

**Messverfahren zur Bestimmung der Stickstoffdioxidemissionen von Dieselmotoren mit Partikelminderungssystem**

## **Allgemeine Ausführungen und Erläuterungen:**

Das nachfolgende Verfahren dient der Bestimmung der Stickstoffdioxid( $\text{NO}_2$ -)Emissionen von Nutzfahrzeugen und mobilen Geräten und Maschinen mit nachgerüstetem Partikelminderungssystem. Durch entsprechende Informationen über das Emissionsverhalten soll der Einsatz von Partikelminderungssystemen, die eine geringere Neigung zur Bildung von  $\text{NO}_2$  aufweisen, verstärkt werden.

Für die Bestimmung der  $\text{NO}_2$ -Emissionsveränderung wird das System mit dem größten  $\text{NO}_2$ -Bildungspotential untersucht. Für die zu untersuchenden Partikelminderungssysteme gilt:

- Die Partikelminderungssysteme verfügen über eine Zulassung nach Anlage XXVII zur Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (Anlage XXVII zur StVZO).
- Das zu untersuchende System umfasst das Partikelminderungssystem mit dem größten aktiven Volumen und, sofern vorhanden, den vorgeschalteten Katalysator (DOC) mit der höchsten aktiven Oberfläche.
- Es wird weiterhin das Partikelminderungssystem mit dem höchsten Edelmetallgehalt bezogen auf das Gewicht des Filters bzw. mit der höchsten Edelmetallbeschichtung im Lieferumfang des Herstellers vermessen.
- Die Anbringung des zu untersuchenden Systems ist so zu wählen, dass die innerhalb des Verwendungsbereichs günstigsten Bedingungen zur Bildung von  $\text{NO}_2$  bestehen.
- Das zu untersuchende Partikelminderungssystem muss unbeladen sein und darf nicht länger als 50 Stunden eingefahren bzw. gealtert worden sein.

Weitere Anforderungen, bspw. hinsichtlich der Zusammensetzung der Beschichtung des Partikelminderungssystems, sind Punkt 2.2 zu entnehmen.

Hinsichtlich der Bildung von Systemfamilien für Partikelminderungssysteme gelten die Anforderungen nach Punkt 5 dieser Vorschrift.

Der Hersteller des Partikelminderungssystems bestätigt, dass das zu untersuchende System die in der messtechnischen Vorschrift festgelegten Anforderungen (u. a. hinsichtlich Volumen, Edelmetallbeladung und Laufzeit) vollständig erfüllt. Ebenso ist eine Kopie des Prüfberichts für die Zulassung des Partikelminderungssystems nach Anlage XXVII zur StVZO beizulegen.

Der Nachweis über die  $\text{NO}_2$ -Emission erfolgt nach dem im Folgenden beschriebenen Prüfverfahren und wird in Form eines standardisierten Prüfberichtes eines akkreditierten Technischen Dienstes oder Prüfers für den Kraftfahrzeugverkehr oder eines Kraftfahrzeugsachverständigen oder Angestellten übermittelt.

Ist ein Partikelminderungssystem für mehrere Motoren gleicher Hubraumklasse nach Anlage XXVII zur StVZO geprüft und zugelassen, muss der Nachweis über die  $\text{NO}_2$ -Emission nur an einem Motor dieser Hubraumklasse erfolgen.

Die Bestimmung der  $\text{NO}_2$ -Emissionen nach dem vorliegenden Messverfahren muss durch einen akkreditierten Technischen Dienst oder Prüfer für den Kraftfahrzeugverkehr oder durch einen Kraftfahrzeugsachverständigen oder Angestellten erfolgen.

# Messtechnische Vorschrift zur Bestimmung der Stickstoffdioxidemissionen von Dieselmotoren mit Partikelminderungssystem

## *1. Allgemeines*

### *1.1 Anwendungsbereich*

Diese Vorschrift regelt die Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Verwendung von Partikelminderungssystemen, die für eine Nachrüstung von mit Selbstzündungsmotor angetriebenen Nutzfahrzeugen oder mobilen Maschinen und Geräten, für die oder deren Motor die StVZO § 47 Abs. 6 oder Abs. 8b gilt, vorgesehen sind.

Im Sinne dieser Vorschrift gelten als Kraftfahrzeuge

- Kraftfahrzeuge der Klasse M, ausgenommen Personenkraftwagen (M<sub>1</sub>)
- Kraftfahrzeuge der Klasse N

nach Anhang II Abschnitt A und Abschnitt C der Richtlinie 70/156/EWG vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger (ABl. EG Nr. L 42 S. 1), die durch die Richtlinie 2001/116/EG vom 20. Dezember 2001 (ABl. EG 2002 Nr. L 18 S. 1) geändert worden ist, die mit Selbstzündungsmotor angetrieben und mit Dieselmotorkraftstoff nach der Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen und zur Änderung der Richtlinie 93/12/EWG des Rates (ABl. EG Nr. L 350 S. 58), geändert durch die Richtlinie 2003/17/EG vom 3. März 2003 (ABl. EU Nr. L 76 S. 10), betrieben werden, sowie selbstfahrende Arbeitsmaschinen gemäß §12 FZV, die mit Selbstzündungsmotor angetrieben werden.

