. „Teil einer Schalldämpferanlage“ eines der einzelnen Bauteile, die gemeinsam die Schalldämpferanlage bilden.

Diese Teile sind insbesondere die Auspuffrohre, der Auspufftopf (die Auspufftöpfe), der (die) eigentliche(n) Schalldämpfer.

2.5.1. Der Ansaugluftfilter gilt nur dann als Teil, wenn er unbedingt erforderlich ist, damit die vorgeschriebenen Geräuschgrenzwerte eingehalten werden können.

2.5.2. Auspuffkrümmer gelten nicht als Teile der Schalldämpferanlage;

2.6. „Höchstmasse“ die vom Fahrzeughersteller angegebene technisch zulässige Höchstmasse (diese Masse kann höher als die von der nationalen Behörde zugelassene Höchstmasse sein);

2.7. „Motorleistung“ die in kW (ECE) ausgedrückte Motorleistung, die nach dem ECE-Verfahren in Übereinstimmung mit der ECE-Regelung Nr. 85 gemessen wird;

2.8. „Masse des fahrbereiten Fahrzeugs (m_{ro})“ die Masse des unbeladenen Fahrzeugs mit Aufbau und bei einem Zugfahrzeug mit Kupplungseinrichtung oder, falls Aufbau und Kupplungseinrichtung nicht vom Hersteller geliefert werden, die Masse des Fahrgestells mit Fahrerhaus, einschließlich Kühlmittel, Ölen, 90 % des Kraftstoffvorrats, 100 % der sonstigen Betriebsflüssigkeiten ausgenommen verbrauchtes Wasser, Werkzeug, Reserverad, Fahrer (75 kg) und bei Omnibussen die Masse des Begleiters (75 kg), sofern ein Sitz für einen Begleiter vorhanden ist;

2.9. „Nenndrehzahl des Motors S“ die vom Hersteller angegebene Drehzahl in min^{-1}, bei der der Motor seine nach der Regelung Nr. 85 ermittelte Nennleistung erreicht.

Wird die Nennleistung bei verschiedenen Drehzahlen erreicht, so ist die höchste dieser Drehzahlen anzugeben;

2.10. „Leistungs-Masse-Verhältnis (PMR)“ eine dimensionslose Zahl (siehe Anhang 10 Absatz 3.1.2.1.1), die zur Berechnung der Beschleunigung verwendet wird;

2.11. „Fahrzeugbezugspunkt“ ein wie folgt definierter Punkt:

2.11.1. Fahrzeuge der Klassen M_1und N_1:

— bei Fahrzeugen mit Frontmotor: das vordere Ende des Fahrzeugs,

— bei Fahrtzeugen mit Mittelmotor: die Mitte des Fahrzeugs,

— bei Fahrzeugen mit Heckmotor: das hintere Ende des Fahrzeugs;

2.11.2. Fahrzeuge der Klassen M_2, M_3, N_2 und N_3:

der Punkt am Motor, der der Fahrzeugfront am nächsten liegt;

2.12. „Motor“ die Antriebsquelle ohne demontierbare Nebenaggregate;

2.13. „Sollbeschleunigung“ eine Beschleunigung, die bei teilweise geöffneter Drosseleinrichtung erreicht wird und die nach statistischen Erhebungen für den Stadtverkehr repräsentativ ist;

2.14. „Referenzbeschleunigung“ die bei der Prüfung mit beschleunigendem Fahrzeug auf der Prüfstrecke erforderliche Beschleunigung;

2.15. „Ganggewichtungsfaktor k“ eine dimensionslose Zahl, die verwendet wird, um die Ergebnisse der Prüfungen mit beschleunigendem Fahrzeug und bei konstanter Geschwindigkeit in zwei verschiedenen Getriebegängen zusammenzufassen;

2.16. „Teillastfaktor k_p“ eine dimensionslose Zahl, die verwendet wird, um die Ergebnisse der Prüfungen mit beschleunigendem Fahrzeug und bei konstanter Geschwindigkeit gewichtet zusammenzufassen;

2.17. „Vorbeschleunigung“ Beschleunigung des Fahrzeugs vor Erreichen der Linie AA′ zur Erzielung einer gleichmäßigen Beschleunigung zwischen den Linien AA′ and BB′;

2.18. „Verriegelung eines Gangs“ eine Vorkehrung, die verhindert, dass das Getriebe während der Prüfung schaltet.

3. ANTRAG

3.1. Der Antrag auf Erteilung einer Genehmigung für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich des Geräusches ist von dem Hersteller oder seinem ordentlich bevollmächtigten Vertreter einzureichen.

3.2. Dem Antrag sind die nachstehenden Unterlagen und die folgenden Angaben in dreifacher Ausfertigung beizufügen:

3.2.1. eine Beschreibung des Fahrzeugtyps nach 2.2. Die Zahlen und/oder Symbole, die den Typ des Motors und des Fahrzeuges kennzeichnen, sind anzugeben;

3.2.2. eine Liste der ordnungsgemäß gekennzeichneten Bauteile, aus denen die Schalldämpferanlage besteht;

3.2.3. eine Zeichnung der gesamten Schalldämpferanlage mit Angabe ihrer Lage am Fahrzeug;

3.2.4. genaue Zeichnungen einschließlich Werkstoffangaben für jedes Bauteil, so dass es leicht zu finden und zu erkennen ist.

3.3. Gelten die Vorschriften nach 2.2.6, so wird das Einzelfahrzeug, das den betreffenden Typ repräsentiert, von dem Technischen Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt, in Übereinstimmung mit dem Fahrzeughersteller als das Fahrzeug ausgewählt, das die geringste Masse in fahrbereitem Zustand und die geringste Länge aufweist und den Vorschriften nach 3.1.2.3.2.3 in Anhang 3 entspricht.

3.4. Der Fahrzeughersteller muss außerdem auf Anforderung des Technischen Dienstes, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt, ein Muster der Schalldämpferanlage und einen Motor zur Verfügung stellen, der mindestens den gleichen Hubraum und die gleiche Nennleistung wie der Motor aufweist, der in das zu genehmigende Fahrzeug eingebaut ist.

3.5. Die zuständige Behörde muss vor Erteilung der Typgenehmigung prüfen, ob ausreichende Maßnahmen getroffen worden sind, die eine wirksame Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion gewährleisten.

4. AUFSCHRIFTEN

4.1. Die Bauteile der Schalldämpferanlage, außer Befestigungsteile und Rohre, müssen folgende Aufschriften tragen:

4.1.1. die Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers der Schalldämpferanlage und ihrer Bauteile;

4.1.2. die Handelsbezeichnung des Herstellers.

4.2. Diese Aufschriften müssen auch nach dem Einbau der Anlage deutlich lesbar und dauerhaft sein.

4.3. Ein Bauteil kann mit mehreren Genehmigungsnummern versehen sein, wenn es als Teil mehrerer Austauschschalldämpferanlagen genehmigt worden ist.

5. GENEHMIGUNG

5.1. Die Genehmigung ist nur unter folgenden Voraussetzungen zu erteilen:

a) Der Fahrzeugtyp entspricht bei Prüfung nach dem in Anhang 3 beschriebenen Messverfahren A den Vorschriften der Absätze 6 und 7.

b) Die Ergebnisse der Prüfung des Fahrzeugtyps nach dem in Anhang 10 beschriebenen Messverfahren B sind in den Prüfbericht nach Anhang 9 eingetragen und an die Europäische Kommission und die Vertragsparteien übermittelt worden, die Interesse an ihnen bekundet haben. Diese Bestimmung gilt ab 1. Juli 2007 für eine Dauer höchstens zwei Jahren. Unter sie fallen nicht Prüfungen, die zur Erweiterung einer bestehenden Genehmigung nach der Regelung Nr. 51 durchgeführt werden. Sie ist ferner nicht auf Fahrzeuge anwendbar, die sich nur in den in 2.2.1 und 2.2.2 genannten Merkmalen von einem vorhandenen Fahrzeugtyp unterscheiden und deshalb nicht als neue Typen gelten.

5.2. Jede Genehmigung umfasst die Zuteilung einer Genehmigungsnummer. Ihre ersten beiden Ziffern (derzeit 02 entsprechend der Änderungsserie 02, die am 18. April 1995 in Kraft getreten ist) bezeichnen die Änderungsserie mit den neuesten, wichtigsten technischen Änderungen, die zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung in die Regelung aufgenommen sind. Dieselbe Vertragspartei darf diese Nummer weder demselben Fahrzeugtyp, der mit einer anderen Schalldämpferanlage ausgerüstet ist, noch einem anderen Fahrzeugtyp zuteilen.

5.3. Über die Erteilung, Erweiterung, Versagung oder Zurücknahme einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht.

5.4. An jedem Fahrzeug, das einem nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyp entspricht, ist sichtbar und an gut zugänglicher Stelle, die im Mitteilungsblatt anzugeben ist, ein internationales Genehmigungszeichen anzubringen, bestehend aus:

5.4.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat ([1]);

5.4.2. der Nummer dieser Regelung mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis nach 5.4.1.

([1]) 1 für Deutschland, 2 für Frankreich, 3 für Italien, 4 für die Niederlande, 5 für Schweden, 6 für Belgien, 7 für Ungarn, 8 für die Tschechische Republik, 9 für Spanien, 10 für Jugoslawien, 11 für das Vereinigte Königreich, 12 für Österreich, 13 für Luxemburg, 14 für die Schweiz, 15 (-), 16 für Norwegen, 17 für Finnland, 18 für Dänemark, 19 für Rumänien, 20 für Polen, 21 für Portugal, 22 für die Russische Föderation, 23 für Griechenland, 24 für Irland, 25 für Kroatien, 26 für Slowenien, 27 für die Slowakei, 28 für Weißrussland, 29 für Estland, 30 (-), 31 für Bosnien und Herzegowina, 32 für Lettland, 33 (-), 34 für Bulgarien, 35-36 (-), 37 für die Türkei, 38-39 (-), 40 für die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, 41 (-), 42 für die Europäische Gemeinschaft (Genehmigungen werden von ihren Mitgliedstaaten unter Verwendung ihres jeweiligen ECE-Zeichens erteilt), 43 für Japan, 44 (-), 45 für Australien, 46 für die Ukraine und 47 für Südafrika. Die folgenden Zahlen werden den anderen Ländern, die dem Übereinkommen über die Annahme einheitlicher technischer Vorschriften für Radfahrzeuge, Ausrüstungsgegenstände und Teile, die in Radfahrzeuge(n) eingebaut und/oder verwendet werden können, und die Bedingungen für die gegenseitige Anerkennung von Genehmigungen, die nach diesen Vorschriften erteilt wurden, beigetreten sind, nach der zeitlichen Reihenfolge ihrer Ratifikation oder ihres Beitritts zugeteilt, und die so zugeteilten Zahlen werden den Vertragsparteien des Übereinkommens vom Generalsekretär der Vereinten Nationen mitgeteilt.

5.5. Entspricht das Fahrzeug einem Fahrzeugtyp, der auch nach einer oder mehreren anderen Regelungen zum Übereinkommen in dem Land genehmigt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, so braucht das Zeichen nach 5.4.1 nicht wiederholt zu werden; in diesem Fall sind die Regelungs- und Genehmigungsnummern und die zusätzlichen Zeichen aller Regelungen, aufgrund derer die Genehmigung in dem Land erteilt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, untereinander rechts neben dem Zeichen nach 5.4.1 anzuordnen.

5.6. Das Genehmigungszeichen muss deutlich lesbar und dauerhaft sein.

5.7. Das Genehmigungszeichen ist in der Nähe des vom Hersteller angebrachten Typenschildes oder auf diesem selbst anzugeben.

5.8. Anhang 2 dieser Regelung enthält Muster des Genehmigungszeichens.

6. VORSCHRIFTEN

6.1. **Allgemeine Vorschriften**

6.1.1. Das Fahrzeug, sein Motor und seine Schalldämpferanlage müssen so beschaffen, konstruiert und zusammengebaut sein, dass das Fahrzeug bei normalen Betriebsbedingungen und trotz möglicherweise auftretender Schwingungen den Vorschriften dieser Regelung entspricht.

6.1.2. Die Schalldämpferanlage muss so beschaffen, konstruiert und zusammengebaut sein, dass sie gegen Korrosionseinflüsse, denen sie je nach der Benutzung des Fahrzeuges ausgesetzt ist, hinreichend geschützt ist.

6.2. **Vorschriften über die Geräuschpegel**

6.2.1. *Messverfahren*

6.2.1.1. Die Messung des Geräusches des zur Genehmigung vorgeführten Fahrzeugtyps ist nach den beiden in Anhang 3 für das fahrende und das stehende [1] Fahrzeug beschriebenen Verfahren durchzuführen; bei einem Elektrofahrzeug ist nur das Fahrgeräusch zu messen.

Fahrzeuge mit einer höchstzulässigen Masse von mehr als 2 800 kg sind außerdem einer Prüfung zur Feststellung des Druckluftgeräusches am stehenden Fahrzeug nach den Vorschriften des Anhanges 6 zu unterziehen, wenn das Fahrzeug mit einer entsprechenden Bremsanlage ausgerüstet ist.

6.2.1.2. Die beiden nach 6.2.1.1 gemessenen Werte sind in den Prüfbericht und in ein Mitteilungsblatt einzutragen, das dem Muster in Anhang 1 entspricht.

Die nach 6.2.1.1 gemessenen Werte sind in einen Prüfbericht und in ein Mitteilungsblatt einzutragen, das dem Muster in Anhang 1 entspricht.

6.2.2. *Geräuschgrenzwerte*

6.2.2.1. Nach den Vorschriften in 6.2.2.2 darf der nach 3.1 des Anhangs 3 dieser Regelung gemessene Geräuschpegel von Fahrzeugtypen die nachstehenden Grenzwerte nicht überschreiten:

[1] Eine Messung des Geräusches bei stehendem Fahrzeug ist durchzuführen, um denjenigen Behörden, die dieses Verfahren anwenden, einen Bezugswert zu liefern.

Fahrzeugklassen		Grenzwerte (dB(A))
6.2.2.1.1.	Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit nicht mehr als neun Sitzen, einschließlich des Fahrersitzes	74
6.2.2.1.2.	Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als neun Sitzen, einschließlich des Fahrersitzes, und einer höchstzulässigen Masse von mehr als 3,5 Tonnen	
6.2.2.1.2.1.	mit einer Motorleistung von weniger als 150 kW (ECE)	78
6.2.2.1.2.2.	mit einer Motorleistung von 150 kW (ECE) oder darüber	80
6.2.2.1.3.	Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als neun Sitzen, einschließlich des Fahrersitzes; Fahrzeuge zur Güterbeförderung	
6.2.2.1.3.1.	mit einer höchstzulässigen Masse von nicht mehr als zwei Tonnen	76
6.2.2.1.3.2.	mit einer höchstzulässigen Masse von mehr als zwei Tonnen, aber nicht mehr als 3,5 Tonnen	77
6.2.2.1.4.	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer höchstzulässigen Masse von mehr als 3,5 Tonnen	
6.2.2.1.4.1.	mit einer Motorleistung von weniger als 75 kW (ECE)	77
6.2.2.1.4.2.	mit einer Motorleistung von 75 kW (ECE) oder darüber, aber weniger als 150 kW (ECE)	78
6.2.2.1.4.3.	mit einer Motorleistung von 150 kW (ECE) oder darüber	80

6.2.2.2. Jedoch sind

6.2.2.2.1. bei den Fahrzeugtypen nach 6.2.2.1.1 und 6.2.2.1.3, die mit einem Selbstzündungsmotor mit Direkteinspritzung ausgerüstet sind, die Grenzwerte um 1 dB(A) zu erhöhen;

6.2.2.2.2. bei Fahrzeugtypen, die als Geländefahrzeuge [1] ausgelegt sind und deren höchstzulässige Masse mehr als zwei Tonnen beträgt, die Grenzwerte wie folgt zu erhöhen:

6.2.2.2.2.1. um 1 dB(A), wenn die Motorleistung weniger als 150 kW (ECE) beträgt,

6.2.2.2.2.2. um 2 dB(A), wenn die Motorleistung 150 kW (ECE) oder darüber beträgt.

6.2.2.2.3. Bei Fahrzeugtypen nach 6.2.2.1.1, die mit einem Getriebe mit mehr als vier Vorwärtsgängen und mit einem Motor mit einer Höchstleistung von mehr als 140 kW (ECE) ausgerüstet sind und deren Verhältnis von Höchstleistung zu Höchstmasse mehr als 75 kW/t beträgt, sind die Grenzwerte um 1 dB(A) zu erhöhen, wenn die Geschwindigkeit, mit der die hintere Fahrzeugbegrenzung die Linie BB′ im dritten Gang passiert, mehr als 61 km/h beträgt.

6.3. **Vorschriften für Auspuffanlagen mit Faserwerkstoffen**

6.3.1. Es gelten die Vorschriften des Anhangs 5.

7. ÄNDERUNG UND ERWEITERUNG DER GENEHMIGUNG EINES FAHRZEUGTYPS

7.1. Jede Änderung des Fahrzeugtyps ist der Behörde mitzuteilen, die die Genehmigung für den Fahrzeugtyp erteilt hat. Die Behörde kann dann

7.1.1. entweder die Auffassung vertreten, dass die vorgenommenen Änderungen keine nennenswerte nachteilige Wirkung haben können und das Fahrzeug in jedem Fall noch den Vorschriften entspricht,

[1] Entsprechend den Definitionen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) (TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, Anlage 7/Rev.2).

7.1.2. oder einen weiteren Prüfbericht bei dem Technischen Dienst anfordern, der die Prüfungen durchführt.

7.2. Die Bestätigung oder Versagung der Genehmigung ist den Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, unter Angabe der Änderungen nach dem Verfahren nach 5.3 mitzuteilen.

7.3. Die zuständige Behörde, die die Erweiterung der Genehmigung erteilt, muss einer solchen Erweiterung eine laufende Nummer zuteilen und hierüber die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht.

8. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

8.1. Die nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeuge müssen so gebaut sein, dass sie dem genehmigten Typ insofern entsprechen, als die Vorschriften des Absatzes 6 eingehalten sind.

