

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Messen von Ruß (Immission)
Thermografische Bestimmung des elementaren Kohlen-
stoffs nach Thermodesorption des
organischen Kohlenstoffs

VDI 2465
Blatt 2 / Part 2

Measurement of soot (ambient air)
Thermographic determination of elemental carbon after
thermal desorption of organic carbon

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

| Inhalt | Seite |
|--|-------|
| Vorbemerkung | 2 |
| Einleitung | 2 |
| 1 Anwendungsbereich | 3 |
| 2 Normative Verweise | 3 |
| 3 Begriffe | 4 |
| 4 Formelzeichen und Abkürzungen | 4 |
| 5 Grundlage des Verfahrens | 5 |
| 6 Technische Beschreibung | 6 |
| 6.1 Geräte und Betriebsmittel für die Probenahme und die thermografische Kohlenstoffbestimmung | 6 |
| 6.2 Analyseeinheit | 7 |
| 7 Durchführung der Messungen | 7 |
| 7.1 Probenahme, Transport und Lagerung | 7 |
| 7.2 Thermografische Kohlenstoffbestimmung | 9 |
| 8 Berechnung der Ergebnisse | 14 |
| 9 Verfahrenskenngrößen | 15 |
| 9.1 Blindwerte | 15 |
| 9.2 Nachweisgrenze | 16 |
| 9.3 Reproduzierbarkeit des Gesamtverfahrens | 16 |
| 9.4 Querempfindlichkeit | 17 |
| Schrifttum | 18 |

| Contents | Page |
|--|------|
| Preliminary note | 2 |
| Introduction | 2 |
| 1 Scope | 3 |
| 2 Normative references | 3 |
| 3 Terms and definitions | 4 |
| 4 Symbols and abbreviations | 4 |
| 5 Principle of the method | 5 |
| 6 Technical description | 6 |
| 6.1 Apparatus and reagents for sampling and thermographic carbon determination | 6 |
| 6.2 Analyser unit | 7 |
| 7 Measurement procedure | 7 |
| 7.1 Sampling, transport and storage | 7 |
| 7.2 Thermographic determination of carbon | 9 |
| 8 Calculation of results | 14 |
| 9 Performance characteristics | 15 |
| 9.1 Blanks | 15 |
| 9.2 Detection limit | 16 |
| 9.3 Reproducibility of the overall method | 16 |
| 9.4 Cross-sensitivity | 17 |
| Bibliography | 18 |

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL
Fachbereich Umweltmesstechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2465.

Einleitung

Die Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs sind trotz der in den vergangenen Jahrzehnten erzielten erheblichen Minderungen eine bedeutende Quelle für Luftverunreinigungen in Innenstädten [1]. Insbesondere in Straßenschluchten mit hohem Verkehrsaufkommen haben diese Emissionen durch den geringen Abstand zwischen Emittent und Rezeptor und die eingeschränkte Durchlüftung eine besondere lufthygienische Relevanz. Zur Minderung der als krebserregend eingestuft Rußemissionen wurde in der mittlerweile aufgehobenen 23. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (23. BImSchV) u. a. ein auf das Jahr bezogener Konzentrationswert als Beurteilungsmaßstab für den verkehrsbezogenen Ruß festgelegt. Durch die Übernahme der Vorschriften der EU-Luftqualitätsgesetzgebung in nationales Recht (39. BImSchV) ist der Konzentrationswert für Ruß entfallen und wurde durch Grenzwerte für Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) ersetzt. Die möglichen Auswirkungen elementaren Kohlenstoffs auf die Gesundheit der Bevölkerung und das Klima sind gut in den Übersichtsarbeiten [2; 3] beschrieben und zeigen, dass diese Komponente ungeachtet eines nicht vorhandenen Grenzwerts weiterhin von Bedeutung ist.

Ruß wird derzeit im Straßenverkehr im Wesentlichen von Kraftfahrzeugen emittiert, die mit Dieselmotoren betrieben werden. Der Schwerlastverkehr trägt dabei nach wie vor überproportional zur Emission bei.

Ruß setzt sich generell aus elementarem Kohlenstoff und primär emittierten organischen Kohlenstoffverbindungen zusammen. Der wesentliche Indikator für Produkte aus unvollständigen Ver-

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2465.