## ***1.2 Begriffsbestimmungen und Abkürzungen***

### **ESC-Prüfzyklus:**

Prüfzyklus – bestehend aus 13 stationären Prüfphasen – nach Anhang III Anlage 1 der Richtlinie 2005/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. September 2005 (ABl. EU Nr. L 275 S. 1) zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Emission gasförmiger Schadstoffe und luftverunreinigender Partikel aus Selbstzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen und die Emission gasförmiger Schadstoffe aus mit Flüssiggas oder Erdgas betriebenen Fremdzündungsmotoren zum Antrieb von Fahrzeugen in der Fassung der Richtlinie 2006/51/EG der Kommission vom 6. Juni 2006 (ABl. EU Nr. L 152 S. 11).

### **ETC-Prüfzyklus:**

Prüfzyklus – bestehend aus instationären, wechselnden Phasen – nach Anhang III Anlage 2 der Richtlinie 2005/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. September 2005 (ABl. EU Nr. L 275 S. 1) in der Fassung der Richtlinie 2006/51/EG der Kommission vom 6. Juni 2006 (ABl. EU Nr. L 152 S. 11).

### **NRTC:**

Dynamischer Test für mobile Maschinen und Geräte nach Anhang III Nr. 4 der Richtlinie 97/68/EG in der Fassung der Richtlinie 2004/26/EG.

### **Partikelminderungssystem:**

Eine Abgasnachbehandlung zur Verringerung der Partikelemission durch mechanische und/oder aerodynamische Separation sowie durch Diffusions- und/oder Trägheitseffekte. Motorspezifische Änderungen an Bauteilen und elektronischen Bauteilen und elektronischen Komponenten zählen nicht zu den Partikelminderungssystemen. Sind jedoch für die Nachrüstung mit dem PMS zusätzliche Maßnahmen an emissionsrelevanten Bauteilen und/oder Systemkomponenten, wie beispielsweise eine Änderung der Abgasrückführungs(AGR)-Regelung zu weiteren einwandfreien Funktion notwendig, muss hierfür eine Freigabe durch den Motorenhersteller vorliegen.

### **Rückhaltegrad:**

Verhältnis von zurückgehaltener Partikelmasse durch das Partikelminderungssystem zu der Partikelmasse im Ausgangszustand des Fahrzeugs, gemessen im ESC-Prüfzyklus für PMK 0 und PMK 1 und im ETC Prüfzyklus für PMK 2 bzw. im NRSC-Zyklus für PMK 0, PMK 1 und NRTC-Zyklus für PMK 2 und berechnet nach der Formel in Nummer 5.1 oder Nummer 6.1 von Anlage XXVII zur StVZO.

#### Abkürzungen:

ABE	Allgemeine Betriebserlaubnis
CLD	Chemilumineszenzdetektor
DOC	Diesel Oxidation Catalyst (Dieseloxidationskatalysator)
ESC	European steady state Cycle, Europäischer stationärer Zyklus
ETC	European Transient Cycle; Europäischer transienter Zyklus
FTIR	Fourier-Transformations-Infrarot-Spektrometer
HC	Hydrocarbon, Kohlenwasserstoffe
HCLD	Heated Chemiluminescence Detector, beheizter Chemilumineszenzdetektor
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
LLK	Ladeluftkühler
N <sub>2</sub>	Stickstoff
NO*	Stickstoffmonoxid (berechnet über Dichte NO)
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid (berechnet nach RiLi 2005/55/EG über das Verhältnis von NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> aus dem nach RiLi 2005/55 bestimmten NO <sub>x</sub> -Wert)
NO <sub>2</sub> *	Stickstoffdioxid (berechnet mit Dichte NO <sub>2</sub> )
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxide (berechnet nach RiLi 2005/55/EG)
NO <sub>x</sub> *	Stickstoffoxide (Summe NO* und NO <sub>2</sub> *)
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
PM	Particulate Matter, Partikelmasse
StVZO	Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung
PMS	Partikelminderungssystem
V <sub>fl</sub>	größtes angewendetes aktives Volumen aus Partikelminderungssystem und, sofern vorhanden, vorgeschaltetem Katalysator mit der größten aktiven Oberfläche

## 2. Auswahl des Prüfmotors und des Partikelminderungssystems

Nachfolgend wird das Verfahren zur Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Emissionen aus den zu prüfenden Motoren beschrieben. Für die Prüfung ist der Motor auf einem Motorenprüfstand aufzubauen und an die Abgasanalyseanlage anzuschließen.

### 2.1. Motorauswahl

Für die Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Emissionen ist die Größe des Prüfmotors auf das zu untersuchende Partikelminderungssystem abzustimmen. Der Motor muss hierbei aus dem in der ABE angegebenen Verwendungsbereich für das Partikelminderungssystem stammen. Nach Möglichkeit soll der Motor zudem bereits zur Zulassung nach Anlage XXVII StVZO für das Partikelminderungssystem verwendet worden sein und von 100 % bis 60 % Leistung des Stammmotors im Verwendungsbereich aufweisen (Stammmotor einer Motorenfamilie nach Anhang I Nummer 8 der Richtlinie 2005/55/EG bzw. Anhang I Nr. 7 der in Nummer 7.1.2 der Richtlinie 2005/55/EG).