8.2. Die Einhaltung der Vorschriften des Absatzes 8.1 ist durch entsprechende Kontrollen der Produktion zu überprüfen.

8.3. Der Inhaber der Genehmigung muss vor allem

8.3.1. sicherstellen, dass Verfahren zur wirksamen Kontrolle der Erzeugnisqualität vorhanden sind;

8.3.2. Zugang zu den Prüfeinrichtungen haben, die zur Überprüfung der Übereinstimmung mit jedem genehmigten Typ erforderlich sind;

8.3.3. sicherstellen, dass Prüfergebnisse aufgezeichnet werden und die beigefügten Unterlagen während eines im Einvernehmen mit der Behörde festzulegenden Zeitraumes verfügbar bleiben;

8.3.4. die Ergebnisse jeder Art von Prüfung analysieren, um die Unveränderlichkeit der Produktmerkmale zu überprüfen und zu gewährleisten, wobei Abweichungen bei der industriellen Fertigung zu berücksichtigen sind;

8.3.5. sicherstellen, dass bei jedem Typ eines Erzeugnisses zumindest die Prüfungen, die in Anhang 7 dieser Regelung vorgeschrieben sind, durchgeführt werden;

8.3.6. sicherstellen, dass eine weitere Probenahme und eine weitere Prüfung veranlasst werden, wenn sich bei einer Probenahme oder bei Prüfstücken die fehlende Übereinstimmung mit dem betreffenden Typ herausstellt. Es sind alle erforderlichen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Übereinstimmung der entsprechenden Produktion zu treffen.

8.4. Die zuständige Behörde, die die Typgenehmigung erteilt hat, kann jederzeit das bei jeder Fertigungseinheit angewandte Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung überprüfen.

8.4.1. Bei jeder Überprüfung sind dem betreffenden Prüfer die Unterlagen über die Prüfungen und die Fertigungsüberwachung vorzulegen.

8.4.2. Der Prüfer kann stichprobenweise Muster für die Prüfung im Labor des Herstellers auswählen. Die Mindestzahl der Muster kann unter Berücksichtigung der Ergebnisse der eigenen Prüfungen des Herstellers festgelegt werden.

8.4.3 Erscheint das Qualitätsniveau unzureichend oder wird es für notwendig erachtet, die Gültigkeit der Prüfungen nach 8.4.2 zu überprüfen, so wählt der Prüfer Muster aus, die dem Technischen Dienst zur Verfügung gestellt werden, der die Prüfungen für die Genehmigung durchgeführt hat.

8.4.4. Die zuständige Behörde kann jede in dieser Regelung vorgeschriebene Prüfung durchführen.

8.4.5 Die zuständige Behörde muss normalerweise alle zwei Jahre eine Überprüfung durchführen. Sind die Prüfergebnisse einer dieser Überprüfungen nicht zufrieden stellend, so veranlasst die zuständige Behörde, dass alle erforderlichen Maßnahmen getroffen werden, damit die Übereinstimmung der Produktion so schnell wie möglich wiederhergestellt wird.

9. MASSNAHMEN BEI ABWEICHUNG DER PRODUKTION

9.1. Die für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die oben stehenden Vorschriften nicht eingehalten sind.

9.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens, die diese Regelung anwendet, eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, so hat sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht.

10. ENDGÜLTIGE EINSTELLUNG DER PRODUKTION

10.1. Stellt der Inhaber der Genehmigung die Produktion eines nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyps endgültig ein, so hat er hierüber die Behörde, die die Genehmigung erteilt hat, zu unterrichten. Nach Erhalt der entsprechenden Mitteilung hat diese Behörde die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, dass dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht.

11. ÜBERGANGSBESTIMMUNGEN

11.1. Ab dem offiziellen Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 02 darf keine Vertragspartei, die diese Regelung anwendet, die Erteilung von ECE-Genehmigungen nach dieser Regelung in der durch die Änderungsserie 02 geänderten Fassung versagen.

11.2. Ab 1. Oktober 1995 dürfen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, ECE-Genehmigungen nur dann erteilen, wenn der zu genehmigende Fahrzeugtyp den Vorschriften dieser Regelung in der durch die Änderungsserie 02 geänderten Fassung entspricht.

11.3. Ab 1. Oktober 1996 können Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, die nationale Erstzulassung (erste Inbetriebsetzung) eines Fahrzeuges, das den Vorschriften der Änderungsserie 02 zu dieser Regelung nicht entspricht, versagen.

12. NAMEN UND ANSCHRIFTEN DER TECHNISCHEN DIENSTE, DIE DIE PRÜFUNGEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DURCHFÜHREN, UND DER BEHÖRDEN

Die Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, übermitteln dem Sekretariat der Vereinten Nationen die Namen und Anschriften der Technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Behörden, die die Genehmigung erteilen und denen die in anderen Ländern ausgestellten Mitteilungsblätter für die Erteilung, Erweiterung, Versagung oder Zurücknahme der Genehmigung zu übersenden sind.

ANHANG 1

MITTEILUNG

(größtes Format: A4 (210 mm × 297 mm))

E ... (1)

ausfertigende Stelle:

Bezeichnung der Behörde:

.....

.....

.....

über die (2):

ERTEILUNG DER GENEHMIGUNG
ERWEITERUNG DER GENEHMIGUNG
VERSAGUNG DER GENEHMIGUNG
ZURÜCKNAHME DER GENEHMIGUNG
ENDGÜLTIGE EINSTELLUNG DER PRODUKTION

für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich seiner Geräuschemission nach der ECE-Regelung Nr. 51.

Nummer der Genehmigung: ..... Nummer der Erweiterung der Genehmigung .....

1. Fabrik- oder Handelsmarke des Fahrzeuges .....

2. Fahrzeugtyp .....

2.1. Höchstzulässige Masse, gegebenenfalls einschließlich Sattelanhänger .....

3. Name und Anschrift des Herstellers .....

4. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Vertreters des Herstellers .....

5. Motor:

5.1. Hersteller: .....

5.2. Typ: .....

5.3. Modell: .....

5.4. Nennleistung (ECE): ..... kW bei ..... min^{-1}

5.5. Art des Motors (z. B. Fremdzündung, Selbstzündung usw.) (3): .....

5.6. Zwei- oder Viertaktmotor (falls zutreffend) .....

5.7. Hubraum (falls zutreffend) .....

6. Kraftübertragung: manuelles Getriebe/automatisches Getriebe (2) .....

6.1. Zahl der Gänge: .....

7. Ausstattung:

7.1. Auspuffschalldämpfer: .....

7.1.1. Hersteller oder gegebenenfalls Bevollmächtigter .....

7.1.2. Modell: .....

7.1.3. Typ: ..... nach Zeichnung Nr.: .....

7.2. Ansaugschalldämpfer: .....

7.2.1. Hersteller oder gegebenenfalls Bevollmächtigter .....

7.2.2. Modell: .....

7.2.3. Typ: ..... nach Zeichnung Nr.: .....

7.3. Reifengröße (je Achse): .....

8. Messungen:

8.1. Fahrgeräusch:

Messergebnisse			
	Links dB(A) ([4])	Rechts dB(A) ([4])	Stellung des Gangwahlhebels
1. Messung			
2. Messung			
3. Messung			
4. Messung			

Prüfergebnis: ..... dB(A)

8.2. Standgeräusch:

Anordnung des Mikrofons (entsprechend den Zeichnungen in der Anlage von Anhang 3)

Messergebnisse		
	dB(A)	Motordrehzahl
1. Messung		
2. Messung		
3. Messung		

Prüfergebnis: ..... dB(A)

8.3. Schallpegel des Druckluftgeräusches:

Messergebnisse		
	Links dB(A) ([4])	Rechts dB(A) ([4])
1. Messung		
2. Messung		
3. Messung		
4. Messung		

Prüfergebnis: ..... dB(A)

8.4. Umgebungsbedingungen

8.4.1. Prüfgelände (Deckschichtbeschaffenheit): .....

8.4.2. Temperaturen (in °C): .....

8.4.2.1. Umgebungslufttemperatur: .....

8.4.2.2. Oberflächentemperatur der Prüfstrecke: .....

8.4.3. Luftdruck (kPa): .....

8.4.4. Feuchtigkeit (%): .....

8.4.5. Windgeschwindigkeit (km/h): .....

8.4.6. Windrichtung: .....

8.4.7. Hintergrundgeräusch (dB(A)): .....

9. Fahrzeug zur Genehmigung vorgeführt am: .....

10. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt: .....

11. Datum des Prüfberichtes des Technischen Dienstes: .....

12. Nummer des Prüfberichtes des Technischen Dienstes: .....

13. Die Typgenehmigung hinsichtlich der Geräuschpegel wird hiermit erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen ([2]).

14. Stelle, an der das Genehmigungszeichen am Fahrzeug angebracht wird: .....

15. Ort: .....

16. Datum: .....

17. Unterschrift: .....

18. Folgende Unterlagen, die die oben genannte Genehmigungsnummer tragen, sind dieser Mitteilung beigefügt:

Zeichnungen, Schemata und Pläne des Motors und der Schalldämpferanlage;

Fotografien des Motors und der Schalldämpferanlage;

Liste der ordnungsgemäß gekennzeichneten Bauteile, die die Schalldämpferanlage bilden.

19. Bemerkungen:

.....

.....

.....

([1]) Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe die Vorschriften über die Genehmigung in der Regelung).
([2]) Nichtzutreffendes streichen.
([3]) Wird ein Motor unkonventioneller Bauart verwendet, so ist dies anzugeben.
([4]) Die Messwerte werden nach den Vorschriften in 6.2.2.1 um 1 dB(A) verringert angegeben.

ANHANG 2

MUSTER DES GENEHMIGUNGSZEICHENS

Muster A

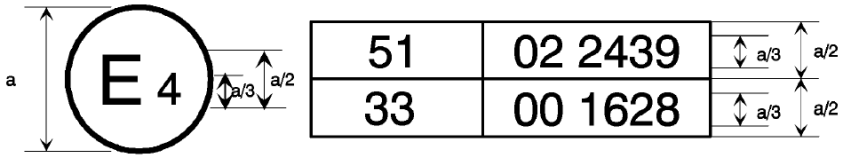
(siehe Absatz 5.4 dieser Regelung)

a = 8 mm min.

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Fahrzeugtyp hinsichtlich seiner Geräuschemission in den Niederlanden (E 4) nach der Regelung Nr. 51 unter der Genehmigungsnummer 022439 genehmigt worden ist. Aus den ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummer geht hervor, dass die Regelung Nr. 51 bei der Erteilung der Genehmigung bereits die Änderungsserie 02 enthielt.

Muster B

(siehe Absatz 5.5 dieser Regelung)



a = 8 mm min.

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Fahrzeugtyp in den Niederlanden (E 4) nach den Regelungen Nr. 51 und 33 [1] genehmigt worden ist. Aus den Genehmigungsnummern geht hervor, dass bei der Erteilung der Genehmigungen die Regelung Nr. 51 die Änderungsserie 02 enthielt, während die Regelung Nr. 33 in ihrer ursprünglichen Fassung vorlag.

---

[1] Die letzte Nummer dient nur als Beispiel.

ANHANG 3

VERFAHREN UND GERÄTE ZUR MESSUNG DER GERÄUSCHENTWICKLUNG VON KRAFTFAHRZEUGEN

1. MESSGERÄTE

1.1. **Akustische Messungen**

Der Schallpegelmesser oder das entsprechende Messsystem einschließlich des vom Hersteller empfohlenen Windschutzes muss mindestens den Vorschriften für Geräte des Typs 1 nach der IEC-Veröffentlichung 651 (zweite Auflage) entsprechen.

Bei den Messungen werden die Bewertungskurve A für die Frequenzbewertung und die Kurve F für die Zeitbewertung verwendet.

Wird ein System mit periodischer Überwachung des A- bewerteten Schallpegels verwendet, dann sollten die Werte in zeitlichen Abständen von höchstens 30 ms erfasst werden.

1.1.1. *Kalibrierung*

Zu Beginn und am Ende jeder Messreihe ist das gesamte Messsystem mit einem Kalibriergerät für Schallpegelmessgeräte zu überprüfen, das mindestens den Vorschriften für Kalibriergeräte der Genauigkeitsklasse 1 nach der IEC- Veröffentlichung 942:1988 entspricht. Die Differenz der Messwerte zweier aufeinander folgender Prüfungen muss ohne weiteres Nachstellen kleiner als oder gleich 0,5 dB sein. Wird dieser Wert überschritten, dann sind die nach der letzten zufrieden stellenden Überprüfung erhaltenen Messergebnisse als ungültig zu betrachten.

1.1.2. *Einhaltung der Vorschriften*

Die Kalibriereinrichtung für Schallpegelmessgeräte wird einmal jährlich auf die Einhaltung der Vorschriften der IEC-Veröffentlichung 942:1988 überprüft, und das Meßsystem wird mindestens alle zwei Jahre von einem Labor, das für Kalibrierungen autorisiert ist, die auf die einschlägigen Normen rückführbar sind, auf die Einhaltung der Vorschriften der IEC-Veröffentlichung 651 (zweite Auflage) überprüft.

1.2. **Geschwindigkeitsmessungen**

Die Motordrehzahl und die Fahrzeuggeschwindigkeit sind mit Geräten mit einer Genauigkeit von mindestens ± 2 % zu messen.

1.3. **Meteorologische Geräte**

Zu den zur Überwachung der Umweltbedingungen verwendeten meteorologischen Geräten zählen

i) ein Temperaturmesser mit einer Genauigkeit von ± 1 °C,

ii) ein Windgeschwindigkeitsmesser mit einer Genauigkeit von ± 1,0 m/s.

2. MESSBEDINGUNGEN

2.1. **Prüfgelände**

2.1.1. Das Prüfgelände muss aus einer zentral angeordneten Beschleunigungsstrecke bestehen, die von einer im Wesentlichen ebenen Prüffläche umgeben ist.

Die Beschleunigungsstrecke muss eben sein; die Fahrbahn muss trocken und so beschaffen sein, dass das Rollgeräusch gering bleibt.

Auf der Prüfstrecke müssen die Bedingungen des freien Schallfeldes zwischen der Schallquelle und dem Mikrofon auf ± 1 dB genau eingehalten werden. Diese Bedingung gilt als erfüllt, wenn im Umkreis von 50 m um den Mittelpunkt der Beschleunigungsstrecke keine großen Schall reflektierenden Gegenstände, wie Zäune, Felsen, Brücken oder Gebäude, vorhanden sind. Die Deckschicht des Geländes muss den Vorschriften in Anhang 8 dieser Regelung entsprechen und frei von Pulverschnee, hohem Gras, lockerer Erde oder Asche sein. Es darf kein Hindernis vorhanden sein, das das Schallfeld in der Umgebung des Mikrofons und der Schallquelle beeinflussen könnte. Der messende Beobachter muss sich so aufstellen, dass eine Beeinflussung der Anzeige des Messgerätes ausgeschlossen ist.

2.1.2. Die Messungen dürfen nicht bei ungünstigen Witterungsbedingungen vorgenommen werden. Es muss sichergestellt werden, dass die Ergebnisse nicht durch Windböen beeinträchtigt werden.

Geräuschspitzen, die zum allgemeinen Schallpegel des Fahrzeuges offenbar nicht in Beziehung stehen, sind beim Ablesen der Messwerte nicht zu berücksichtigen.

2.1.2.1. Die meteorologischen Geräte sind in einer Höhe von 1,2 m ± 0,1 m am Rand des Prüfgeländes aufzustellen.

Die Messungen sind bei einer Umgebungslufttemperatur zwischen 0 °C und 40 °C durchzuführen.

Wenn die Windgeschwindigkeit und die Böengeschwindigkeit während der Schallmessung in Höhe des Mikrofons 5 m/s überschreiten, dürfen keine Prüfungen durchgeführt werden; die Ergebnisse sind bei jeder Prüfungsfahrt aufzuzeichnen.

Repräsentative Werte für die Temperatur, die Windgeschwindigkeit und -richtung, die relative Luftfeuchtigkeit und den Luftdruck sind auch zwischen den Schallmessungen aufzuzeichnen.

2.1.3. Der A-bewertete Schallpegel von Schallquellen, außer denen des zu prüfenden Fahrzeugs, und des Windeinflusses muss mindestens 10 dB(A) unter dem vom Fahrzeug erzeugten Schallpegel liegen.

2.2. **Fahrzeuge**

2.2.1. Die Messungen sind an unbeladenen Fahrzeugen ohne Anhänger oder Sattelanhänger vorzunehmen, außer bei fest miteinander verbundenen Fahrzeugen.

2.2.2. Die bei der Prüfung verwendeten Reifen werden vom Fahrzeughersteller ausgewählt und müssen handelsüblich und auf dem Markt erhältlich sein; sie müssen einer der für das Fahrzeug vom Fahrzeughersteller angegebenen Reifengrößen entsprechen, und die Hauptrillen der Lauffläche müssen eine Profiltiefe von mindestens 1,6 mm aufweisen.

Der Reifendruck bzw. die Reifendrücke müssen den Angaben für die Prüfmasse des Fahrzeugs entsprechen.

2.2.3. Vor den Messungen ist das Fahrzeug auf normale Betriebsbedingungen zu bringen, und zwar in Bezug auf:

2.2.3.1. Temperaturen,

2.2.3.2. Einstellung,

2.2.3.3. Kraftstoff,

2.2.3.4. Zündkerzen, Vergaser usw. (soweit erforderlich).

2.2.4. Hat das Fahrzeug mehr als zwei angetriebene Räder, so ist es so zu prüfen, wie es für den normalen Straßenbetrieb verwendet wird.

2.2.5. Ist das Fahrzeug mit automatisch gesteuerten Lüftern ausgestattet, so darf bei den Messungen nicht in die Schaltautomatik eingegriffen werden.

2.2.6. Ist das Fahrzeug mit einer Auspuffanlage ausgerüstet, die Faserwerkstoffe enthält, so muss die Auspuffanlage vor der Prüfung nach den Vorschriften des Anhanges 5 konditioniert werden.

3. MESSVERFAHREN

3.1. **Messung des Fahrgeräusches des Fahrzeuges**

3.1.1. *Allgemeine Prüfbedingungen (siehe Anlage, Abbildung 1)*

3.1.1.1. Auf jeder Fahrzeugseite sind mindestens zwei Messungen vorzunehmen. Es können vorher Messungen zu Einstellzwecken durchgeführt werden, die jedoch nicht berücksichtigt werden.