Introduction

Despite considerable improvements over the past decades, emissions from motor vehicle traffic are still a major source of air pollution in inner cities [1]. In urban street canyons with high traffic volume, these emissions are of particular relevance to air quality due to the close distance between source and receptor and reduced natural ventilation. To reduce soot emissions, which are classified as carcinogenic, an annual mean concentration level was set as an assessment criterion for traffic-related soot in the meanwhile repealed 23rd Ordinance on the Implementation of the Federal Air Pollution Control Act (23. BImSchV). As a result of the transposition of the EU ambient air quality legislation into national law (39. BImSchV), the soot concentration value has been omitted and replaced by limit values for fine particulate matter (PM₁₀, PM_{2,5}). Potential public health and climate effects of elemental carbon are well covered by systematic reviews [2; 3] which show that this component, albeit not regulated by a limit value, continues to be of relevance.

Currently, traffic-related soot is mainly emitted by diesel engine-driven motor vehicles, the heavy-duty vehicles contributing disproportionately to the emission.

Soot is basically composed of elemental carbon and primary emissions of organic carbon compounds, elemental carbon being an important indicator of products of incomplete combustion processes. The

brennungsprozessen ist dabei der elementare Kohlenstoff. Das in dieser Richtlinie beschriebene Verfahren definiert den elementaren Kohlenstoff als Anteil des Gesamtkohlenstoffs, der nach einer thermischen Desorption der organischen Kohlenstoffverbindungen durch eine daran anschließende Verbrennung gemessen wird.

Derzeit fehlen geeignete quellenspezifische Leitsubstanzen für die Routineuntersuchung von Dieselruß. Auch die chemische und physikalische Veränderung der Partikel beim Durchlaufen atmosphärischer Alterungsprozesse lässt eine Unterscheidung der Rußpartikel nach ihrer Quelle (Verkehr, Hausbrand, Industrie) auf chemisch-analytischem Wege nicht zu. Bei der Messung und Bewertung verkehrsbezogener Rußimmissionen muss daher vorausgesetzt werden können, dass Rußemissionen aus anderen Verbrennungsprozessen am Messort zu vernachlässigen oder, beispielsweise aufgrund von Emissionsfaktoren, zu quantifizieren sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt ein Verfahren zur thermografischen Bestimmung von elementarem Kohlenstoff in atmosphärischen Partikeln. Sie dient der Definition von Randbedingungen für die Messung an verkehrsbelasteten Standorten. Bei einem Einsatz des Verfahrens an anderen Standorttypen ist die Möglichkeit von Artefakten, z.B. durch einen erhöhten Anteil organischen Kohlenstoffs, zu berücksichtigen.

Die Richtlinie legt sowohl das zu verwendende Filtermaterial als auch das Temperaturprogramm zur Trennung zwischen organischen Kohlenstoffverbindungen und elementarem Kohlenstoff bei der Analyse fest.

Diese Richtlinie behandelt nicht die eigentliche Probenahme, die nach DIN EN 12341 festgelegt ist.

2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

DIN EN 12341:2014-08 Außenluft; Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 12341:2014

VDI 2449 Blatt 1:1995-02 Prüfkriterien von Meßverfahren; Ermittlung von Verfahrenskenngrößen für die Messung gasförmiger Schadstoffe (Immission)

method described in this standard defines elemental carbon as the fraction of total carbon that is measured by combustion after thermal desorption of the organic carbon compounds.

There are currently no suitable source-specific tracer substances for routine analysis of diesel soot. Moreover, the chemical and physical changes undergone by the particles in the course of the atmospheric ageing processes do not allow a source apportionment of soot particles (traffic, domestic heating, industry) by chemical analysis. The measurement and assessment of traffic-related atmospheric soot therefore presupposes that soot emissions from other combustion processes at the sampling site can be neglected or quantified on the basis of emission factors, for instance.

1 Scope

This standard describes a method for the thermographic determination of elemental carbon in atmospheric particles. It defines the general conditions for measurements at sites of high traffic density. When using the method at other types of site, the likelihood of artefacts, e.g. through an elevated fraction of organic carbon, must be taken into account.

This standard defines both the filter material and the temperature programme to be applied for the split between organic carbon compounds and elemental carbon in the analysis.

The actual sampling procedure is defined in DIN EN 12341, and is not the subject of this standard.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN EN 12341:2014-08 Ambient air; Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM₁₀ or PM_{2,5} mass concentration of suspended particulate matter; German version EN 12341:2014

VDI 2449 Part 1:1995-02 Measurement methods test criteria; Determination of performance characteristics for the measurement of gaseous pollutants (immission)