#### 2.1.1 Motoren für Nutzfahrzeuge

Die ausgewählten Prüfmotoren für die Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Emissionen im Nutzfahrzeugbereich müssen gemäß der Richtlinie 88/77/EWG i. d. F. 1999/96/EG bzw. 2001/27/EG, Zeile A (EURO III), typgenehmigt sein. Bei der Verwendung von Nutzfahrzeugdieselmotoren der Stufe Euro III<sup>1</sup> müssen zusätzlich zur Einhaltung der entsprechenden Grenzwerte der Richtlinie 88/77/EWG auch die HC- und NO<sub>2</sub>-Rohemissionen des ausgewählten Motors in den in Tabelle 1 angegebenen Bereichen liegen<sup>2</sup>. Die gemessenen Emissionen sind im Prüfbericht anzugeben. Die Rohemissionen der Prüfmotoren werden vor der NO<sub>2</sub>-Bestimmung mit Partikelminderungssystem im ETC und ESC ermittelt. Alternativ können in Absprache mit dem beauftragten Technischen Dienst auch bereits vorliegende belastbare Daten zum Emissionsverhalten des Prüfmotors verwendet werden. In diesem Fall ist der Nachweis zu erbringen, dass die zu verwendenden Messungen gemäß der Vorgaben der Richtlinie 2005/55/EG im ETC und ESC durchgeführt wurden und die Rohemissionen in beiden Zyklen innerhalb der geforderten Bereiche lagen. Weiterhin ist durch den Technischen Dienst sicherzustellen, dass keine zwischenzeitliche Veränderung des Emissionsverhaltens des Prüfmotors eingetreten ist.

Tabelle 1: HC- und NO<sub>2</sub>-Emissionsbereiche für verwendete Prüfmotoren

GW-Stufe		HC in g/kWh	NO <sub>2</sub> in g/kWh
EURO III (Einzelzylinderhubvolumen: bis 800 cm <sup>3</sup> )	ESC	0,20-0,40	0,40-0,50
	ETC	0,10-0,25	0,70-0,80
EURO III (Einzelzylinderhubvolumen: ab 800 cm <sup>3</sup> )	ESC	0,05-0,20	0,15-0,20
	ETC	0,10-0,25	0,20-0,30
EURO III (Motoren mit AGR-System <sup>3</sup> )	ESC		
	ETC		

<sup>1</sup> Ist die Verwendung eines Euro II-Motors notwendig, erfolgt dies in Absprache mit dem Umweltbundesamt.

<sup>2</sup> Liegen die HC-Emissionen eines Prüfmotors unter den in Tabelle 1 angegebenen Werten, ist eine Absprache über die Verwendung der Motoren mit dem Umweltbundesamt erforderlich.

<sup>3</sup> Aufgrund bislang fehlender Angaben ist für Motoren mit AGR bislang keine Festlegung möglich. Der Einsatz von Motoren mit AGR-System ist deshalb erst nach Festlegung entsprechender Emissionsbereiche durch das Umweltbundesamt möglich.

Dem Prüfbericht ist für den Prüfmotor ein allen Punkten der Anlage XXVII entsprechender Beschreibungsbogen zum System beizufügen.

### **2.1.2 Motoren für mobile Maschinen und Geräte**

Die verwendeten Motoren im Bereich der mobilen Maschinen und Geräte müssen die Grenzwerte der Grenzwertstufe, nach der sie typgeprüft sind, einhalten. Grundlage für die Überprüfung der Rohemissionen ist der Prüfzyklus Typ C1 nach ISO 8178-4.

Für Partikelminderungssysteme mit Rückhaltegrad > 90 % im C1-Zyklus der ISO 8178-4, welche ausschließlich in mobilen Geräten und Maschinen zum Einsatz kommen, die nicht am öffentlichen Straßenverkehr teilnehmen, kann ein Prüfmotor der Abgasstufe II der Richtlinie 97/68/EG in der jeweils gültigen Fassung verwendet werden. Ein solcher Motor kann auch verwendet werden, falls eine KBA-Zulassung für das Partikelminderungssystem (Rückhaltegrad > 90 % im C1-Zyklus der ISO 8178-4) für mobile Maschinen und Geräte nach Anlage XXVII vorliegt und deren Motoren in Bezug auf das Zylinderhubvolumen keine Entsprechung bei Nutzfahrzeugen haben.

## **2.2 Auswahl und Anbringung des zu untersuchenden Systems**

Es wird das System mit dem größten NO<sub>2</sub>-Bildungspotential untersucht.

Es ist das System bestehend aus dem Partikelminderungssystem mit dem größten aktiven Volumen und, sofern vorhanden, dem vorgeschalteten Katalysator (DOC) mit der größten aktiven Oberfläche, zu untersuchen.

Es ist das System mit der maximalen Beschichtung (g/ft<sup>3</sup>) und der maximalen Gesamtmetallbeladung zu untersuchen. Bietet ein Hersteller Systeme mit unterschiedlichen Metallzusammensetzungen bzw. Pt-Gehalten an, muss das zu untersuchende System nach folgenden Kriterien ausgewählt werden:

- Platinanteil  $\geq 10$  % der Gesamtmetallbeladung:
  - o Testmuster muss die maximale Platinbeladung und den bei diesem Plattingehalt auftretenden maximalen Gehalt anderer Edelmetalle enthalten.
- Platinanteil  $\leq 10$  % der Gesamtmetallbeladung:
  - o Testmuster muss den maximalen Gehalt an Edelmetallen haben, Platin darf nicht Null sein.