3.1.1.2. Das Mikrofon ist in einem Abstand von 7,5 m ± 0,2 m von der Bezugslinie CC' (Abbildung 1) der Fahrbahn in einer Höhe von 1,2 m ± 0,1m über dem Boden aufzustellen. Die Achse seiner größten Empfindlichkeit ist waagerecht anzuordnen; sie muss senkrecht zur Bahn des Fahrzeuges verlaufen (Linie CC').

3.1.1.3. Auf der Prüfstrecke sind zwei Linien (AA' und BB') parallel zur Linie PP' im Abstand von 10 m vor und hinter dieser Linie zu markieren.

Das Fahrzeug ist auf der Beschleunigungsstrecke geradeaus zu lenken, so dass die Längsmittelebene des Fahrzeuges möglichst nahe an der Linie CC' liegt, und entsprechend den nachstehenden Vorschriften mit gleichförmiger Geschwindigkeit an die Linie AA' heranzufahren. Sobald die vordere Fahrzeugbegrenzung die Linie AA' erreicht hat, ist die Drosseleinrichtung so schnell wie möglich voll zu öffnen und in dieser Stellung zu halten, bis die hintere Fahrzeugbegrenzung die Linie BB' passiert hat, und dann so schnell wie möglich wieder zu schließen.

3.1.1.4. Bei Sattelkraftfahrzeugen, die aus zwei untrennbaren Teilen bestehen und als ein Fahrzeug gelten, wird der Sattelanhänger für die Überschreitung der Linie BB' nicht berücksichtigt.

3.1.1.5. Der höchste A-bewertete Schallpegel in Dezibel (dB(A)) ist während der Fahrt des Fahrzeuges zwischen den Linien AA' und BB' zu messen. Dieser Wert gilt als Messergebnis.

3.1.2. *Bestimmung der Annäherungsgeschwindigkeit*

3.1.2.1. Verwendete Zeichen

Die in diesem Abschnitt verwendeten Zeichen haben folgende Bedeutung:

S: Motordrehzahl nach Anhang 1 Ziffer 5.4,

N_A: gleichförmige Motordrehzahl beim Heranfahren an die Linie AA',

V_A: gleichförmige Annäherungsgeschwindigkeit des Fahrzeuges an die Linie AA',

V_{max}: vom Fahrzeughersteller angegebene Höchstgeschwindigkeit.

3.1.2.2. Fahrzeuge ohne Schaltgetriebe

Bei Fahrzeugen ohne Schaltgetriebe oder ohne Schaltmöglichkeiten ist die gleichförmige Annäherungsgeschwindigkeit an die Linie AA' so zu wählen, dass folgende Werte eingehalten werden:

entweder $V_A = 50$ km/h

oder V_A entsprechend $N_A = 3/4$ S und $V_A \leq 50$ km/h

bei Fahrzeugen der Klasse M_1 und bei Fahrzeugen anderer Klassen als M_1, deren Motorleistung nicht mehr als 225 kW (ECE) beträgt,

oder V_A entsprechend $N_A = 1/2$ S und $V_A \leq 50$ km/h

bei Fahrzeugen, die nicht zur Klasse M_1 gehören und deren Motorleistung mehr als 225 kW (ECE) beträgt,

oder bei Fahrzeugen, die von einem Elektromotor angetrieben werden,

$$V_A = \frac{3}{4} V_{max} \text{ oder } V_A = 50 \text{ km/h},$$

je nachdem, welcher Wert niedriger ist.

3.1.2.3. Fahrzeuge mit handgeschaltetem Getriebe

3.1.2.3.1. Annäherungsgeschwindigkeit

Das Fahrzeug muss sich der Linie AA' mit einer konstanten Geschwindigkeit mit einer Toleranz von ± 1 km/h oder mit einer konstanten Motordrehzahl mit einer Toleranz von ± 2 % oder ± 50 min^{-1} (je nachdem, welcher Wert größer ist) so nähern, dass folgende Werte erreicht werden:

entweder V_A = 50 km/h

oder V_A entsprechend N_A = 3/4 S und $V_A \leq$ 50 km/h

bei Fahrzeugen der Klasse M_1 und bei Fahrzeugen anderer Klassen als M_1, deren Motorleistung nicht mehr als 225 kW (ECE) beträgt,

oder V_A entsprechend N_A = 1/2 S und $V_A \leq$ 50 km/h

bei Fahrzeugen, die nicht zur Klasse M_1 gehören und deren Motorleistung mehr als 225 kW (ECE) beträgt,

oder bei Fahrzeugen, die von einem Elektromotor angetrieben werden,

$$V_A = \frac{3}{4} V_{max} \text{ oder } V_A = 50 \text{ km/h},$$

je nachdem, welcher Wert niedriger ist.

3.1.2.3.2. Gangwahl

3.1.2.3.2.1. Fahrzeuge der Klassen M_1 und N_1 [1], die mit einem Schaltgetriebe mit nicht mehr als vier Vorwärtsgängen ausgerüstet sind, müssen im zweiten Gang geprüft werden.

3.1.2.3.2.2. Fahrzeuge der Klassen M_1 und N_1 [1], die mit einem Schaltgetriebe mit mehr als vier Vorwärtsgängen ausgerüstet sind, müssen nacheinander im zweiten und im dritten Gang geprüft werden. Aus den beiden Geräuschpegeln, die unter den genannten Bedingungen ermittelt wurden, ist das arithmetische Mittel zu bilden.

Fahrzeuge der Klasse M_1 mit mehr als vier Vorwärtsgängen und einer Höchstleistung des Motors von mehr als 140 kW (ECE), bei denen das Verhältnis von Höchstleistung zu zulässiger Gesamtmasse größer als 75 kW/t (ECE) ist, sind jedoch nur im dritten Gang zu prüfen, wenn beim Passieren der Linie BB' mit der hinteren Fahrzeugbegrenzung die Geschwindigkeit im dritten Gang mehr als 61 km/h beträgt.

Übersteigt während der Prüfung im zweiten Gang die Motordrehzahl den Wert S, bei dem der Motor seine Nennleistung erreicht, so muss die Prüfung mit einer reduzierten Annäherungsgeschwindigkeit und/oder einer in Schritten von 5 % des Wertes S reduzierten Motordrehzahl wiederholt werden, bis während der Prüfung die Motordrehzahl den Wert S nicht mehr überschreitet.

Wird die Motordrehzahl S bei einer der Leerlaufdrehzahl entsprechenden Annäherungsgeschwindigkeit noch erreicht, dann wird die Prüfung nur im dritten Gang durchgeführt; die entsprechenden Ergebnisse sind dann zu ermitteln.

3.1.2.3.2.3. Fahrzeuge, die nicht zu den Klassen M_1 und N_1 gehören und bei denen die Gesamtzahl der Vorwärtsgänge x beträgt (einschließlich der Gänge, die sich durch ein Zusatzgetriebe oder eine Schaltachse ergeben), sind nacheinander in den Gängen zu prüfen, die gleich oder größer als x/n sind [2] [3].

Die ersten Prüfungen sind in dem Gang x/n oder dem nächsthöheren Gang (wenn x/n keine ganze Zahl ist) durchzuführen. Die Prüfungen werden fortgesetzt, indem von dem Gang x/n in den nächsthöheren Gang hinaufgeschaltet wird.

Das Hinaufschalten der Gänge von x/n muss in dem Gang X beendet werden, in dem die Nenndrehzahl erreicht wird, kurz bevor die hintere Fahrzeugbegrenzung die Linie BB' passiert.

[1] Nach der Definition in Anhang 4 dieser Regelung.
[2] Dabei sind n = 2 bei Fahrzeugen, deren Motorleistung nicht mehr als 225 kW (ECE) beträgt, n = 3 bei Fahrzeugen, deren Motorleistung mehr als 225 kW (ECE) beträgt.
[3] Ergibt x/n keine ganze Zahl, so ist das nächsthöhere Übersetzungsverhältnis zu verwenden.

Berechnungsbeispiel für die Prüfungen: Bei einem Antrieb mit einem Achtganggetriebe und einem Zusatzgetriebe mit zwei Gängen gibt es 16 Vorwärtsgänge. Bei einem Motor mit 230 kW ist x/n = (8 × 2)/3 = 16/3 = 5 1/3. Die Prüfung beginnt im sechsten Gang (d. h. im sechsten von insgesamt 16 Gängen, wenn sowohl die Gänge des Hauptgetriebes als auch die des Zusatzgetriebes berücksichtigt werden), wird im siebten fortgesetzt und endet im Gang X.

Bei Fahrzeugen mit unterschiedlichen Gesamtübersetzungsverhältnissen wird der für den Fahrzeugtyp repräsentative Charakter des Prüffahrzeugs wie folgt festgestellt:

Wird der höchste Schallpegel zwischen den Gängen x/n und X erreicht, dann gilt das Fahrzeug als für seinen Typ repräsentativ.

Wird der höchste Schallpegel im Gang x/n erreicht, dann gilt das ausgewählte Fahrzeug nur für solche Fahrzeuge des Typs als repräsentativ, die bei x/n ein niedrigeres Gesamtübersetzungsverhältnis haben.

Wird der höchste Schallpegel im Gang X erreicht, dann gilt das ausgewählte Fahrzeug nur für solche Fahrzeuge des Typs als repräsentativ, die bei X ein höheres Gesamtübersetzungsverhältnis haben.

Das Fahrzeug gilt jedoch auch dann als für seinen Typ repräsentativ, wenn die Prüfungen auf Antrag des Herstellers in mehr als den vorgesehenen Gängen durchgeführt werden und der höchste Schallpegel zwischen dem niedrigsten und dem höchsten bei der Prüfung eingelegten Gang erreicht wird.

3.1.2.4. Fahrzeuge mit automatischem Getriebe [1]

3.1.2.4.1. Fahrzeuge ohne manuell betätigten Gangwahlhebel

3.1.2.4.1.1. Annäherungsgeschwindigkeit

Das Fahrzeug muss sich der Linie AA' mit verschiedenen gleichförmigen Geschwindigkeiten von 30 km/h, 40 km/h und 50 km/h oder mit 3/4 seiner Höchstgeschwindigkeit auf der Straße (wenn dieser Wert der kleinere ist) nähern.

Wenn das Fahrzeug mit einem Automatikgetriebe ausgestattet ist, das nicht nach dem in den folgenden Absätzen beschriebenen Verfahren geprüft werden kann, muss es bei verschiedenen Annäherungsgeschwindigkeiten, und zwar bei 30 km/h, 40 km/h und 50 km/h, oder bei 3/4 seiner vom Hersteller angegebenen Höchstgeschwindigkeit (wenn dieser Wert der kleinere ist) geprüft werden. Es ist die Prüfbedingung anzugeben, bei der der höchste Schallpegel gemessen wird.

3.1.2.4.2. Fahrzeuge mit manuell betätigtem Gangwahlhebel mit x Stellungen

3.1.2.4.2.1. Annäherungsgeschwindigkeit

Das Fahrzeug muss sich der Linie AA' mit einer konstanten Geschwindigkeit, die der niedrigeren der nachstehenden Geschwindigkeiten entspricht und eine Toleranz von ± 1 km/h aufweist, oder mit einer konstanten Motordrehzahl mit einer Toleranz von ± 2 % oder ± 50 min^{-1} (je nachdem, welcher Wert größer ist) so nähern, dass folgende Werte erreicht werden:

entweder V_A = 50 km/h

oder V_A entsprechend N_A = 3/4 S und $V_A \leq$ 50 km/h

bei Fahrzeugen der Klasse M_1 und bei Fahrzeugen anderer Klassen als M_1, deren Motorleistung nicht mehr als 225 kW (ECE) beträgt,

oder V_A entsprechend N_A = 1/2 S und $V_A \leq$ 50 km/h

bei Fahrzeugen, die nicht zur Klasse M_1 gehören und deren Motorleistung mehr als 225 kW (ECE) beträgt,

oder bei Fahrzeugen, die von einem Elektromotor angetrieben werden,

$$V_A = \frac{3}{4} V_{max} \text{ oder } V_A = 50 \text{ km/h},$$

je nachdem, welcher Wert niedriger ist.

[1] Alle mit automatischem Getriebe ausgestatteten Fahrzeuge.

Wenn jedoch bei Fahrzeugen mit mehr als zwei getrennten Gängen während der Prüfung das Getriebe automatisch in den ersten Gang heruntergeschaltet wird, kann dieses Herunterschalten nach Angabe des Herstellers nach Absatz 3.1.2.4.2.4 verhindert werden.

3.1.2.4.2.2. Stellung des manuell betätigten Gangwahlhebels

Die Prüfung ist mit der vom Hersteller empfohlenen Stellung des Gangwahlhebels für die Normalfahrt durchzuführen. Von außen beeinflusstes Zurückschalten (zum Beispiel „kickdown") ist auszuschließen.

3.1.2.4.2.3. Zusätzliche Gänge

Ist das Fahrzeug mit einem handgeschalteten Zusatzgetriebe oder einer Schaltachse ausgerüstet, so ist diejenige Stellung zu wählen, die einer normalen Stadtfahrt entspricht. In keinem Fall dürfen die besonderen Stellungen des Gangwahlhebels für Langsamfahrt, zum Einparken oder Bremsen benutzt werden.

3.1.2.4.2.4. Verhinderung des Herunterschaltens

Bei einigen Fahrzeugen mit Automatikgetriebe (zwei oder mehr getrennte Gänge) kann das Getriebe auf einen Gang heruntergeschaltet werden, der nach den Angaben des Herstellers normalerweise im Stadtfahrbetrieb nicht verwendet wird. Zu den im Stadtfahrbetrieb nicht verwendeten Gängen zählen ein Gang für Langsamfahrt, zum Einparken oder Bremsen. In diesen Fällen hat der Fahrzeugführer die Möglichkeit,

a) die Fahrzeuggeschwindigkeit v auf höchstens 60 km/h zu erhöhen, um das Herunterschalten zu verhindern,

b) die Fahrzeuggeschwindigkeit v auf 50 km/h zu halten und die Kraftstoffzufuhr zum Motor auf 95 % der Volllast-Fördermenge zu begrenzen; diese Bedingung gilt als erfüllt, wenn

   i) bei einem Fremdzündungsmotor der Drosselklappenwinkel 90 % des ganzen Öffnungswinkels beträgt,

   ii) bei einem Selbstzündungsmotor die Kraftstoffzufuhr zur Einspritzpumpe auf 90 % der maximalen Fördermenge begrenzt ist;

c) mit Hilfe einer elektronischen Steuerung zu verhindern, dass das Getriebe auf niedrigere Gänge als die nach den Angaben des Herstellers im Stadtfahrbetrieb normalerweise verwendeten heruntergeschaltet wird.

3.1.3. *Auswertung der Ergebnisse*

Die Messungen des Fahrgeräusches sind als gültig anzusehen, wenn der Unterschied zwischen zwei auf derselben Fahrzeugseite nacheinander vorgenommenen Messungen nicht mehr als 2 dB(A) beträgt [1].

Der dem höchsten Schallpegel entsprechende Wert ist festzuhalten. Übersteigt dieser Wert den zulässigen Grenzwert für die betreffende Fahrzeugklasse um mehr als 1 dB(A), dann ist eine zweite Messreihe mit je zwei Messungen bei der entsprechenden Mikrofonstellung durchzuführen. Hierbei müssen drei der vier bei dieser Stellung erhaltenen Messergebnisse innerhalb der vorgeschriebenen Grenzwerte liegen.

Um die Ungenauigkeit der Messgeräte zu berücksichtigen, sind die während der Messung von den Geräten abgelesenen Werte um 1dB(A) zu verringern.

3.2. **Geräuschmessung bei stehenden Fahrzeugen**

3.2.1. *Schallpegel in der Umgebung der Fahrzeuge*

Zur Erleichterung der späteren Überprüfung des Geräuschpegels von zugelassenen Fahrzeugen ist der Schallpegel in der Nähe der Mündung der Auspuffschalldämpferanlage nach den nachstehenden Vorschriften zu messen und das Messergebnis in den Prüfbericht für die Mitteilung nach Anhang 1 einzutragen.

[1] Die Abweichungen zwischen den Ergebnissen von aufeinander folgenden Fahrten können dadurch verringert werden, dass zwischen den Fahrten eine einminütige Pause mit dem Getriebe in Leerlaufstellung eingelegt wird, wodurch sich die Betriebstemperatur des Fahrzeugs stabilisiert.

3.2.2. *Akustische Messungen*

Für die Messungen ist ein Präzisions-Schallpegelmesser nach Absatz 1.1 dieses Anhangs zu verwenden.

3.2.3. *Prüfgelände — Umgebungsbedingungen (Abbildung 2)*

3.2.3.1. Die Messungen sind am stehenden Fahrzeug in einem Gelände durchzuführen, das dem für Messungen des Fahrgeräusches und somit den Vorschriften in Anhang 8 dieser Regelung entspricht.

3.2.3.2. Während der Prüfung darf sich mit Ausnahme des Prüfers und des Fahrzeugführers, deren Anwesenheit die Messung nicht beeinflussen darf, keine Person im Messbereich befinden.

3.2.4. *Störgeräusche und Windeinflüsse*

Durch Umgebungsgeräusche und Wind verursachte Anzeigewerte des Messgerätes müssen um mindestens 10 dB(A) niedriger sein als der zu messende Schallpegel. Am Mikrofon kann ein geeigneter Windschutz angebracht werden, sofern dessen Einfluss auf die Empfindlichkeit des Mikrofons berücksichtigt wird.

3.2.5. *Messverfahren*

3.2.5.1. Art und Zahl der Messungen

Der höchste Schallpegel, der in Dezibel nach der Bewertungskurve A (dB(A)) ausgedrückt wird, ist während des Betriebsablaufes nach Absatz 3.2.5.3.2.1 zu messen.

An jedem Messpunkt sind mindestens drei Messungen vorzunehmen.

3.2.5.2. Aufstellung und Vorbereitung des Fahrzeuges

Das Fahrzeug ist in der Mitte des Prüfgeländes aufzustellen, wobei sich der Gangwahlhebel in Leerlaufstellung befindet und die Kupplung eingerückt sein muss. Ist dies aufgrund der Bauart des Fahrzeuges nicht möglich, so ist es entsprechend den Angaben des Herstellers über die Prüfung des Motors bei stehendem Fahrzeug zu prüfen. Vor jeder Messreihe ist der Motor nach den Angaben des Herstellers auf normale Betriebsbedingungen zu bringen.

Ist das Fahrzeug mit automatisch gesteuerten Lüftern ausgestattet, so darf bei den Messungen des Schallpegels nicht in die Schaltautomatik eingegriffen werden.

3.2.5.3. Geräuschmessung im Nahfeld des Auspuffs (siehe Abbildung 2 der Anlage)

3.2.5.3.1. Anordnung des Mikrofons

3.2.5.3.1.1. Das Mikrofon ist in der Höhe der Mündung des Auspuffrohres aufzustellen, jedoch in keinem Fall niedriger als 0,2 m über dem Boden.

3.2.5.3.1.2. Das Mikrofon muss zur Auspuffmündung hin gerichtet sein und zu dieser einen Abstand von 0,5 m haben.

3.2.5.3.1.3. Die Achse der größten Empfindlichkeit des Mikrofons muss parallel zum Boden verlaufen und einen Winkel von 45° ± 10° zur senkrechten Ebene bilden, in der die Austrittsrichtung der Auspuffgase liegt. Die Anweisungen des Herstellers des Schallpegelmessers hinsichtlich dieser Achse sind zu beachten. In Bezug auf die senkrechte Ebene ist das Mikrofon so aufzustellen, dass der größte Abstand von der Längsmittelebene des Fahrzeuges erreicht wird; im Zweifelsfall ist die Stellung zu wählen, die den größten Abstand zwischen dem Mikrofon und dem Umriss des Fahrzeuges ergibt.

3.2.5.3.1.4. Bei Auspuffanlagen mit zwei oder mehr Mündungen, deren Abstand nicht größer als 0,3 m ist und die mit demselben Schalldämpfer verbunden sind, ist nur eine einzige Messung durchzuführen, wobei das Mikrofon auf die Mündung auszurichten ist, die der Fahrzeugaußenseite am nächsten liegt, oder falls dies nicht zutrifft, auf diejenige Mündung, die den größten Abstand zum Boden aufweist.

3.2.5.3.1.5. Bei Fahrzeugen mit senkrechtem Auspuffendrohr (z. B. bei Nutzfahrzeugen) ist das Mikrofon in der Höhe der Auspuffmündung anzuordnen. Die Mikrofonachse ist senkrecht und nach oben zu richten. Das Mikrofon muss sich in einer Entfernung von 0,5 m von der der Auspuffmündung am nächsten gelegenen Fahrzeugseite befinden.

3.2.5.3.1.6. Bei Auspuffanlagen mit Mündungen, deren Abstand voneinander mehr als 0,3 m beträgt, ist für jede Mündung eine Messung vorzunehmen, als ob es sich um einzelne, getrennte Mündungen handelte, wobei der größte gemessene Wert festzuhalten ist.

3.2.5.3.2. Betriebsbedingungen des Motors

3.2.5.3.2.1. Bei Fremdzündungs- und bei Dieselmotoren ist die Drehzahl konstant auf 3/4 S zu halten.

3.2.5.3.2.2. Nach Erreichen dieser konstanten Drehzahl ist die Drosseleinrichtung schnell wieder in die Leerlaufstellung zu bringen. Der Geräuschpegel ist während dieses Betriebsablaufes zu messen, der ein kurzzeitiges Halten der konstanten Drehzahl sowie die gesamte Dauer des Drehzahlabfalls umfasst, wobei der höchste Anzeigewert des Messgerätes als Prüfergebnis gilt.

3.2.6. *Ergebnisse*

3.2.6.1. Die Messwerte sind am Messgerät abzulesen und auf den nächstliegenden ganzzahligen Wert in Dezibel zu runden.

Es sind nur die Messwerte zu berücksichtigen, die bei drei aufeinander folgenden Messungen erzielt wurden und nicht um mehr als 2 dB(A) voneinander abweichen.

3.2.6.2. Als Prüfergebnis gilt der größte der drei Messwerte.

Anlage zu Anhang 3

Anordnung für die Messung des Fahrgeräusches

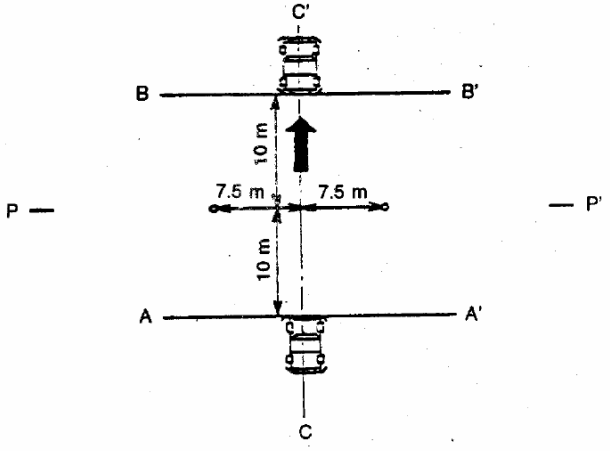


Abbildung 1
Anordnung für die Messung des Standgeräusches
(Beispiele)

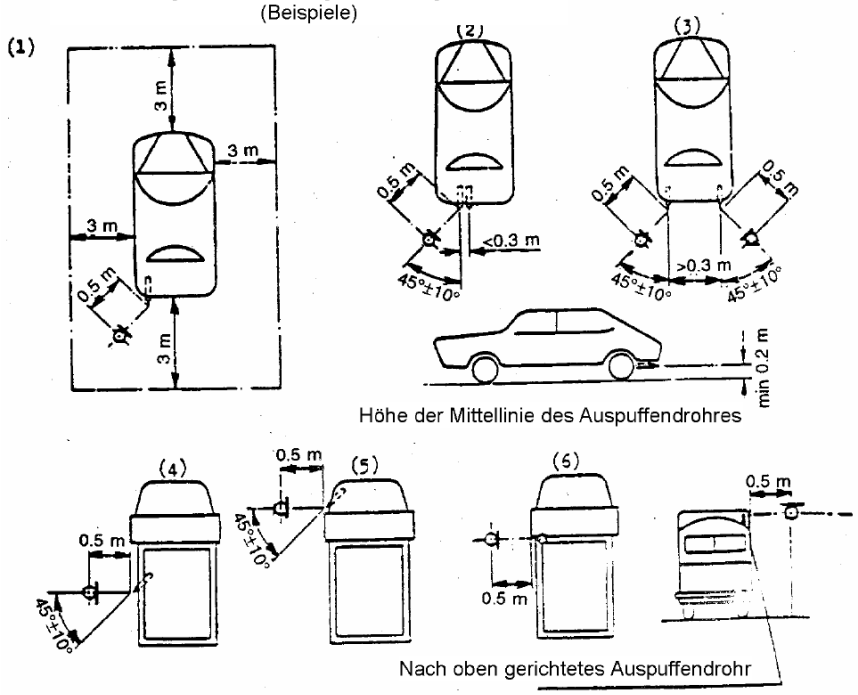


Abbildung 2

ANHANG 4

FAHRZEUGKLASSEN [1]

1. KLASSE L

(fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Regelung)

2. KLASSE M — KRAFTFAHRZEUGE ZUR PERSONENBEFÖRDERUNG MIT MINDESTENS VIER RÄDERN

2.1. Klasse M_1: Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit höchstens acht Sitzen (außer dem Fahrersitz),

2.2. Klasse M_2: Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzen (außer dem Fahrersitz) und einer Höchstmasse bis zu 5 t,

2.3. Klasse M_3: Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzen (außer dem Fahrersitz) und einer Höchstmasse von mehr als 5 t.

2.4. Fahrzeuge der Klassen M_2 und M_3 gehören zu einer der drei nachstehenden Kategorien:

2.4.1. Kategorie I „Stadtbus": Ein Fahrzeug dieser Kategorie hat Sitze und Plätze für stehende Fahrgäste.

2.4.2. Kategorie II „Überlandbus": In einem Fahrzeug dieser Kategorie können Plätze für stehende Fahrgäste vorgesehen sein, allerdings nur im Mittelgang.

2.4.3. Kategorie III „Reisebus": In einem Fahrzeug dieser Kategorie sind keine Plätze für stehende Fahrgäste vorgesehen.

2.5. Bemerkungen:

2.5.1. „Gelenkbus" ist ein Fahrzeug, das aus zwei oder mehr starren Teilen besteht, die gelenkig miteinander verbunden sind; die Fahrgasträume der Teile sind miteinander verbunden, so dass die Fahrgäste ungehindert von einem Teil in den anderen gelangen können; die starren Teile sind dauerhaft miteinander verbunden, so dass sie nur mit Hilfe von Einrichtungen getrennt werden können, die gewöhnlich nur in einer Werkstatt vorhanden sind.

2.5.2. Gelenkbusse mit zwei oder mehr untrennbar, aber gelenkig miteinander verbundenen Teilen gelten als Einzelfahrzeuge.

2.5.3. Bei einem Zugfahrzeug, das mit einem Sattelanhänger verbunden wird (Sattelzugmaschine), ist die bei der Klasseneinteilung des Fahrzeuges zu berücksichtigende Masse die Masse des betriebsbereiten Zugfahrzeuges, erhöht um die Masse, die der größten statischen Vertikallast entspricht, die vom Sattelanhänger auf das Zugfahrzeug übertragen wird, sowie gegebenenfalls um die höchste Masse der Ladung des Zugfahrzeuges.

3. KLASSE N — KRAFTFAHRZEUGE ZUR GÜTERBEFÖRDERUNG MIT MINDESTENS VIER RÄDERN

3.1. Klasse N_1: Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer Höchstmasse bis zu 3,5 t,

3.2. Klasse N_2: Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer Höchstmasse von mehr als 3,5 t, aber nicht mehr als 12 t,

3.3. Klasse N_3: Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer Höchstmasse von mehr als 12 t.

3.4. Bemerkungen:

3.4.1. Bei einem Zugfahrzeug, das mit einem Sattelanhänger verbunden wird (Sattelzugmaschine), ist die bei der Klasseneinteilung des Fahrzeuges zu berücksichtigende Masse die Masse des betriebsbereiten Zugfahrzeuges, erhöht um die Masse, die der größten statischen Vertikallast entspricht, die vom Sattelanhänger auf das Zugfahrzeug übertragen wird, sowie gegebenenfalls um die höchste Masse der Ladung des Zugfahrzeuges.

3.4.2. Ausrüstungen und Einrichtungen bestimmter Spezialfahrzeuge (Kranfahrzeuge, Werkstattfahrzeuge, Reklamefahrzeug usw.) sind der Ladung gleichgestellt.

---

[1] Entsprechend der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) (TRANS/SC1/WP29/78/Amend.3, Anhang 7).

ANHANG 5

AUSPUFFANLAGEN MIT FASERWERKSTOFFEN

1. Beim Bau von Schalldämpfern dürfen Faserwerkstoffe nur verwendet werden, wenn durch entsprechende Maßnahmen bei der Konstruktion bzw. Fertigung gewährleistet ist, dass der Wirkungsgrad eine Einhaltung der in Absatz 6.2.2 dieser Regelung festgelegten Grenzen im Straßenverkehr ermöglicht. Ein derartiger Schalldämpfer gilt als im Straßenverkehr wirksam, wenn die Auspuffgase nicht mit den Faserwerkstoffen in Berührung kommen oder wenn der Schalldämpfer des Fahrzeug-Prototyps, der nach den Vorschriften der Absätze 3.1 und 3.2 dieser Regelung geprüft wird, vor den Schallmessungen in den für den Straßenbetrieb normalen Zustand gebracht worden ist. Dies kann geschehen durch eines der in den Absätzen 1.1, 1.2 und 1.3 beschriebenen drei Verfahren oder durch Entfernung der Faserwerkstoffe aus dem Schalldämpfer.

1.1. **Dauerbetrieb über 10 000 km auf der Straße**

1.1.1. Bei diesem Betrieb ist etwa die Hälfte im Stadtverkehr und die andere Hälfte im Fernverkehr und bei hoher Geschwindigkeit zu fahren; der Straßendauerbetrieb kann durch ein entsprechendes Programm auf einer Prüfstrecke ersetzt werden.

1.1.2. Zwischen den beiden Geschwindigkeitsbereichen ist nach Möglichkeit mehrere Male zu wechseln.

1.1.3. Das gesamte Prüfprogramm muss mindestens zehn Unterbrechungen enthalten, von denen jede mindestens drei Stunden dauert, damit die Auswirkungen der Abkühlung und einer möglichen Kondensation erfasst werden können.

1.2. **Konditionierung auf einem Prüfstand**

1.2.1. Die Auspuffanlage oder Teile davon sind mit ihren Serienbauteilen nach den Anweisungen des Fahrzeugherstellers an das Fahrzeug nach Absatz 3.3 dieser Regelung oder den Motor nach Absatz 3.4 dieser Regelung anzubauen. Im ersten Fall muss das Fahrzeug auf einem Rollenprüfstand stehen. Im zweiten Fall muss der Motor an einen Leistungsprüfstand angeschlossen sein.

1.2.2. Die Prüfungen sind in sechs Reihen von je sechsstündiger Dauer durchzuführen mit einer Unterbrechung von mindestens zwölf Stunden zwischen jeder einzelnen Prüfreihe, damit die Abkühlungswirkung und etwaige Kondensationseffekte erfasst werden können.

1.2.3. Innerhalb jeder sechsstündigen Prüfreihe ist der Motor auf folgende Betriebsbedingungen einzustellen:

1. fünf Minuten im Leerlauf,
2. eine Stunde bei Viertellast mit 3/4 der Nennleistungsdrehzahl S,
3. eine Stunde bei Halblast mit 3/4 der Nennleistungsdrehzahl S,
4. zehn Minuten bei Volllast mit 3/4 der Nennleistungsdrehzahl S,
5. fünfzehn Minuten bei Halblast mit Nennleistungsdrehzahl S,
6. dreißig Minuten bei Viertellast mit Nennleistungsdrehzahl S.

Gesamtdauer der sechs Abschnitte: drei Stunden.

Jede Prüfreihe umfasst zwei Gruppen der oben genannten sechs Abschnitte.

1.2.4. Während der Prüfung darf der Schalldämpfer nicht durch einen künstlichen Luftstrom zur Simulation der am Fahrzeug auftretenden Luftbewegung gekühlt werden.

Auf Verlangen des Herstellers darf jedoch eine Kühlung zugelassen werden, wodurch vermieden werden soll, dass die Eintrittstemperatur der Abgase in den Schalldämpfer überschritten wird, die bei dem mit Höchstgeschwindigkeit fahrenden Fahrzeug auftritt.

1.3. **Konditionierung durch Druckschwingungen**

1.3.1. Die Auspuffanlage oder Teile dieser Anlage werden an das Fahrzeug nach Absatz 3.3 dieser Regelung oder an einen Motor nach Absatz 3.4 dieser Regelung montiert. Im ersten Fall wird das Fahrzeug auf einen Rollenprüfstand gebracht.

Im zweiten Fall wird der Motor auf einen Leistungsprüfstand gebracht. Die Prüfeinrichtung, deren Aufbau in Abbildung 3 in der Anlage zu diesem Anhang schematisch dargestellt ist, wird an die Mündung der Auspuffanlage angeschlossen. Andere Einrichtungen, die vergleichbare Ergebnisse liefern, sind zulässig.

1.3.2. Die Prüfeinrichtung muss so eingestellt werden, dass der Durchfluss der Abgase durch das Schnellschlussventil für 2 500 Zyklen abwechselnd gesperrt und freigegeben wird.

1.3.3. Das Ventil muss sich öffnen, wenn der mindestens 100 mm hinter dem Eintrittsflansch gemessene Abgasgegendruck einen Wert zwischen 0,35 bar und 0,40 bar erreicht. Es muss sich schließen, wenn dieser Gegendruck sich um nicht mehr als 10 % von dem Wert des bei offenem Ventil gemessenen stabilisierten Gegendruckes unterscheidet.

1.3.4 Das Zeitrelais muss auf die Dauer des sich aus 1.3.3 ergebenden Gasausstoßes eingestellt werden.

1.3.5. Die Motordrehzahl muss bei 75 % der Nennleistungsdrehzahl S liegen.

1.3.6. Die von dem Dynamometer aufgenommene Leistung muss 50 % der Nennleistung bei 75 % der Drehzahl S betragen.

1.3.7. Etwa vorhandene Ablauföffnungen müssen während der Prüfung verschlossen werden.

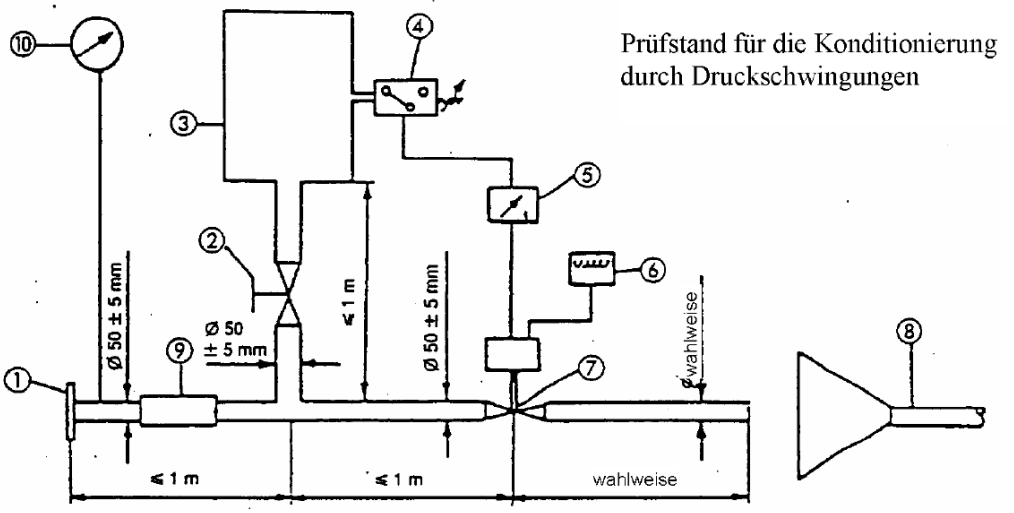
1.3.8. Die Prüfung muss innerhalb von 48 Stunden beendet sein.

Sind Abkühlungsperioden erforderlich, so darf eine solche nach jeder Stunde eingelegt werden.