Enthalten die zu untersuchenden Partikelminderungssysteme kein Platin, muss das System mit der maximalen Gesamtmetallbeladung untersucht werden.

Bei Partikelminderungssystemen mit Zonenbeschichtung gilt:

die Charakteristik der Lage der Zone darf im zu untersuchenden System mit der Maximalbeladung an Edelmetall nicht von den übrigen Systemen der Familie (Nummer 5) abweichen. Auch in Fall einer Zonenbeschichtung muss das System mit der höchsten spezifischen Edelmetallbeladung des aktiven Volumens verwendet werden.

Das Partikelminderungssystem ist so anzubringen, dass die kürzeste Distanz entsprechend dem Verwendungsbereich der ABE-Familie zwischen Motor und Partikelminderungssystem besteht.

Das zu untersuchende Partikelminderungssystem muss unbeladen sein und darf nicht länger als 50 Stunden eingefahren bzw. gealtert worden sein.

Bei Bildung einer Systemfamilie (Nummer 5) wird das System mit dem größten NO<sub>2</sub>-Bildungspotential innerhalb der Systemfamilie untersucht.

### ***3. Vorbereitung der Prüfung und Analytik***

Es finden die Kalibrierverfahren und Analyseverfahren gemäß Anhang III Anlage 5 der Richtlinie 2005/55/EG Anwendung. Des Weiteren ist die gesamte Probenahmestrecke, beginnend von der Probenahme bis zum Eingang in den Analysator, so zu beheizen, dass eine mögliche Kondensation vermieden wird. Die Verwendung eines Gastrocknungsgerätes, ebenso wie die Anwendung chemischer Trockner zur Entfernung von Wasser vor der NO<sub>2</sub>-Messung aus der Probe, ist nicht zulässig. Für die Verwendung alternativer Analyseverfahren gelten die Anforderungen gemäß Anhang I Abschnitt 6.2 der Richtlinie 2005/55/EG.

Wird ein CLD verwendet, muss es sich um einen beheizten Chemilumineszenzdetektor mit einem NO<sub>2</sub>/NO-Konverter handeln. Dieser muss über zwei parallele Messkammern verfügen, um zeitgleich kontinuierlich NO<sub>x</sub> und NO zu bestimmen. Die Verwendung von zwei Einzelgeräten, welche parallel geschaltet werden, ist nicht zulässig.

### ***4. Messverfahren zur Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Emissionen***

#### ***4.1 Konditionierung***

##### ***4.1.1 Konditionierung des Prüfmotors***

Mit der Vorkonditionierungsphase soll verhindert werden, dass die anstehende Messung durch aus einer früheren Prüfung stammende Ablagerungen in der Auspuffanlage beeinflusst wird. Der Motor ist hierzu gemäß Richtlinie 2005/55/EG mit Höchstleistung warm zu fahren, um die Motorkennwerte entsprechend den Empfehlungen des Herstellers zu stabilisieren. Die angegebene Höchstleistung ( $P_{max}$ ) ist die vom Hersteller in seinem Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung angegebene Höchstleistung (Nutzleistung) gemäß Richtlinie 80/1269/EG. Wenn der Motor stabilisiert ist, muss der erste Testzyklus, der innerstädtische Anteil des ETC, innerhalb von 20 Sekunden nach der Vorkonditionierungsphase begonnen werden.

##### ***4.1.2 Konditionierung des Partikelminderungssystems***

Die Konditionierung des Partikelminderungssystems erfolgt mindestens 60 Minuten lang bei Nenndrehzahl und maximalem Drehmoment.

#### ***4.2 Bestimmung der gasförmigen Bestandteile und der Partikel***

Für die Bestimmung der gasförmigen Emission wird ein Analysesystem im Rohabgas oder im verdünnten Abgas eingesetzt. Die Bestimmung von Partikeln und gasförmigen Bestandteilen erfolgt nach den Vorgaben der Richtlinie 2005/55/EG. Die Sonde für die Entnahme der gasförmigen Emissionen ist im Verdünnungstunnel nahe der Partikel-Probennahmesonde und an einer Stelle anzubringen, wo Verdünnungsluft und Abgas gut vermischt sind.

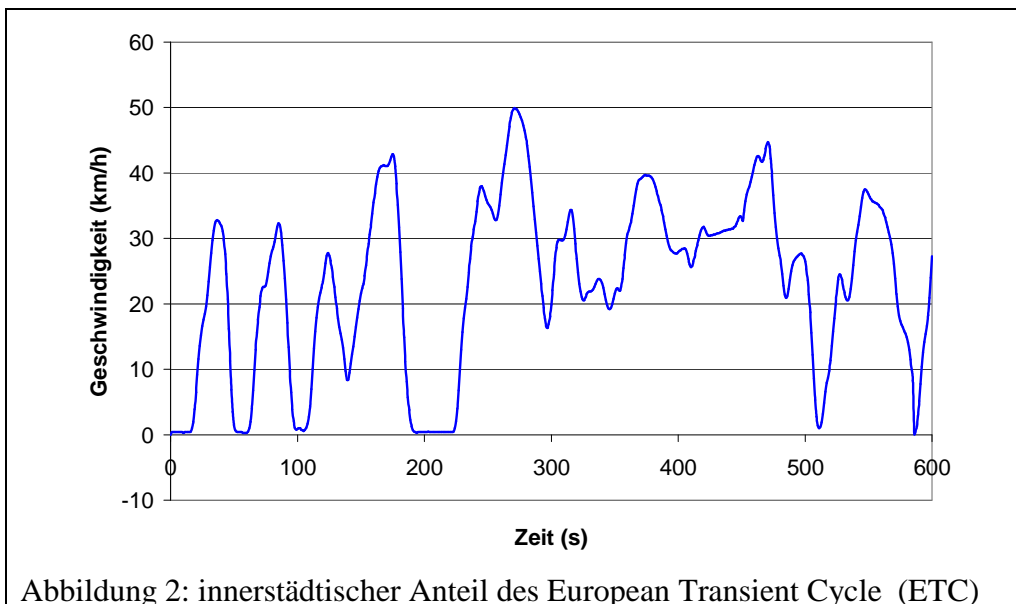


### 4.3 Prüfzyklen

Es wird unterschieden zwischen Partikelminderungssystemen, welche für Nutzfahrzeuge zugelassen sind, und Partikelminderungssystemen, welche für die Anwendung bei mobilen Maschinen und Geräten bestimmt sind. Für Nutzfahrzeuge ist als Testzyklus der innerstädtische Anteil des ETC-Zyklus, der dem innerstädtischem Fahrbetrieb von Motoren in Nutzfahrzeugen angenähert ist, zu verwenden. Für mobile Maschinen und Geräte findet der NRTC-Prüfzyklus Anwendung. Für Partikelminderungssysteme, welche sowohl für die Nutzung in mobilen Maschinen und Geräten als auch in Nutzfahrzeugen zugelassen sind, müssen beide Zyklen absolviert und beide Ergebnisse protokolliert werden.

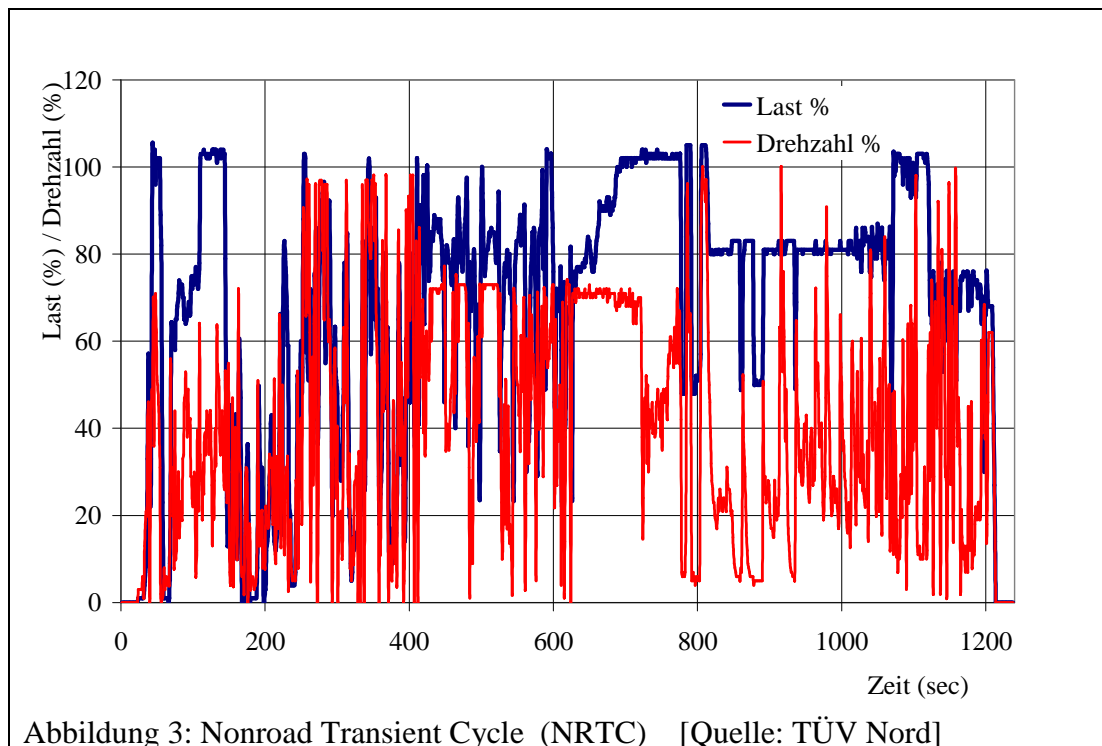
#### 4.3.1 Innerstädtischer ETC-Anteil für Nutzfahrzeuge

Die  $\text{NO}_2$ -Emissionen sind während der ersten 600 Sekunden des dynamischen ETC-Zyklus nach dem Partikelminderungssystem zu messen. Die Messungen erfolgen bei betriebswarmem Motor.



### 4.3.2 NRTC für mobile Maschinen und Geräte

Für die Bestimmung der NO<sub>2</sub>-Emissionen der für mobile Maschinen und Geräte zugelassenen Partikelminderungssysteme wird der NRTC-Prüfzyklus verwendet.