Anlage zu Anhang 5

Abbildung 3

Prüfstand für die Konditionierung durch Druckschwingungen



1. Einlassflansch oder -muffe, die mit der Mündung der zu prüfenden Auspuffanlage zu verbinden ist.
2. Handbetätigtes Regelventil.
3. Ausgleichsbehälter mit einem maximalen Fassungsvermögen von 40 l und einer Fülldauer von mindestens einer Sekunde.
4. Druckschalter mit einem Funktionsbereich von 0,05 bar bis 2,5 bar.
5. Zeitrelais.
6. Impulszähler.
7. Schnellschlussventil in der Art eines Ventils einer Auspuffbremse mit einem Strömungsdurchmesser von 60 mm und einem Druckluftzylinder mit einer Reaktionskraft von 120 N bei 4 bar. Die Ansprechzeit beim Öffnen und Schließen darf 0,5 s nicht übersteigen.
8. Abgasabführung.
9. Flexibler Schlauch.
10. Manometer für den Abgasgegendruck.

ANHANG 6

DRUCKLUFTGERÄUSCH

1. MESSVERFAHREN

Die Messung erfolgt bei den Mikrofonstellungen 2 und 6 gemäß Abbildung 1 am stehenden Fahrzeug. Der höchste A-bewertete Geräuschpegel wird während des Abblasens des Druckreglers und des Entlüftungsvorganges nach Benutzung der Betriebs- und der Feststellbremse aufgezeichnet.

Das Geräusch während des Abblasens des Druckreglers wird im Leerlauf gemessen. Das Entlüftungsgeräusch wird während der Betätigung der Betriebsbremse und der Feststellbremse aufgezeichnet; vor jeder Messung ist die Druckluftanlage auf den höchstzulässigen Betriebsdruck zu bringen und der Motor dann abzuschalten.

2. AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE

Bei allen Mikrofonstellungen werden zwei Messungen vorgenommen. Um Ungenauigkeiten der Messgeräte auszugleichen, wird der am Gerät abgelesene Wert um 1 dB(A) reduziert; dieser reduzierte Wert gilt als Messergebnis. Die Ergebnisse sind gültig, wenn der Unterschied zwischen den Messungen bei einer Mikrofonstellung nicht größer als 2 dB(A) ist. Als Prüfergebnis gilt der höchste gemessene Wert. Übersteigt dieser Wert den Geräuschgrenzwert um 1 dB(A), so sind zwei weitere Messungen bei der entsprechenden Mikrofonstellung vorzunehmen. In diesem Fall müssen drei der vier bei dieser Stellung erzielten Messergebnisse den vorgeschriebenen Grenzwert einhalten.

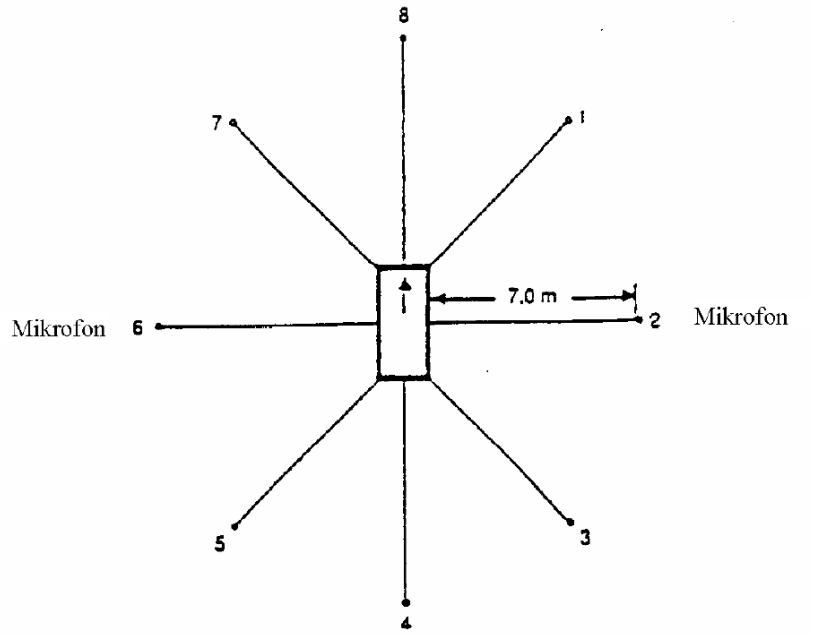
3. GRENZWERT

Der Schallpegel darf den Grenzwert von 72 dB(A) nicht übersteigen.

Anlage zu Anhang 6

Abbildung 1

Anordnung des Mikrofons bei der Messung des Druckluftgeräusches



Die Messung erfolgt am stehenden Fahrzeug gemäß Abbildung 1, wobei zwei Mikrofonstellungen jeweils im Abstand von 7 m vom Fahrzeugumriss und 1,2 m über dem Boden angewendet werden.

ANHANG 7

KONTROLLE DER ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

1. ALLGEMEINES

Diese Vorschriften entsprechen den Bedingungen für die Prüfung zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion nach 8.3.5 und 8.4.3.

2. PRÜFVERFAHREN

Das Prüfgelände und die Messgeräte sind in Anhang 3 beschrieben.

2.1. An dem (den) zu prüfenden Fahrzeug(en) wird die Prüfung des Fahrgeräusches nach Absatz 3.1 in Anhang 3 durchgeführt.

2.2. **Druckluftgeräusch**

An Fahrzeugen, deren Höchstmasse mehr als 2 800 kg beträgt und die mit Druckluftanlagen ausgerüstet sind, ist eine zusätzliche Prüfung nach Anhang 6 Absatz 1 durchzuführen, bei der das Druckluftgeräusch gemessen wird.

3. AUSWAHL

Es wird ein Fahrzeug ausgewählt. Wird nach der Prüfung nach Absatz 4.1 festgestellt, dass das Fahrzeug den Vorschriften dieser Regelung nicht entspricht, so sind zwei weitere Fahrzeuge zu prüfen.

4. BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

4.1. Überschreitet der Geräuschpegel des nach den Absätzen 1 und 2 geprüften Fahrzeuges bei der Messung nach Absatz 2.1 den in Absatz 6.2.2 dieser Regelung vorgeschriebenen Grenzwert und bei der Messung nach Absatz 2.2 den in Anhang 6 Absatz 3 vorgeschriebenen Grenzwert nicht um mehr als 1 dB(A), so entspricht der Fahrzeugtyp den Vorschriften dieser Regelung.

4.2. Entspricht das nach Absatz 4.1 geprüfte Fahrzeug nicht den Vorschriften dieses Absatzes, so müssen zwei weitere Fahrzeuge desselben Typs nach den Vorschriften der Absätze 1 und 2 geprüft werden.

4.3 Übersteigt der Geräuschpegel des zweiten und/oder des dritten Fahrzeuges gemäß Absatz 4.2 die Grenzwerte nach Absatz 6.2.2 dieser Regelung um mehr als 1 dB(A), so entspricht der Fahrzeugtyp nicht den Vorschriften dieser Regelung, und der Hersteller muss die erforderlichen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Übereinstimmung treffen.

ANHANG 8

VORSCHRIFTEN FÜR DAS PRÜFGELÄNDE

1. EINLEITUNG

Dieser Anhang enthält die Vorschriften für die physikalischen Merkmale und die Beschaffenheit der Prüfstrecke. In diesen Vorschriften, die auf einer besonderen Norm [1] basieren, sind die vorgeschriebenen physikalischen Merkmale und die Prüfverfahren für diese Merkmale dargestellt.

2. ERFORDERLICHE MERKMALE DER DECKSCHICHT

Eine Deckschicht gilt dann als dieser Vorschrift entsprechend, wenn sie die Konstruktionsanforderungen (Absatz 3.2) erfüllt und die ermittelten Messwerte für Struktur und Hohlraumgehalt bzw. Schallabsorptionskoeffizienten allen Anforderungen der Absätze 2.1 bis 2.4 entsprechen.

2.1. **Resthohlraumgehalt**

Der Resthohlraumgehalt V_c der Deckschicht der Prüfstrecke darf höchstens 8 % betragen. Näheres zum Messverfahren siehe Absatz 4.1.

2.2. **Schallabsorptionskoeffizient**

Erfüllt die Deckschicht die Anforderung für den Resthohlraumgehalt nicht, so ist sie nur dann annehmbar, wenn der Schallabsorptionskoeffizient $\alpha \leq 0{,}10$ ist. Näheres zum Messverfahren siehe Absatz 4.2. Die Anforderungen der Absätze 2.1 und 2.2 gelten auch dann als erfüllt, wenn nur der Schallabsorptionskoeffizient bestimmt und hierbei ein Wert $\alpha \leq 0{,}10$ ermittelt wurde.

Anmerkung: Das wichtigste Merkmal ist die Schallabsorption, wenn auch unter Straßenbaufachleuten der Resthohlraumgehalt bekannter ist. Die Schallabsorption muss jedoch nur dann gemessen werden, wenn die Deckschicht den Anforderungen für den Hohlraumgehalt nicht entspricht. Das wird damit begründet, dass das letztgenannte Merkmal mit ziemlich großen Unsicherheiten sowohl hinsichtlich der Messungen als auch der Auswirkung verbunden ist und einige Deckschichten daher irrtümlicherweise abgelehnt werden könnten, wenn nur die Messung des Hohlraumgehaltes zugrunde gelegt würde.

2.3. **Strukturtiefe**

Die nach dem volumetrischen Verfahren (siehe Absatz 4.3) ermittelte Strukturtiefe TD muss folgendem Wert entsprechen:

$TD \geq 0{,}4$ mm

2.4. **Deckschichthomogenität**

Es ist mit allen Mitteln sicherzustellen, dass die Deckschicht innerhalb des Prüffeldes möglichst homogen ausfällt. Dies betrifft die Struktur und den Hohlraumgehalt, aber es ist auch zu beachten, dass bei stellenweise intensiverem Walzen Gleichmäßigkeitsschwankungen in der Struktur auftreten können, die auch zu Unebenheiten führen.

2.5. **Kontrollintervalle**

Um zu überprüfen, ob die Deckschicht nach wie vor den Anforderungen dieser Regelung für Struktur und Hohlraumgehalt oder Schallabsorption entspricht, ist die Fläche regelmäßig in folgenden Zeitabständen zu kontrollieren:

a) Resthohlraumgehalt oder Schallabsorption:

im Neuzustand;

erfüllt die Deckschicht die Anforderungen im Neuzustand, so ist keine weitere regelmäßige Kontrolle erforderlich. Es besteht die Möglichkeit, dass die Deckschicht diese Anforderungen zwar nicht im Neuzustand erfüllt, diese aber zu einem späteren Zeitpunkt aufgrund allmählicher Zusetzung und Verdichtung erfüllt werden.

[1] ISO 10844: 1994.

b) Strukturtiefe (TD):

im Neuzustand;

bei Beginn der Prüfung des Geräuschpegels (*NB*: nicht vor vier Wochen nach dem Einbau);

anschließend alle zwölf Monate.

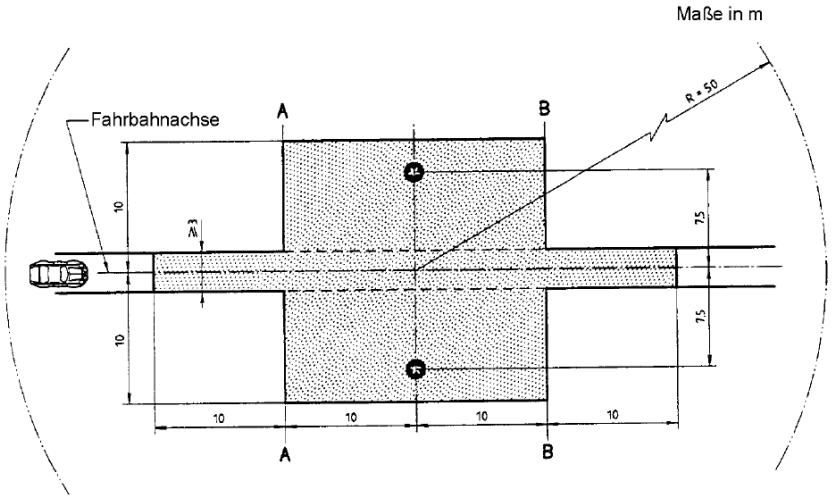
3. GESTALTUNG DER PRÜFSTRECKE

3.1. **Fläche**

Bei der Gestaltung und dem Bau der Prüfstrecke ist es wichtig sicherzustellen, dass mindestens der Fahrstreifen für die Fahrzeuge und die für einen sicheren und praxisgerechten Fahrbetrieb erforderlichen Seitenflächen die geforderte Deckschicht aufweisen. Dies erfordert eine Fahrbahnbreite von mindestens 3 m und eine Fahrbahnlänge nach jeder Seite über die Linien AA und BB hinaus von mindestens 10 m. Abbildung 1 zeigt ein geeignetes Prüfgelände unter Angabe der Mindestfläche für die Prüfstrecke, auf der die geforderte Deckschicht maschinell aufgebracht und verdichtet werden muss. Nach Anhang 3 Absatz 3.1.1.1 sind Messungen an jeder Fahrzeugseite vorzunehmen. Dabei können die Messungen entweder mit zwei Mikrofonstellungen (eine auf jeder Seite der Strecke) bei Fahrt in eine Richtung oder mit einem Mikrofon auf nur einer Seite der Strecke durchgeführt werden, wobei das Fahrzeug allerdings in zwei Richtungen gefahren wird. Bei diesem zweiten Verfahren brauchen die Anforderungen an die Deckschicht auf der Seite der Strecke, auf der sich kein Mikrofon befindet, nicht eingehalten zu werden.

Abbildung 1

Mindestanforderungen für die Prüfstrecke. Der schattierte Bereich wird als „Prüffeld" bezeichnet.



Zeichenerklärung: Mindestfläche, die mit der geforderten Deckschicht auszuführen ist; entspricht Prüffeld

Mikrofone (Höhe 1,2 m)

Anmerkung: Es dürfen sich keine großen Schall reflektierenden Gegenstände innerhalb dieses Radius befinden.

3.2. **Beschaffenheit und Vorbereitung der Deckschicht**

3.2.1. *Mindestanforderungen an die Beschaffenheit*

Die Deckschicht muss vier Anforderungen genügen:

3.2.1.1. Sie muss aus verdichtetem Asphaltbeton sein.

3.2.1.2. Die maximale Splittkorngröße muss 8 mm betragen (mit Toleranz zwischen 6,3 mm und 10 mm).

3.2.1.3. Die Dicke der Deckschicht muss ≥ 30 mm dick sein.

3.2.1.4. Das Bindemittel muss aus einem Bitumen ohne Modifikation und unverändertem Penetrationswert bestehen.

3.2.2. *Richtlinien für die Zusammensetzung*

Als Vorgabe für die Zusammensetzung ist in Abbildung 2 eine Kornverteilungskurve der Zuschlagsstoffe mit den geforderten Kennwerten dargestellt. Tabelle 1 enthält darüber hinaus verschiedene Richtwerte zur Erzielung der gewünschten Beschaffenheit und der Haltbarkeit. Für die Kornverteilungskurve gilt folgende Formel:

$$P\ (\%\ \text{Siebdurchgang}) = 100 \times (d/d_{max})^{1/2}$$

Dabei ist

d = Maschenweite des Quadratlochmaschensiebs in mm,

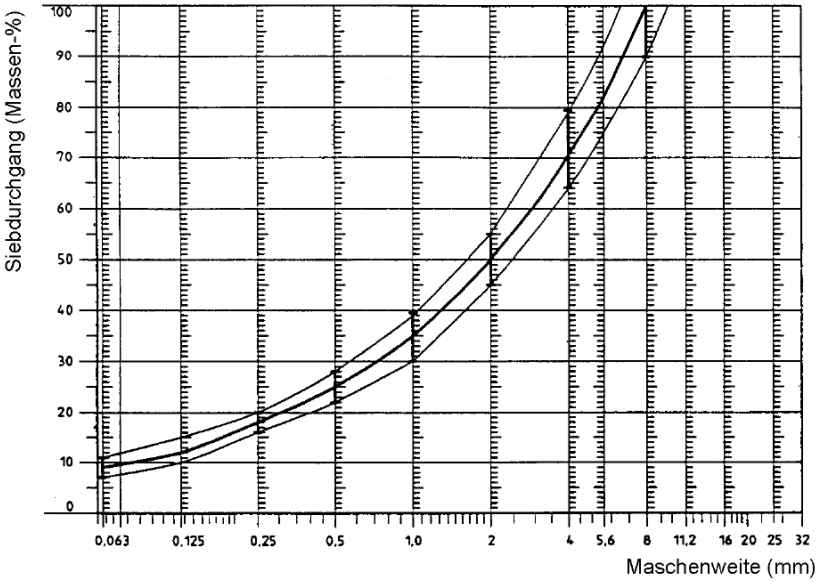
d_{max} = 8 mm für die Sollkurve,

d_{max} = 10 mm für die untere Toleranzkurve,

d_{max} = 6,3 mm für die obere Toleranzkurve.

Abbildung 2

Kornverteilungskurve der Mineralstoffe für das Asphaltmischgut, mit Toleranzen



Darüber hinaus sind folgende Empfehlungen zu beachten:

a) Der Sandanteil (0,063 mm < Maschenweite des Quadratmaschensiebs < 2 mm) darf höchstens 55 % Natursand und muss mindestens 45 % Brechsand enthalten.

b) Die Tragschicht und der Unterbau müssen entsprechend dem Stand der Straßenbautechnik eine gute Verformungsstabilität und Ebenheit gewährleisten.

c) Es ist Edelsplitt (100 % ig gebrochene Oberfläche) zu verwenden aus Material mit hoher Bruchfestigkeit.

d) Der für das Asphaltmischgut zu verwendende Splitt ist zu waschen.

e) Die Oberfläche darf nicht zusätzlich mit Splitt abgestreut werden.

f) Der Penetrationswert des Bindemittels muss je nach den klimatischen Verhältnissen des betreffenden Landes 40—60, 60—80 oder sogar 80—100 betragen. In der Regel ist der Härtegrad des Bindemittels entsprechend der üblichen Praxis jedoch möglichst hoch zu wählen.

g) Die Temperatur der Mischung vor dem Walzen ist so zu wählen, dass durch den nachfolgenden Walzvorgang der geforderte Hohlraumgehalt erzielt wird. Die Wahrscheinlichkeit einer Übereinstimmung mit den Anforderungen der Absätze 2.1 bis 2.4 lässt sich dadurch erhöhen, dass der Verdichtungsgrad nicht nur in Abhängigkeit von der Wahl der Mischungstemperatur, sondern auch von der Anzahl der Walzgänge und von der Wahl des Verdichtungsgerätes gesehen wird.