### 4.3.3 Bestimmung der Emissionen

Anhand der vom Motorprüfstand kommenden Rückführsignale, in Bezug auf Motordrehmoment und -drehzahl, ist die Leistung hinsichtlich der Zyklusdauer, aus der sich die vom Motor während des Zyklus erzeugte Arbeit ergibt, zu integrieren. Durch Integration des Analysatorsignals wird die über den Zyklus aufgetretene NO/NO<sub>2</sub>-Konzentration bestimmt. Zur Berechnung der Massenemissionswerte der Schadstoffe ist der ist der Massendurchsatz des Abgases (für das Rohabgas) bzw. der Massendurchsatz des verdünnten Abgases über den Zyklus zu bestimmen. Die Massenemissionswerte sind in Beziehung zur Motorarbeit zu setzen, um für die einzelnen Schadstoffe die je Kilowattstunde freigesetzte Menge in Gramm zu errechnen.

Weiterhin gilt:

nach der Konditionierung des Motors bzw. des Motors mit Partikelminderungssystem werden je 3 Prüfzyklen als Messzyklus durchgeführt. NO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>\*, NO\*, NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>\*, CO, HC und PM werden, wie in dieser Prüfvorschrift vorgegeben, für alle drei Zyklen separat bestimmt. Die Varianz der NO<sub>2</sub>-Emissionen darf nicht über 15 % liegen. Sollte eine höhere Varianz auftreten, muss ein zusätzlicher Messzyklus absolviert werden. Können aus den vier vorliegenden Messergebnissen 3 ausgewählt werden, welche eine Varianz bis zu 15 % haben, sind diese zur Mittelwertbestimmung heranzuziehen. Alle 4 Messergebnisse sind im Prüfbericht anzugeben. Wird die Varianz wieder überschritten, müssen die Analysegeräte einer erneuten Kalibrierung unterzogen und der Motor erneut konditioniert werden.

$$\text{Varianz} = \frac{\text{Standardabweichung}(x_n)}{\text{Mittelwert}(X_n)}$$

mit:

$$x_n = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}} \quad \text{und} \quad X_n = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots x_n) / n$$

Mit n = Anzahl der Messwerte, x = jeweiliger Einzelmesswert

#### **4.3.3.1 Bestimmung der Rohemissionen der Prüfmotoren ohne Partikelminderungssystem**

Die Rohemissionen der Prüfmotoren werden nach den Vorgaben der Richtlinie 2005/55/EG im entsprechenden Fahrzyklus bestimmt. Werden bei Motoren für mobile Geräte und Maschinen die Grenzwerte der jeweiligen Grenzwertstufe, sowie bei Nutzfahrzeugmotoren zusätzlich die in Tabelle 1 angegebenen Grenzwerte eingehalten, können die Motoren für die NO<sub>2</sub>-Prüfung verwendet werden.

Anschließend werden - als Grundlage zur Bestimmung der Veränderung der NO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Einsatz von Partikelminderungssystemen - die Emissionen der Prüfmotoren ohne Partikelminderungssystem in folgenden Zyklen bestimmt:

- Motoren die ausschließlich in Nutzfahrzeugen zum Einsatz kommen: innerstädtischer Anteil des ETC-Zyklus.
- Motoren für mobile Maschinen und Geräte: NRTC-Zyklus. Bei Anwendung dieser Motoren auch bei Nutzfahrzeugen ist zusätzlich im innerstädtischen ETC-Anteil zu prüfen.

#### **4.3.3.2 Bestimmung der Emissionen mit Partikelminderungssystem**

Nach der Konditionierung des Partikelminderungssystems (Abschnitt 4.1.2) werden je 3 Prüfzyklen als Messzyklus durchgeführt. Der erste Testzyklus ist dabei möglichst innerhalb von 20 Sekunden jedoch spätestens nach Erreichen der vorgegeben Prüfbedingungen zu beginnen. NO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>\*, NO\*, NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>\*, CO, HC und PM werden, wie in dieser Prüfvorschrift vorgegeben, für alle drei Zyklen separat bestimmt. Als Prüfzyklen werden je nach Anwendungsbereich der Partikelminderungssysteme folgende verwendet:

- Partikelminderungssysteme für Motoren die ausschließlich in Nutzfahrzeugen zum Einsatz kommen: innerstädtischer Bereich des ETC-Zyklus.
- Partikelminderungssysteme für Motoren für mobile Maschinen und Geräte: NRTC-Zyklus und (bei Anwendungen auch für Nutzfahrzeuge) den innerstädtischen ETC-Anteil.

### **4.4 Berechnung der spezifischen Emissionen**

Die Berechnung der spezifischen Emissionen ausgehend von den Emissionsmassendurchsätzen erfolgt nach Richtlinie 2005/55/EG.