Tabelle 1

Richtlinien für die Beschaffenheit

	Sollwerte		Toleranzen
	Bezogen auf Gesamtmasse der Mischung	Bezogen auf Masse der Zuschlagstoffe	
Kornanteil Splitt, Maschensieb (SM) > 2 mm	47,6 %	50,5 %	± 5
Kornanteil Sand 0,063 < SM < 2 mm	38,0 %	40,2 %	± 5
Kornanteil Feinteile SM < 0,063 mm	8,8 %	9,3 %	± 2
Bindemittelgehalt (Bitumen)	5,8 %	N.A.	± 0,5
Maximale Splittkorngröße	8 mm		6,3—10
Bindemittelhärte	(see para 3.2.2. (f))		
Polierwiderstand (PSV)	> 50		
Verdichtungsgrad bezogen auf MARSHALL-Verdichtungsgrad	98 %		

4. PRÜFVERFAHREN

4.1. **Messung des Resthohlraumgehaltes**

Für die Messung sind an mindestens vier verschiedenen Stellen der Prüfstrecke, die zwischen den Linien AA und BB (siehe Abbildung 1) des Prüffeldes gleichmäßig verteilt sind, Bohrkerne zu entnehmen. Zur Vermeidung ungleichmäßiger und unebener Stellen in den Radspuren sollten die Bohrkerne nicht in den eigentlichen Radspuren, sondern in deren Nähe entnommen werden. Es sollten (mindestens) zwei Bohrkerne in der Nähe der Radspuren und (mindestens) ein Bohrkern auf halber Strecke zwischen den Radspuren und jedem Mikrofonstandort entnommen werden.

Falls der Verdacht besteht, dass die Bedingungen der Homogenität nicht erfüllt sind (siehe Absatz 2.4), werden an weiteren Stellen des Prüffeldes Proben entnommen.

An jedem Bohrkern ist der Resthohlraumgehalt zu bestimmen; die erzielten Werte werden gemittelt und mit der Anforderung des Absatzes 2.1 verglichen. Ein einzelner Bohrkern darf einen Hohlraumgehalt von maximal 10 % aufweisen. Beim Bau der Prüfstrecke sind die Probleme zu berücksichtigen, die sich bei der Entnahme von Bohrkernen stellen können, wenn die Prüfstrecke mittels Rohrleitungen oder elektrischen Drähten beheizt wird. Diese Einbauten müssen unter Beachtung der zukünftigen Probenahmeorte sorgfältig geplant werden. Es empfiehlt sich, einige Stellen (Abmessung ca. 200 mm × 300 mm) von Drähten und Rohrleitungen freizulassen oder diese so tief zu verlegen, dass sie bei der Entnahme der Bohrkerne aus der Deckschicht nicht beschädigt werden.

4.2. **Schallabsorptionskoeffizient**

Der Schallabsorptionskoeffizient (Senkrechteinfall) ist nach dem Impedanzrohrverfahren gemäß ISO 10534-1: „Akustik — Bestimmung des Schallabsorptionskoeffizienten und der Schallimpedanz nach dem Impedanzrohrverfahren" [1] zu ermitteln.

Für die Probekörperentnahme gelten dieselben Regelungen, wie sie für die Bohrkernentnahme zur Bestimmung des Resthohlraumgehaltes festgelegt sind (siehe Absatz 4.1). Die Schallabsorption ist zwischen 400 Hz und 800 Hz sowie zwischen 800 Hz und 1 600 Hz (mindestens bei den Mittelfrequenzen der Dritteloktavbänder) zu messen, wobei für beide Frequenzbereiche die Maximalwerte festzustellen sind. Das Prüfergebnis erhält man durch Mittelung dieser Maximalwerte aller Prüfkörper.

4.3. **Messung der volumetrischen Makrotextur**

Im Sinne dieser Anforderung ist die Strukturtiefe an mindestens zehn gleichmäßig entlang den Radspuren der Prüfstrecke verteilten Stellen festzustellen und der Durchschnittswert dann mit der vorgegebenen Mindeststrukturtiefe zu vergleichen. Zur Beschreibung des Vorgangs siehe die Norm ISO 10844:1994.

5. ZEITLICHE WIRKSAMKEIT

5.1. **Auswirkung der Alterung**

Ähnlich wie bei jeder anderen Straßendeckschicht ist davon auszugehen, dass der an der Deckschicht gemessene Geräuschpegel für das Abrollgeräusch der Reifen auf der Fahrbahn während der ersten sechs bis zwölf Monate nach dem Bau der Prüfstrecke möglicherweise leicht ansteigt.

Die Prüfstrecke erreicht die geforderten Merkmale frühestens vier Wochen nach dem Bau. Die Alterung wirkt sich auf das Fahrgeräusch von Lastkraftwagen in der Regel weniger aus als auf das Fahrgeräusch von Personenkraftwagen.

Die zeitliche Wirksamkeit wird im Wesentlichen durch die polierende, verdichtende Wirkung der Fahrzeuge bestimmt, die die Prüffläche befahren. Sie ist gemäß Absatz 2.5 regelmäßig zu kontrollieren.

5.2. **Wartung der Deckschicht**

Lose Teile oder Staub, durch die sich die wirksame Strukturtiefe nachhaltig verringern kann, sind zu entfernen. In Ländern mit winterlichem Klima wird zuweilen Streusalz zur Enteisung verwendet. Salz kann die Oberflächenmerkmale der Deckschicht vorübergehend oder sogar auf Dauer verändern und zu einem Ansteigen des Geräuschpegels führen. Von der Verwendung von Streusalz wird daher abgeraten.

5.3. **Instandsetzung des Prüffeldes**

Falls die Prüfstrecke instand gesetzt werden muss, ist es in der Regel nicht erforderlich, mehr als den eigentlichen Fahrstreifen (Breite 3 m, siehe Abbildung 1) auszubessern, sofern das Prüffeld außerhalb des Fahrstreifens die Anforderung hinsichtlich des Resthohlraumgehaltes bzw. der Schallabsorption bei der Messung erfüllt.

6. AUFZEICHNUNGEN ZUR DECKSCHICHT UND ZU DEN DURCHGEFÜHRTEN PRÜFUNGEN

6.1. **Aufzeichnungen zur Deckschicht**

In einem Dokument zur Beschreibung der Deckschicht sind folgende Angaben zu machen:

6.1.1. Lage der Prüfstrecke;

6.1.2. Bindemittelart, Bindemittelhärte, Art der Mineralstoffe, Verdichtungsgrad des Asphaltbetons (D_R), Dicke der Deckschicht und die anhand der Bohrkerne ermittelten Kornverteilungskurve;

6.1.3. Verdichtungsverfahren (z. B. Walzentyp, Walzenmasse, Zahl der Walzengänge);

6.1.4. Einbautemperatur des Mischgutes, Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit während des Einbaues der Deckschicht;

6.1.5. Einbaudatum und Name des ausfahrenden Bauunternehmers;

6.1.6. gesamte Prüfergebnisse oder mindestens Ergebnisse der letzten Prüfung mit folgenden Angaben:

6.1.6.1. Resthohlraumgehalt jedes Bohrkerns;

[1] Noch nicht veröffentlicht.

6.1.6.2. Entnahmestelle der Bohrkerne im Prüffeld zur Messung des Hohlraumgehaltes;

6.1.6.3. Schallabsorptionskoeffizient jedes Bohrkerns (falls ermittelt). Es sind die Ergebnisse für jeden einzelnen Bohrkern und jeden Frequenzbereich sowie das Gesamtmittel anzugeben;

6.1.6.4. Entnahmestelle der Bohrkerne im Prüffeld zur Ermittlung der Schallabsorption;

6.1.6.5. Strukturtiefe einschließlich Zahl der Prüfungen und Standardabweichung;

6.1.6.6. für die Prüfungen nach 6.1.6.1 und 6.1.6.2 verantwortliche Institution und Art der verwendeten Prüfgeräte;

6.1.6.7. Zeitpunkt der Prüfung(en) und Zeitpunkt der Bohrkernentnahme aus dem Prüffeld.

6.2. **Aufzeichnungen zur Prüfung des Geräuschpegels von Fahrzeugen auf der Deckschicht**

Im Dokument zur Beschreibung der Prüfung(en) des Geräuschpegels von Fahrzeugen ist anzugeben, ob alle Anforderungen erfüllt wurden. Hierbei ist auf ein Dokument entsprechend Absatz 6.1 Bezug zu nehmen.

ANHANG 9

FAHRZEUG- UND PRÜFDATEN ZU MESSVERFAHREN B

In Anhang 1 bereits gemachte Angaben brauchen hier nicht wiederholt zu werden.

1. Fabrik- oder Handelsmarke des Fahrzeugs: .....
2. Fahrzeugtyp: .....
2.1. Höchstzulässige Masse, gegebenenfalls einschließlich Sattelauflieger: .....
.....
3. Name und Anschrift des Herstellers: .....
4. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Vertreters des Herstellers: .....
.....
5. Motor:
5.1. Hersteller: .....
5.2. Typ: .....
5.3. Modell: .....
5.4. Nennleistung (ECE): ..... kW bei ..... min^{-1}
5.5. Art des Motors: (Fremdzündung, Selbstzündung usw.) (1):
.....
5.6. Zwei- oder Viertaktmotor (falls zutreffend): .....
5.7. Hubraum (falls zutreffend): .....
6. Kraftübertragung: manuelles Getriebe/automatisches Getriebe (2):
6.1. Zahl der Gänge: .....
7. Ausstattung:
7.1. Auspuffschalldämpfer: .....
7.1.1. Hersteller, gegebenenfalls Bevollmächtigter .....
7.1.2. Modell: .....
7.1.3. Typ: ..... nach Zeichnung Nr.: .....
7.2. Ansaugschalldämpfer: .....
7.2.1. Hersteller, gegebenenfalls Bevollmächtigter .....
7.2.2. Modell: .....
7.2.3. Typ: ..... nach Zeichnung Nr.: .....
7.3. Motorkapselung:
7.3.1. Teile der vom Hersteller vorgesehenen schalldämmenden Kapselung: .....
7.3.2. Hersteller, gegebenenfalls Bevollmächtigter: .....
7.4. Reifen:
7.4.1. Reifengröße (je Achse): .....
8. Abmessungen:
8.1. Länge des Fahrzeugs (l_{veh}): ..... mm
8.2. Punkt, an dem das Fahrpedal niedergetreten wurde: ..... m vor der Linie AA'
8.2.1. Motordrehzahl im Gang i bei: AA'/PP' (1) ..... min^{-1}
BB' ..... min^{-1}
8.2.2. Motordrehzahl im Gang (i+1) bei: AA'/PP' (1) ..... min^{-1}
BB' ..... min^{-1}

8.3. Typgenehmigungsnummer der Reifen: .....

falls nicht vorhanden, Folgendes angeben:

8.3.1. Reifenhersteller: .....

8.3.2. Handelsbezeichnung(en) des Reifentyps (wie Handelsname, Geschwindigkeitsindex, Tragfähigkeitsindex):

.....

8.3.3. Reifengröße (je Achse): .....

8.3.4. Typgenehmigungsnummer (falls vorhanden): .....

8.4. Fahrgeräusch:

Messergebnis (l_{urban}): ..... dB(A)

Messergebnis (l_{wot}): ..... dB(A)

Messergebnis (l_{cruise}): ..... dB(A)

Teillastfaktor k_p: .....

8.5. Standgeräusch:

Lage und Ausrichtung des Mikrofons (nach Abbildung 2 in der Anlage zu Anhang 3)

Ergebnis der Standgeräuschmessung: ..... dB(A)

8.6. Druckluftgeräusch:

Messergebnis für

— Betriebsbremse: ..... dB(A)

— Feststellbremse: ..... dB(A)

— Abblasen des Druckreglers: ..... dB(A)

9. Fahrzeug zur Genehmigung vorgeführt am: .....

10. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt: .....

.....

11. Datum des Prüfberichts des Technischen Dienstes: .....

12. Nummer des Prüfberichts des Technischen Dienstes: .....

13. Stelle, an der das Genehmigungszeichen am Fahrzeug angebracht wird .....

14. Ort: .....

15. Datum: .....

16. Unterschrift: .....

17. Folgende Unterlagen, die die oben genannte Genehmigungsnummer tragen, sind dieser Mitteilung beigefügt:

.....

.....

Zeichnungen und/oder Fotos, Schemata und Pläne des Motors und der Schalldämpferanlage;

Liste der ordnungsgemäß gekennzeichneten Bauteile, die die Schalldämpferanlage bilden.

18. Grund für die Erweiterung der Genehmigung:

19. Bemerkungen: .....

(1) Wird ein nicht herkömmlicher Motor verwendet, so ist darauf hinzuweisen.
(2) Nicht Zutreffendes streichen.

ANHANG 10

VERFAHREN UND GERÄTE ZUR MESSUNG DER GERÄUSCHENTWICKLUNG VON KRAFTFAHRZEUGEN (MESSVERFAHREN B)

1. MESSGERÄTE

1.1. **Akustische Messungen**

Der Schallpegelmesser oder das entsprechende Messsystem einschließlich des vom Hersteller empfohlenen Windschutzes muss die Anforderungen an Messgeräte der Klasse 1 nach der IEC-Veröffentlichung 61672-1:2002 — Schallpegelmesser, 2. Ausgabe, erfüllen.

Der Schallpegelmesser ist im Modus „schnell" zu betreiben, für die Frequenzbewertung ist die in der IEC-Veröffentlichung 61672-1:2002 wiedergegebene Bewertungskurve A zu verwenden. Wird ein System mit periodischer Überwachung des A-bewerteten Schallpegels verwendet, so sollten die Werte in Abständen von höchstens 30 ms erfasst werden.

Die Messgeräte sind nach den Anweisungen des Herstellers zu warten und zu kalibrieren.

1.2. **Nachweis der Übereinstimmung mit den Normen**

Die Übereinstimmung der Messgeräte mit den einschlägigen Normen ist durch eine gültige Übereinstimmungsbescheinigung nachzuweisen. Eine Übereinstimmungsbescheinigung ist für die Kalibriereinrichtung gültig, wenn sie innerhalb der letzten 12 Monate ausgestellt wurde, und für das Messsystem, wenn sie innerhalb der letzten 24 Monate ausgestellt wurde. Die Prüfung auf Übereinstimmung ist von einem Labor durchzuführen, das für Kalibrierungen autorisiert ist, die auf die einschlägigen Normen rückführbar sind.

1.3. **Kalibrierung**

Zu Beginn und am Ende jeder Messreihe ist das gesamt Messsystem mit einem Kalibriergerät für Schallpegelmessgeräte zu prüfen, das die Anforderungen an Messgeräte der Klasse 1 nach der IEC-Veröffentlichung 61672-1:2002 — Schallpegelmesser, 2. Ausgabe, erfüllt. Die Differenz der Messwerte zweier aufeinander folgender Prüfungen muss ohne weiteres Nachstellen kleiner als oder gleich 0,5 dB sein. Wird dieser Wert überschritten, so sind alle nach der letzten zufrieden stellenden Prüfung erzielten Messergebnisse als ungültig zu betrachten.

1.4. **Drehzahl- und Geschwindigkeitsmessungen**

Die Motordrehzahl ist mit Geräten zu messen, deren Genauigkeit in dem zu erfassenden Drehzahlbereich mindestens ± 2 % beträgt.

Werden zur Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit stetig arbeitende Geräte verwendet, so muss die Messgenauigkeit mindestens ± 0,5 km/h betragen.

Werden zur Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit unabhängige Geräte verwendet, so muss die Messgenauigkeit mindestens ± 0,2 km/h betragen.

1.5. **Meteorologische Geräte**

Die zur Überwachung der Umweltbedingungen verwendeten meteorologischen Geräte umfassen:

— ein Temperaturmessgerät mit einer Genauigkeit von ± 1 °C;

— einen Windgeschwindigkeitsmessgerät mit einer Genauigkeit von ± 1,0 m/s;

— ein Luftdruckmessgerät mit einer Genauigkeit von ± 5 hPa;

— ein Luftfeuchtigkeitsmessgerät mit einer Genauigkeit von ± 5 %.

2. MESSBEDINGUNGEN

2.1. **Prüfgelände** [1] **und Umweltbedingungen**

Das Prüfgelände muss im Wesentlichen eben sein. Die Oberfläche der Beschleunigungsstrecke muss trocken sein. Das Prüfgelände muss so beschaffen sein, dass bei Anordnung einer kleinen omnidirektionalen Schallquelle in seinem Mittelpunkt (Schnittpunkt der Mikrofonlinie PP' und der Achse der Prüfstrecke CC') die Abweichung des Schalldrucks von der gleichmäßig halbkugelförmigen Verteilung höchstens ± 1 dB beträgt.

Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn

— in einem Umkreis von 50 m um den Mittelpunkt der Prüfstrecke keine großen Schall reflektierenden Gegenstände wie Zäune, Felsen, Brücken oder Gebäude vorhanden sind;

— die Prüfstrecke und die Oberfläche des Prüfgeländes trocken und frei von Schall absorbierenden Materialien wie Pulverschnee, lockerer Erde oder Asche sind;

— in der Nähe des Mikrofons kein Hindernis vorhanden ist, das das Schallfeld beeinflussen kann, sich zwischen Schallquelle und Mikrofon keine Person aufhält und der messende Beobachter so steht, dass eine Beeinflussung der Anzeige des Messgerätes ausgeschlossen ist.

Die Messungen dürfen nicht bei ungünstigen Witterungsbedingungen vorgenommen werden. Es muss sichergestellt werden, dass die Messungen nicht durch Windböen beeinflusst werden.

Die meteorologischen Geräte sind in einer Höhe von 1,2 m ± 0,02 m am Rand des Prüfgeländes aufzustellen. Die Messungen sind bei einer Umgebungslufttemperatur zwischen 5 °C und 40 °C durchzuführen.