#### **Berechnung der Emissionsmassendurchsätze**

i) für das Rohabgas:

$$m_{\text{gas}} = u_{\text{gas}} \times c_{\text{gas}} \times q_{\text{mew}}$$

$u_{gas}$  = Verhältnis von Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils und Dichte des Abgases  
 $c_{gas}$  = Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, gemessen im Abgas, in ppm  
 $q_{mew}$  = Massendurchsatz des Abgases, in kg/h

ii) für das verdünnte Abgas:

$$m_{gas} = u_{gas} \times c_{gas,c} \times q_{mdew}$$

$u_{gas}$  = Verhältnis von Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils und Dichte der Luft  
 $c_{gas,c}$  = hintergrundkorrigierte Konzentration des jeweiligen Abgasbestandteils, gemessen im verdünnten Abgas, in ppm  
 $q_{mdew}$  = Massendurchsatz des verdünnten Abgases, in kg/h

Die Stickstoffoxide werden ebenfalls nach den Angaben in Anlage XXVII bzw. Richtlinie 2005/55 berechnet. Im Einzelnen bedeutet dies:

NO<sub>x</sub>: Ermittlung und Berechnung nach Vorgaben der Richtlinie 2005/55/EG

NO<sub>2</sub>: Ermittlung und Berechnung nach Vorgaben der Richtlinie 2005/55/EG bzw. Anlage XXVII StVZO.

Zusätzlich sollen aus den gemessenen Konzentration des jeweiligen Stickstoffoxid-Abgasbestandteils (in ppm) die Massendurchsätze für NO\*, NO<sub>2</sub>\* auf Grundlage der wahren Dichte berechnet werden. Die Verhältnisse der Dichte des jeweiligen Abgasbestandteils (NO\* bzw. NO<sub>2</sub>\*) und der Dichte des Abgases sind in Tabelle 3 aufgeführt, wobei die Eigenschaften idealer Gase sowie die für diese Richtlinie maßgebenden Kraftstoffe zugrunde gelegt werden. Die dort angegebenen  $u_{gas}$  –Werte sind für die Berechnung heranzuziehen. Aus den errechneten Emissionsmassendurchsätzen ist die Summe zu bilden und NO<sub>x</sub>\* zu errechnen.

NO\* Berechnung nach RiLi 2005/55/EG auf Basis der gemessenen ppm und den in Tabelle 3 angegebenen Dichteverhältnissen

NO<sub>2</sub>\* Berechnung nach RiLi 2005/55/EG auf Basis der gemessenen ppm und den in Tabelle 3 angegebenen Dichteverhältnissen

NO<sub>x</sub>\*: Summe aus NO\* und NO<sub>2</sub>\*

Tabelle 3: Werte von  $u_{gas}$  im Rohabgas und im verdünnten Abgas für verschiedene Abgasbestandteile

		NO <sub>x</sub>	NO* <sup>1</sup>	NO <sub>2</sub> * <sup>1</sup>
Diesel	verdünnt	0,001588	0,001033	0,001588
	unverdünnt	0,001587	0,001033	0,001587
Ethanol	verdünnt	0,001609	0,001047	0,001609
	unverdünnt	0,001588	0,001033	0,001588

<sup>1</sup>Berechnungsgrundlage: Dichte NO: 1,34 g/cm<sup>3</sup>  
Dichte NO<sub>2</sub>: 2,05 g/cm<sup>3</sup>

Der Partikelrückhaltegrad wird nach den Vorgaben der Anlage XXVII zur StVZO aus den gemessenen Daten des innerstädtischen ETC-Bereichs bzw. des NRTC für mobile Maschinen und Geräte berechnet und im Prüfbericht aufgeführt.

### ***5. Anforderungen an Partikelminderungssysteme zur Bildung einer Systemfamilie***

Die Bildung von Systemfamilien für Partikelminderungssysteme ist grundsätzlich möglich. Es gelten die Anforderungen nach Anlage XXVII zur StVZO, sofern diese Vorschrift keine zusätzlichen oder anderslautenden Anforderungen (bspw. hinsichtlich Beschichtung und Anbringung) festlegt.

### ***6. Kraftstoffqualität***

Die zur Prüfung der Partikelminderungssysteme heranzuziehenden Messungen erfolgen mit handelsüblichen Kraftstoffen nach Nummer 1.1. der Anlage XXVII StVZO.