Wenn während der Schallmessung die Windgeschwindigkeit, auch in Böen, in Höhe des Mikrofons 5 m/s überschreitet, dürfen keine Prüfungen durchgeführt werden.

Repräsentative Werte für Temperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, relative Luftfeuchtigkeit und Luftdruck sind während der Schallmessung aufzuzeichnen.

Schallpegelspitzen, die zum allgemeinen Schallpegel des Fahrzeugs offensichtlich nicht in Beziehung stehen, sind beim Ablesen der Messwerte nicht zu berücksichtigen.

Das Hintergrundgeräusch ist unmittelbar vor und nach einer Fahrzeugprüfung während 10 Sekunden zu messen. Für die Messungen sind dieselben Mikrofone und Mikrofonstandorte zu verwenden wie für die Prüfung. Der höchste A-bewertete Schalldruckpegel ist aufzuzeichnen.

Der Pegel des Hintergrundgeräuschs (einschließlich Windgeräusch) muss mindestens 10 dB unter dem A-bewerteten Geräuschpegel des geprüften Fahrzeugs liegen. Beträgt die Differenz zwischen dem Hintergrundgeräusch und dem zu messenden Geräusch zwischen 10 und 15 dB(A), so sind die vom Schallpegelmesser abgelesenen Messwerte um die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Beträge zu vermindern.

Differenz zwischen Hintergrundgeräusch und zu messendem Geräusch in dB(A)	10	11	12	13	14	15
Betrag, um den der abgelesene Messwert zu vermindern ist	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0

[1] Nach Anhang 8 dieser Regelung.

2.2. **Fahrzeug**

2.2.1. Das zu prüfende Fahrzeug ist so auszuwählen, dass alle in Verkehr gebrachten Fahrzeuge desselben Typs den Vorschriften dieser Regelung entsprechen. Die Messungen sind an Fahrzeugen mit der in nachstehender Tabelle angegebenen Prüfmasse und, außer bei fest miteinander verbundenen Fahrzeugen, ohne Anhänger vorzunehmen.

Fahrzeugklasse	Prüfmasse des Fahrzeugs
M_1	$m_t = m_{ro}$
N_1	$m_t = m_{ro}$
N_2, N_3	m_t = 50 kg je kW Motornennleistung Ballast, mit dem das Fahrzeug auf die Prüfmasse gebracht wird, ist über der/den angetriebenen Hinterachse(n) anzuordnen. Die Ballastmasse darf höchstens 75 % der zulässigen Hinterachslast betragen. Die Prüfmasse muss mit einer Toleranz von ± 5 % eingehalten werden. Kann der Schwerpunkt der Ballastmasse nicht über der Hinterachsmitte angeordnet werden, so darf die Prüfmasse des Fahrzeugs nicht größer sein als die Summe aus Vorder- und Hinterachslast im unbeladenen Zustand und Ballastmasse. Für Fahrzeuge mit mehr als zwei Achsen gilt dieselbe Prüfmasse wie für zweiachsige Fahrzeuge.
M_2, M_3:	$m_t = m_{ro}$ – Masse des Begleiters (falls ein Platz für ihn vorgesehen ist)

2.2.2. Die bei der Prüfung verwendeten Reifen müssen für die jeweilige Achse repräsentativ sein. Sie sind vom Fahrzeughersteller auszuwählen und in Anhang 9 einzutragen. Die Reifen müssen einer der vom Fahrzeughersteller für das Fahrzeug angegebenen Reifengrößen entsprechen. Sie müssen handelsüblich und gleichzeitig mit dem Fahrzeug auf dem Markt erhältlich sein ([1]). Der Reifendruck muss dem für die Prüfmasse des Fahrzeugs vom Hersteller empfohlenen Wert entsprechen. Die Profiltiefe der Reifen muss mindestens 80 % der Profiltiefe im Neuzustand betragen.

2.2.3. Vor den Messungen ist der Motor auf normale Betriebsbedingungen zu bringen.

2.2.4. Hat das Fahrzeug mehr als zwei angetriebene Räder, so ist es so zu prüfen, wie es im normalen Straßenbetrieb verwendet wird.

2.2.5. Ist das Fahrzeug mit automatisch gesteuerten Lüftern ausgestattet, so darf bei den Messungen nicht in die Steuerautomatik eingegriffen werden.

2.2.6. Ist das Fahrzeug mit einer Auspuffanlage ausgerüstet, die Faserwerkstoffe enthält, so muss die Auspuffanlage vor der Prüfung nach den Vorschriften des Anhangs 5 konditioniert werden.

3. MESSVERFAHREN

3.1. **Messung des Fahrgeräusches**

3.1.1. *Allgemeine Prüfbedingungen*

Auf der Prüfstrecke sind zwei Linien AA' und BB' parallel zur Linie PP' im Abstand von 10 m vor und hinter dieser Linie zu markieren.

Auf jeder Fahrzeugseite sind in jedem Gang mindestens vier Messungen vorzunehmen. Für Einstellungszwecke können vorher Probemessungen vorgenommen werden, ihre Ergebnisse bleiben jedoch unberücksichtigt.

Das Mikrofon ist in einem Abstand von 7,5 m ± 0,05 m von der Mittellinie der Fahrbahn CC' und in einer Höhe von 1,2 m ± 0,02 m über dem Boden aufzustellen.

([1]) Da die Reifen erheblich zur Geräuschemission des Fahrzeugs beitragen, sind in dieser Regelung die Bestimmungen der Regelung über Reifenrollgeräusche berücksichtigt. M-und-S-Reifen und Spezialreifen im Sinne der UN/ECE-Regelung Nr. 117 sollten auf Verlangen des Herstellers nicht für Typgenehmigungsprüfungen und für Messungen zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion verwendet werden.

Die Bezugsachse für das freie Schallfeld (siehe IEC 61672-1:2002) muss horizontal und rechtwinklig zur Mittellinie der Fahrbahn CC' verlaufen.

3.1.2. *Besondere Prüfbedingungen für bestimmte Fahrzeugklassen*

3.1.2.1. Fahrzeuge der Klassen M_1, $M_2 \leq 3\ 500$ kg, N_1

Die Bahn, die die Mittellinie des Fahrzeugs beschreibt, muss während der gesamten Prüfung von der Annäherung an die Linie AA' bis zum Passieren der Linie BB' so nahe wie möglich an der Linie CC' verlaufen. Hat das Fahrzeug mehr als zwei angetriebene Räder, so ist es so zu prüfen, wie es im normalen Straßenbetrieb verwendet wird.

Ist das Fahrzeug mit einem manuell schaltbaren getriebe- oder achsseitig angeordneten Vorgelege ausgestattet, so ist das Vorgelege in die für Straßenbetrieb übliche Stellung zu bringen. Getriebegänge, die für Langsamfahrt, zum Einparken oder zum Bremsen vorgesehen sind, sind bei der Prüfung nicht zu benutzen.

Die Prüfmasse des Fahrzeugs ist der Tabelle in Absatz 2.2.1 zu entnehmen.

Die Prüfgeschwindigkeit v_{test} beträgt 50 km/h ± 1 km/h. Sie muss erreicht sein, wenn der Fahrzeugbezugspunkt die Linie PP' erreicht.

3.1.2.1.1. Leistungs-Masse-Verhältnis (PMR)

Das Leistungs-Masse-Verhältnis PMR errechnet sich wie folgt:

$$PMR = (P_n / m_t) \times 1\ 000 \text{ kg/kW}$$

Das Leistungs-Masse-Verhältnis PMR wird zur Berechnung der Beschleunigung herangezogen.

3.1.2.1.2. Berechnung der Beschleunigung

Die Beschleunigung ist nur für Fahrzeuge der Klassen M_1, N_1 und $M_2 \leq 3\ 500$ kg zu berechnen.

Alle Beschleunigungswerte sind für mehrere Geschwindigkeiten des Fahrzeugs auf der Prüfstrecke [1] zu berechnen. Die angegebenen Formeln sind zur Berechnung von $a_{wot\ i}$, $a_{wot\ i+1}$ and $a_{wot\ test}$ zu verwenden. Die Geschwindigkeit an der Linie AA' oder PP' ist die Geschwindigkeit, mit der der Fahrzeugbezugspunkt die Linie AA' ($v_{AA'}$) oder die Linie PP' ($v_{PP'}$) passiert. Die Geschwindigkeit an der Linie BB' ist die Geschwindigkeit, mit der das hintere Ende des Fahrzeugs die Linie BB' passiert ($v_{BB'}$). Die zur Berechnung der Beschleunigung verwendete Methode ist im Prüfbericht anzugeben.

Wegen der Definition des Fahrzeugbezugspunktes ergeben sich für die unten stehende Formel verschiedene Werte für die Fahrzeuglänge (l_{veh}). Liegt der Bezugspunkt am vorderen Ende des Fahrzeugs, so ist $l = l_{veh}$, liegt er in der Mitte des Fahrzeugs, so ist $l = {}^1/_2\ l_{veh}$ und liegt er am hinteren Ende des Fahrzeug, so ist $l = 0$.

3.1.2.1.2.1. Berechnungsmethode für Fahrzeuge mit manuell geschaltetem Getriebe und mit verriegeltem automatischem, adaptivem oder stufenlosem (CVT-) Getriebe:

$$a_{wot\ test} = ((v_{BB'}/3{,}6)^2 - (v_{AA'}/3{,}6)^2) \ / \ (2 \times (20+l))$$

Der der Gangwahl zugrunde zu legende Wert von $a_{wot\ test}$ ist der Durchschnittswert der vier in jedem gültigen Prüflauf ermittelten Werte von $a_{wot\ test,\ i}$.

Vorbeschleunigung ist zulässig. Der Punkt vor der Linie AA', an dem das Fahrpedal vollständig niedergetreten wurde, ist in den Fahrzeug- und Prüfdaten (Anhang 9) anzugeben.

[1] Siehe Anhang 8 Abbildung 1.

3.1.2.1.2.2. Berechnungsmethode für Fahrzeuge mit nicht verriegeltem automatischem, adaptivem oder stufenlosem (CVT-) Getriebe:

Der der Gangwahl zugrunde zu legende Wert von $a_{wot\ test}$ ist der Durchschnittswert der vier in jedem gültigen Prüflauf ermittelten Werte von $a_{wot\ test,\ i}$.

Kann das Schalten des Getriebes mit den in Absatz 3.1.2.1.4.2 genannten Vorkehrungen beeinflusst werden, um die Prüfbedingungen einzuhalten, so ist $a_{wot\ test}$ nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$a_{wot\ test} = ((v_{BB'}/3{,}6)^2 - (v_{AA'}/3{,}6)^2) \ / \ (2 \times (20+l))$$

Vorbeschleunigung ist zulässig.

Sind keine der in Absatz 3.1.2.1.4.2 genannten Vorkehrungen möglich, so ist $a_{wot\ test}$ nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$a_{wot_testPP\text{-}BB} = ((v_{BB'}/3{,}6)^2 - (v_{PP'}/3{,}6)^2) \ / \ (2 \times (10+l))$$

Vorbeschleunigung ist nicht zulässig.

Das Fahrpedal ist niederzutreten, wenn der Fahrzeugbezugspunkt die Linie AA' passiert.

3.1.2.1.2.3. Sollbeschleunigung

Die Sollbeschleunigung a_{urban} ist die Beschleunigung, die nach statistischen Erhebungen für den Stadtverkehr charakteristisch ist. Sie ist vom Leistungs-Masse-Verhältnis (PMR) des Fahrzeugs abhängig.

Die Sollbeschleunigung a_{urban} errechnet sich wie folgt:

$$a_{urban} = 0{,}63 \times \log_{10}(PMR) - 0{,}09$$

3.1.2.1.2.4. Referenzbeschleunigung

Die Referenzbeschleunigung $a_{wot\ ref}$ ist die Beschleunigung, die für die Prüfung des beschleunigenden Fahrzeugs auf der Prüfstrecke erforderlich ist. Sie ist vom Leistungs-Masse-Verhältnis (PMR) des Fahrzeugs abhängig und wird je nach Größe des Leistungs-Masse-Verhältnisses unterschiedlich berechnet, und zwar:

für PMR ≥ 25 nach der Formel $a_{wot\ ref} = 1{,}59 \times \log_{10}(PMR) - 1{,}41$

und für PMR < 25 nach der Formel $a_{wot\ ref} = a_{urban} = 0{,}63 \times \log_{10}(PMR) - 0{,}09$

3.1.2.1.3. Teillastfaktor k_P

Der Teillastfaktor k_P (siehe Absatz 3.1.3.1) dient bei Fahrzeugen der Klassen M_1 und N_1 zur Gewichtung bei der Zusammenfassung der Ergebnisse der Prüfung mit konstanter Geschwindigkeit und mit beschleunigendem Fahrzeug.

Bei Prüfung in mehr als einem Getriebegang ist $a_{wot\ ref}$ statt $a_{awot\ test}$ zu verwenden (siehe Absatz 3.1.3.1).

3.1.2.1.4. Gangwahl

Welche Getriebegänge für die Prüfung zu wählen sind, hängt davon ab, wie sich die in ihnen mögliche Beschleunigung a_{wot} unter Volllast zu der für die Prüfung unter voller Beschleunigung erforderlichen Referenzbeschleunigung $a_{wot\ ref}$ verhält.

Manche Getriebe lassen verschiedene Betriebsarten (wie Sport, Winter, adaptiv) zu. Lässt sich die erforderliche Beschleunigung in verschiedenen Betriebsarten erzielen, so muss der Hersteller dem Technischen Dienst nachweisen, dass das Fahrzeug in der Betriebsart geprüft wird, in der die Beschleunigung der Referenzbeschleunigung $a_{wot\ ref}$ am nächsten kommt.

3.1.2.1.4.1. Fahrzeuge mit manuellem Getriebe und mit verriegeltem automatischem, adaptivem oder stufenlosem (CVT-) Getriebe:

Die Gangwahl ist nach einer der folgenden Regeln zu treffen:

— Lässt sich in einem bestimmten Gang eine Beschleunigung erzielen, die der Referenzbeschleunigung $a_{wot\ ref}$ mit einer Toleranz von ± 5 % entspricht, jedoch 2,0 m/s² nicht überschreitet, so ist in diesem Gang zu prüfen.

— Lässt sich in keinem Gang die erforderliche Beschleunigung erzielen, so ist ein Gang i mit einer höheren und ein Gang i+1 mit einer niedrigeren Beschleunigung als die Referenzbeschleunigung zu wählen. Überschreitet die Beschleunigung im Gang i nicht den Wert von 2,0 m/s², sind beide Gänge für die Prüfung zu benutzen. Der Gewichtungsfaktor bezüglich der Referenzbeschleunigung $a_{wot\ ref}$ errechnet sich wie folgt:

$$k = (a_{wot\ ref} - a_{wot\ (i+1)}) / (a_{wot\ (i)} - a_{wot\ (i+1)})$$

— Überschreitet die Beschleunigung im Gang i den Wert von 2,0 m/s², so ist der niedrigste Gang zu wählen, in dem die Beschleunigung kleiner als 2,0 m/s² ist, sofern die Beschleunigung im Gang i+1 kleiner ist als aurban. In diesem Fall sind die beiden Gänge i und i+1 zu benutzen, einschließlich des Gangs i, in dem die Beschleunigung größer als 2,0 m/s² ist. In anderen Fällen ist kein anderer Gang zu benutzen. Zur Berechnung des Teillastfaktors k_P ist die in der Prüfung erzielte Beschleunigung $a_{wot\ test}$ heranzuziehen, nicht $a_{wot\ ref}$.

— Hat der Wählhebel nur eine Fahrstellung, so ist die Prüfung mit beschleunigendem Fahrzeug in dieser Stellung des Wählhebels durchzuführen. Zur Berechnung des Teillastfaktors k_P ist die in der Prüfung erzielte Beschleunigung $a_{wot\ test}$ heranzuziehen, nicht $a_{wot\ ref}$.

— Wird in einem Gang die Nenndrehzahl des Motors überschritten, bevor das Fahrzeug die Linie BB' passiert, so ist der nächst höhere Gang zu benutzen.

3.1.2.1.4.2. Fahrzeuge mit nicht verriegeltem automatischem, adaptivem oder stufenlosem (CVT-) Getriebe:

Der Wählhebel ist in die Stellung für vollautomatischen Betrieb zu bringen.

Der Beschleunigungswert $a_{wot\ test}$ ist nach Absatz 3.1.2.1.2.2 zu berechnen.

Bei der Prüfung kann in einen niedrigeren Gang und zu einer höheren Beschleunigung gewechselt werden. Ein Wechsel in einen höheren Gang und zu einer niedrigeren Beschleunigung ist nicht zulässig. Ein Gang, der im Stadtverkehr nicht benutzt wird, ist zu meiden.

Es ist deshalb zulässig, mit elektronischen oder mechanischen Einrichtungen und auch durch alternative Wählhebelstellungen das Herunterschalten in einen Gang zu verhindern, der unter den jeweiligen Prüfbedingungen üblicherweise nicht im Stadtverkehr benutzt wird.

Die erzielte Beschleunigung $a_{wot\ test}$ muss größer als oder gleich a_{urban} sein.

Soweit möglich muss der Hersteller Vorkehrungen treffen, um die Beschleunigung $a_{wot\ test}$ auf 2,0 m/s² zu begrenzen.

Zur Berechnung des Teillastfaktors k_P (siehe Absatz 3.1.2.1.3) ist die in der Prüfung erzielte Beschleunigung $a_{wot\ test}$ heranzuziehen, nicht $a_{wot\ ref}$.

3.1.2.1.5. Prüfung mit beschleunigendem Fahrzeug

Der Hersteller muss angeben, bei welcher Entfernung des Fahrzeugbezugspunktes von der Linie AA' das Fahrpedal vollständig und so rasch wie möglich niedergetreten wird. Das Fahrpedal ist in vollständig niedergetretener Stellung zu halten, bis das hintere Ende des Fahrzeugs die Linie BB' passiert. Dann ist das Fahrpedal so rasch wie möglich loszulassen. Der Punkt, an dem das Fahrpedal vollständig niedergetreten wurde, ist in der Aufstellung der Fahrzeug- und Prüfdaten (Anhang 9) festzuhalten. Dem Technischen Dienst ist die Möglichkeit zu geben, eine Vorprüfung durchzuführen.