## Anhang I

### Übersicht über Prüfabläufe

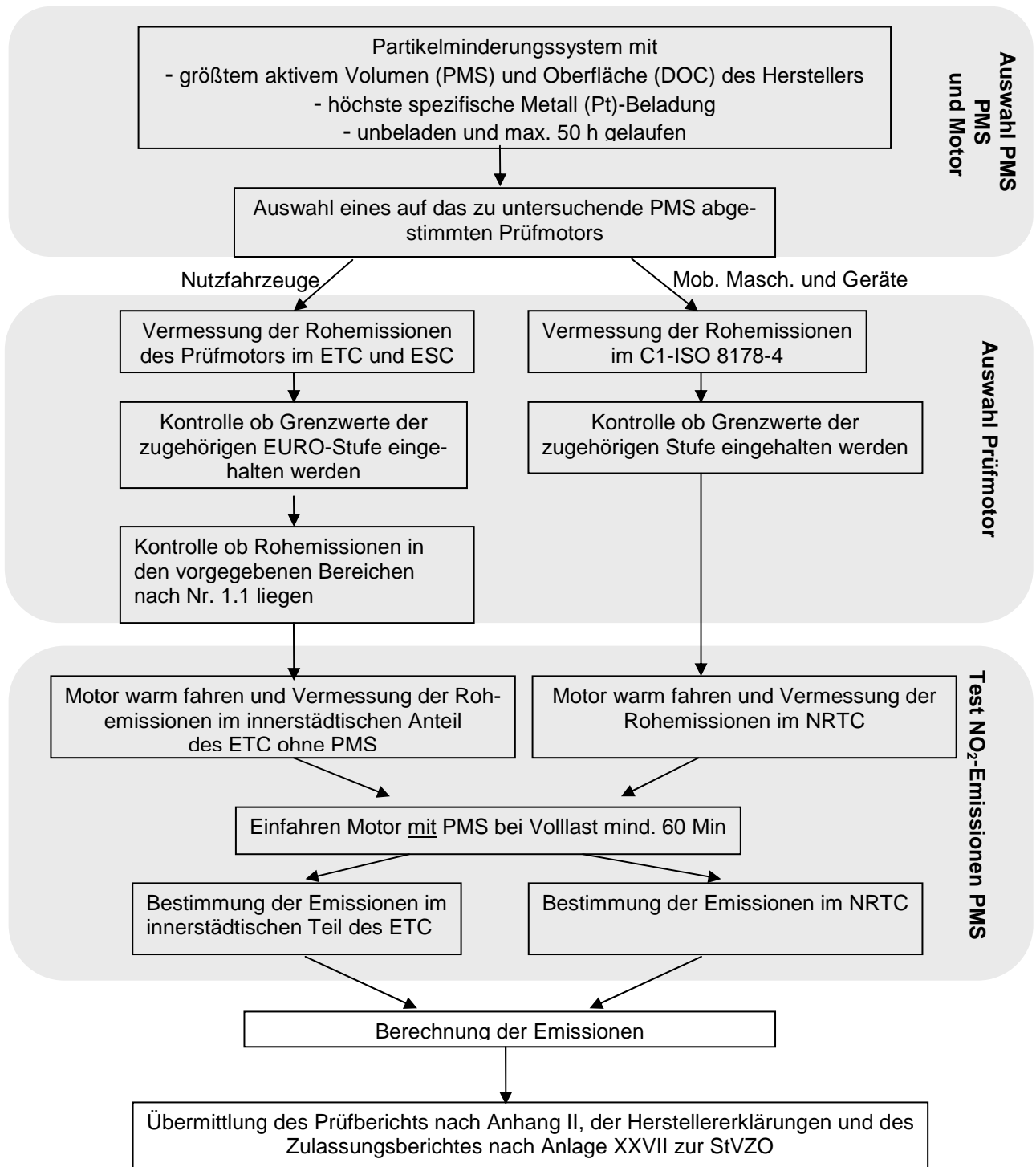


Abbildung 1: Prüfabläufe

## **Anhang II**

### **Prüfbericht**

Der Prüfbericht ist zusammen mit einer Kopie des Prüfberichtes zur Zertifizierung nach Anlage XXVII und der Bestätigung, dass es sich um das Partikelminderungssystem mit der höchsten Beschichtung innerhalb der Partikelminderungssystemfamilie handelt, vorzulegen. In dem Prüfbericht müssen folgende Angaben aufgeführt sein:

- 0.1 Name und Anschrift des Antragstellers
- 0.2 Name und Anschrift des Herstellers
- 0.3 Name und Anschrift des Prüflabors
- 1.0 Typ des Partikelminderungssystem/Partikelminderungssystemfamilie, ABE etc.
- 1.1 Ausführungen des Partikelminderungssystems
- 1.2 KBA-Nummer der ABE, Erteilungsdatum ABE
- 1.3 Art der Kennzeichnung
- 1.4 Anbringungsgegebenheiten: Abstand Partikelminderungssystem zu Turbolader
- 1.5 Temperatur der Probenahmestrecke
- 2.0 Prüfmotor
  - o Hersteller
  - o Typ
  - o Bohrung
  - o Hub
  - o Zylinderanzahl
  - o Zylinderhubraum
  - o Nennleistung
  - o Nenndrehzahl
  - o Maximales Drehmoment
  - o Drehzahl bei max. Drehmoment
  - o Aufladung
  - o Ladedruck vor LLK
  - o Ladedruck nach LLK
- 2.1 Rohemissionen des Prüfmotors
  - o Rohemissionen im ISO 8178-4 C1-Zyklus und/oder im ETC und im ESC: NO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>\*, NO\*, NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>\*, CO, HC und PM
  - o Rohemissionen im innerstädtischen Bereich des ETC-Zyklus: NO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>\*, NO\*, NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>\*, CO, HC und PM
- 2.2 Regenerationstyp des Partikelminderungssystems gemäß Anlage XXVII
- 2.3 Emissionen mit Partikelminderungssystem
  - o Emissionen im NRTC-Zyklus und /oder im innerstädtischen Bereich des ETC-Zyklus: CO, HC, NO<sub>x</sub>, NO\*, NO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>\*, NO<sub>x</sub>\*
  - o PM-Emissionen und Partikelrückhaltegrad aus dem NRTC-Zyklus für mobile Maschinen und Geräte und/oder dem innerstädtischen Bereich des ETC-Zyklus
  - o Varianz der NO<sub>2</sub>-Emission
- 3.0 Bestätigung des Herstellers über die katalytische(n) Beschichtung(en) und die Laufleistung des Partikelminderungssystems
- 4.0 Prüfbericht zur Zulassung nach Anlage XXVII StVZO