Bei Gelenkfahrzeugen, die im Betrieb nicht trennbar sind und als eine Einheit gelten, ist der Augenblick maßgebend, in dem das hintere Ende des vorderen Teils die Linie BB' passiert.

3.1.2.1.6. Prüfung bei konstanter Geschwindigkeit

Die Prüfung ist zwischen den Linien AA' und BB' bei einer konstanten Geschwindigkeit von 50 km/h ± 1 km/h und in demselben Gang/denselben Gängen durchzuführen wie die Prüfung mit beschleunigendem Fahrzeug. Die Drosseleinrichtung ist so zu fixieren, dass zwischen AA' und BB die angegebene Sollgeschwindigkeit erreicht wird. Wird das Getriebe für die Prüfung mit beschleunigendem Fahrzeug in einem Gang verriegelt, so ist es für diese Prüfung in demselben Gang zu verriegeln.

Für Fahrzeuge mit einem Leistungs-Masse-Verhältnis < 25 ist die Prüfung bei konstanter Geschwindigkeit nicht erforderlich.

3.1.2.2. Fahrzeuge der Klassen M_2 > 3 500 kg, M_3, N_2, N_3

Die Bahn, die die Mittellinie des Fahrzeugs beschreibt, muss während der gesamten Prüfung von der Annäherung an die Linie AA' bis zum Passieren der Linie BB' so nahe wie möglich an der Linie CC' verlaufen. Die Prüfung ist ohne Anhänger oder Sattelauflieger durchzuführen. Ist der Anhänger im Betrieb nicht vom Zugfahrzeug zu trennen, ist der Augenblick maßgebend, in dem das hintere Ende des Zugfahrzeugs die Linie BB' passiert. Sind auf dem Fahrzeug Maschinen wie eine Mischtrommel, ein Kompressor usw. montiert, so dürfen diese während der Prüfung nicht in Betrieb sein. Die Prüfmasse des Fahrzeugs ist aus der Tabelle in Absatz 2.2.1 zu ersehen.

Sollwerte für Fahrzeuge der Klassen M_2 > 3 500 kg und N_2:

Wenn der Fahrzeugbezugspunkt die Linie BB' passiert, muss die Motordrehzahl $n_{BB'}$ 70 % bis 74 % der Drehzahl S betragen, bei der der Motor seine Nennleistung erreicht. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss 35 km/h ± 5km/h betragen. Das Fahrzeug muss zwischen den Linien AA' und BB' stabil beschleunigen.

Sollwerte für Fahrzeuge der Klassen M_3 und N_3:

Wenn der Fahrzeugbezugspunkt die Linie BB' passiert, muss die Motordrehzahl $n_{BB'}$ 85 % bis 89 % der Drehzahl S betragen, bei der der Motor seine Nennleistung erreicht. Die Fahrzeuggeschwindigkeit muss 35 km/h ± 5km/h betragen. Das Fahrzeug muss zwischen den Linien AA' und BB' stabil beschleunigen.

3.1.2.2.1. Gangwahl

3.1.2.2.1.1. Fahrzeuge mit manuell geschaltetem Getriebe

Stabiles Beschleunigungsverhalten ist erforderlich. Die Gangwahl richtet sich nach den Sollwerten. Weicht die Geschwindigkeit mehr als zulässig von der Sollgeschwindigkeit ab, ist in zwei Gängen zu prüfen, in denen die Geschwindigkeit unter bzw. über der Sollgeschwindigkeit liegt.

Lassen sich die Sollwerte in mehreren Gängen erreichen, so ist der Gang zu wählen, in dem die Geschwindigkeit 35 km/h am nächsten kommt. Lässt sich die Sollgeschwindigkeit v_{test} in keinem Gang erreichen, ist in zwei Gängen zu prüfen, in denen die Geschwindigkeit unter bzw. über der Sollgeschwindigkeit liegt. Die Soll-Motordrehzahl muss in jedem Fall erreicht werden.

Stabiles Beschleunigungsverhalten ist erforderlich. Lässt sich das in einem Gang nicht erreichen, so ist dieser Gang nicht zu berücksichtigen.

3.1.2.2.1.2. Fahrzeuge mit automatischem, adaptivem oder stufenlosem (CVT-) Getriebe

Der Wählhebel ist in die Stellung für vollautomatischen Betrieb zu bringen. Bei der Prüfung kann in einen niedrigeren Gang und zu einer höheren Beschleunigung gewechselt werden. Ein Wechsel in einen höheren Gang und zu einer niedrigeren Beschleunigung ist nicht zulässig. Ein Gang, der im Stadtverkehr nicht benutzt wird, ist zu meiden. Es ist deshalb zulässig, mit elektronischen oder mechanische Einrichtungen das Herunterschalten in einen Gang zu verhindern, der unter den jeweiligen Prüfbedingungen üblicherweise nicht im Stadtverkehr benutzt wird.

Hat das Getriebe nur eine Fahrstellung (Stellung D) oder begrenzt seine Steuerung bei der Prüfung die Motordrehzahl, so ist das Fahrzeug lediglich bei der Sollgeschwindigkeit zu prüfen. Erfüllt die Motor-Getriebe-Kombination des Fahrzeugs nicht die Anforderungen des Absatzes 3.1.2.2.1.1, ist das Fahrzeug nur bei der Sollgeschwindigkeit zu prüfen. Die Sollgeschwindigkeit des Fahrzeugs bei der Prüfung $v_{BB'}$ beträgt 35 km/h ± 5km/h. Ein Wechsel in einen höheren Gang und zu einer niedrigeren Beschleunigung ist zulässig, nachdem der Fahrzeugsbezugspunkt die Linie PP' passiert hat. Zwei Prüfungen sind durchzuführen: eine mit der Endgeschwindigkeit $v_{test} = v_{BB'} + 5$ km/h und eine mit der Endgeschwindigkeit $v_{test} = v_{BB'} - 5$ km/h. Als Ergebnis ist der Geräuschpegel der Fahrt über die Prüfstrecke AA'—BB' festzuhalten, bei der die Motordrehzahl am höchsten war.

3.1.2.2.2. Prüfung mit beschleunigendem Fahrzeug

Wenn der Fahrzeugbezugspunkt die Linie AA' erreicht, ist das Fahrpedal vollständig niederzutreten (dabei darf kein automatisches Zurückschalten des Getriebes in einen niedrigeren Gang als im Stadtverkehr üblich veranlasst werden) und in vollständig niedergetretener Stellung zu halten, bis das hintere Ende des Fahrzeugs die Linie BB' passiert, wobei jedoch der Fahrzeugbezugspunkt mindestens 5 m hinter der Linie BB' liegen muss. Dann ist das Fahrpedal loszulassen.

Bei Gelenkfahrzeugen, die im Betrieb nicht trennbar sind und als eine Einheit gelten, ist der Augenblick maßgebend, in dem das hintere Ende des vorderen Teils die Linie BB' passiert.

3.1.3. *Auswertung der Ergebnisse*

Der höchste bei jedem Durchfahren der Strecke AA'—BB' gemessene A-bewertete Schalldruckpegel ist festzuhalten. Schallpegelspitzen, die zum allgemeinen Schallpegel des Fahrzeugs offensichtlich nicht in Beziehung stehen, sind jedoch nicht zu berücksichtigen. Auf jeder Fahrzeugseite sind in jedem Gang und für jede Prüfbedingung mindestens vier Messungen vorzunehmen. Die Messungen auf der linken und der rechten Fahrzeugseite können gleichzeitig oder nacheinander vorgenommen werden. Zur Berechnung des Endergebnisses für die jeweilige Fahrzeugseite werden die ersten vier aufeinander folgenden gültigen Messwerte herangezogen, die sich nach Streichung der ungültigen Werte ergeben (siehe Absatz 2.1) und die in einem Bereich von nicht mehr als 2 dB(A) streuen. Die Ergebnisse sind für jede Fahrzeugseite getrennt zu mitteln. Zwischenergebnis ist der höhere der zwei Mittelwerte, mathematisch auf die erste Dezimalstelle gerundet.

Die an den Linien AA', BB', und PP' gemessenen Geschwindigkeiten sind festzuhalten und werden für Berechnungen auf die erste signifikante Stelle nach dem Dezimalkomma verwendet.

Die errechnete Beschleunigung $a_{wot\ test}$ ist auf die zweite Stelle nach dem Dezimalkomma genau festzuhalten.

3.1.3.1. Fahrzeuge der Klassen M_1, N_1 und $M_2 \leq 3\ 500$ kg

Die Ergebnisse der Prüfung mit konstanter Geschwindigkeit und der Prüfung mit beschleunigendem Fahrzeug errechnen sich wie folgt:

$$L_{wot\ rep} = L_{wot\ (i+1)} + k \times (L_{wot(i)} - L_{wot\ (i+1)})$$

$$L_{crs\ rep} = L_{crs(i+1)} + k \times (L_{crs\ (i)} - L_{crs\ (i+1)})$$

Dabei ist $k = (a_{wot\ ref} - a_{wot\ (i+1)}) / (a_{wot\ (i)} - a_{wot\ (i+1)})$

Bei Prüfung in nur einem Getriebegang sind die Messwerte aus den einzelnen Prüfungen die Ergebnisse.

Das Endergebnis errechnet sich aus $L_{wot\ rep}$ und $L_{crs\ rep}$ nach folgender Gleichung:

$$L_{urban} = L_{wot\ rep} - k_P \times (L_{wot\ rep} - L_{crs\ rep})$$

Der Gewichtungsfaktor k_P ist der Teillastfaktor für Stadtverkehr. In anderen Fällen als Prüfung in nur einem Gang errechnet sich k_P wie folgt:

$$k_P = 1 - (a_{urban} / a_{wot\ ref})$$

Ist für die Prüfung nur ein Gang vorgeschrieben, errechnet sich k_P wie folgt:

$$k_P = 1 - (a_{urban} / a_{wot\ test})$$

Ist $a_{wot\ test} < a_{urban}$, so ist $k_P = 0$

3.1.3.2. Fahrzeuge der Klassen $M_2 > 3\ 500$ kg, M_3, N_2 und N_3

Wird in nur einem Gang geprüft, ist das Endergebnis gleich dem Zwischenergebnis. Wird in zwei Gängen geprüft, ist das Endergebnis das arithmetische Mittel aus den Zwischenergebnissen.

3.2. **Messung des Standgeräuschs**

3.2.1. *Schallpegel in der Umgebung des Fahrzeugs*

Die Messergebnisse sind in dem in Anhang 9 genannten Prüfbericht festzuhalten.

3.2.2. *Akustische Messungen*

Für die Messungen ist ein Präzisions-Schallpegelmesser oder ein entsprechendes Messsystem nach Absatz 1.1 dieses Anhangs zu verwenden.

3.2.3. *Prüfgelände — Umgebungsbedingungen (siehe Anlage zu Anhang 3, Abbildung 1)*

3.2.3.1. In der Nähe des Mikrofons darf kein Hindernis vorhanden sein, das das Schallfeld beeinflussen kann, zwischen Schallquelle und Mikrofon darf sich keine Person aufhalten, und der messende Beobachter muss so stehen, dass eine Beeinflussung der Anzeige des Messgerätes ausgeschlossen ist.

3.2.4. *Störgeräusche und Windeinflüsse*

Der Pegel des Hintergrundgeräuschs (einschließlich Windgeräusch) muss mindestens 10 db(A) unter dem zu messenden Geräuschpegel liegen. Das Mikrofon kann mit einem geeigneten Windschutz versehen werden, sofern dessen Wirkung auf die Empfindlichkeit des Mikrofons berücksichtigt wird (siehe Absatz 1.1 dieses Anhangs).

3.2.5. *Messverfahren*

3.2.5.1. Art und Zahl der Messungen

Der höchste Schallpegel, ausgedrückt in Dezibel nach der Bewertungskurve A, ist während des Betriebsablaufes nach Absatz 3.2.5.3.2.1 zu messen.

An jedem Messpunkt sind mindestens drei Messungen vorzunehmen.

3.2.5.2. Aufstellung und Vorbereitung des Fahrzeugs

Das Fahrzeug ist in der Mitte des Prüfgeländes aufzustellen. Der Gangwahlhebel muss sich in Leerlaufstellung befinden, die Kupplung muss eingerückt sein. Ist dies konstruktionsbedingt nicht möglich, so ist das Fahrzeug nach den Angaben des Herstellers für die Prüfung des Motors bei stehendem Fahrzeug zu prüfen. Vor jeder Messreihe ist der Motor nach den Angaben des Herstellers auf normale Betriebsbedingungen zu bringen.

Ist das Fahrzeug mit automatisch gesteuerten Lüftern ausgestattet, so darf bei den Messungen des Schallpegels nicht in die Steuerautomatik eingegriffen werden.

Ist eine Motorhaube oder Motorraumabdeckung vorhanden, muss sie geschlossen sein.

3.2.5.3. Geräuschmessung im Nahfeld des Auspuffs (siehe Anlage zu Anhang 3, Abbildung 1)

3.2.5.3.1. Anordnung des Mikrofons

3.2.5.3.1.1. Das Mikrofon ist in einem Abstand von 0,5 m ± 0,01 m von dem in Abbildung 1 der Anlage zu Anhang 3 dargestellten Bezugspunkt des Auspuffrohres und in einem Winkel von 45° ± 5° zur Achse des Auspuffendrohrs und in Höhe des Bezugspunktes, mindestens jedoch 0,2 m über dem Boden aufzustellen. Die Bezugsachse des Mikrofons muss parallel zum Boden verlaufen und auf den Bezugspunkt an der Auspuffmündung ausgerichtet sein. Sind zwei Mikrofonstellungen möglich, so ist diejenige mit dem größeren seitlichen Abstand von der Längsmittelebene des Fahrzeugs zu wählen. Bildet die Achse des Auspuffendrohrs einen rechten Winkel mit der Längsmittelebene des Fahrzeugs, so ist das Mikrofon an dem Punkt aufzustellen, der am weitesten vom Motor entfernt ist.

3.2.5.3.1.2. Bei Auspuffanlagen mit mehreren Mündungen, deren Abstand größer als 0,3 m ist, ist für jede Mündung eine Messung vorzunehmen. Der größte gemessene Wert ist festzuhalten.

3.2.5.3.1.3. Bei Auspuffanlagen mit mehreren Mündungen, deren Abstand nicht größer als 0,3 m ist und die mit demselben Schalldämpfer verbunden sind, ist nur eine Messung vorzunehmen, wobei das Mikrofon auf die Mündung auszurichten ist, die der Fahrzeugaußenseite am nächsten liegt oder, falls dies nicht zutrifft, auf die Mündung, die am höchsten über dem Boden liegt.

3.2.5.3.1.4. Bei Fahrzeugen mit senkrechtem Auspuffendrohr (z. B. bei Nutzfahrzeugen) ist das Mikrofon in Höhe der Auspuffmündung anzuordnen. Die Mikrofonachse ist senkrecht und nach oben zu richten. Das Mikrofon muss sich in einem Abstand von 0,5 m ± 0,01 m vom Bezugspunkt des Auspuffrohrs, jedoch mindestens 0,2 m von der der Auspuffmündung am nächsten liegenden Fahrzeugseite befinden.

3.2.5.3.1.5. Liegt die Auspuffmündung unter dem Boden des Fahrzeugs, so ist das Mikrofon mindestens 0,2 m vom nächstgelegenen Teil des Fahrzeugs entfernt, so nahe wie möglich am Bezugspunkt des Auspuffs, jedoch mindestens 0,5 m von ihm entfernt und in einer Höhe von 0,2 m über dem Boden und so zu platzieren, dass es nicht vom Abgasstrom erfasst wird. Es kann in einigen Fällen unmöglich sein, den in Absatz 3.2.5.3.1.1 genannten Winkel einzuhalten.

3.2.5.3.2. Betriebsbedingungen des Motors

3.2.5.3.2.1. Solldrehzahl

Die Solldrehzahl beträgt:

— 75 % der Drehzahl S bei einer Nenndrehzahl ≤ 5 000 min^{-1}

— 3 750 min^{-1} bei einer Nenndrehzahl über 5 000 min^{-1} und unter 7 500 min^{-1}

— 50 % der Drehzahl S bei einer Nenndrehzahl ≥ 7 500 min^{-1}

Lässt sich die erforderliche Drehzahl nicht erreichen, so gilt als Solldrehzahl für die Messung des Standgeräuschs die höchste mögliche Motordrehzahl, vermindert um 5 %.

3.2.5.3.2.2. Prüfverfahren

Die Motordrehzahl ist allmählich von der Leerlaufdrehzahl bis zum Sollwert zu steigern und mit einer Toleranz von ± 3 % auf dem Sollwert zu halten. Dann ist die Drosseleinrichtung schlagartig in Leerlaufstellung zu bringen und die Motordrehzahl auf Leerlaufdrehzahl zurückfallen zu lassen. Der Schallpegel ist während eines Betriebsablaufes zu messen, der ein Halten auf Solldrehzahl während 1 Sekunde und die gesamte Dauer des Drehzahlabfalls umfasst. Als Prüfergebnis gilt der höchste Anzeigewert des Messgerätes, mathematisch gerundet auf die erste Dezimalstelle.

3.2.5.3.2.3. Validierung der Prüfung

Die Messung ist gültig, wenn die Motordrehzahl während mindestens 1 Sekunde um nicht mehr als ± 3 % vom Sollwert abweicht.

3.2.6. *Ergebnisse*

An jedem Messpunkt sind mindestens drei Messungen vorzunehmen. Der bei jeder der drei Messungen abgelesene höchste A-bewertete Schalldruckpegel ist festzuhalten. Zur Ermittlung des Ergebnisses für den jeweiligen Messpunkt werden die ersten drei aufeinander folgenden gültigen Messwerte (Voraussetzungen für die Gültigkeit: siehe die nicht die Beschaffenheit des Prüfgeländes betreffenden Bestimmungen des Absatzes 2.1) herangezogen, die sich nach Streichung der ungültigen Werte ergeben und die in einem Bereich von nicht mehr als 2 dB(A) streuen. Als Endergebnis gilt der höchste Geräuschpegel aller Messungen in allen Messpunkten.

1. Kontaktinformationen

Dipl. Ing. Sebastian Fuchs

Email:

Schaden@sdf-gmbh.com

2. Firmeninformationen

SDF GmbH & Co. KG
Strehlener Str. 77
01069 Dresden
Deutschland