Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU

Vollzugshilfe UV-2556

Abgaswartung von Maschinen und Geräten

Wartungsanforderungen für Verbrennungsmotoren von Maschinen und Geräten ohne Strassenzulassung ab der Abgasstufe V

Stand:	08/2025, gültig ab 01.01.2026
Vorversionen:	keine
Rechtliche Grundlagen:	LRV Artikel 20*b*, Artikel 20*c* sowie Anhang 4 Ziffer 4
Anhang 1:	Vorlage Abgas-Wartungsdokument
Anhang 2:	Herleitung des Partikelanzahl-Sollwerts
Anhang 3:	Messung der Partikelanzahl bei fabrikneuen Maschinen und Geräten

Betroffene Fachgebiete

Abfall	Altlasten	Biodiversität	Biotechnologie	Boden	Chemikalien	Elektrosmog und Licht	Klima	Landschaft	Lärm	Luft	Naturgefahren	Recht	Störfälle	UVP	Wald und Holz	Wasser
										•						

Impressum

Rechtliche Bedeutung
Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die bundesumweltrechtlichen Vorgaben (bzgl. unbestimmten Rechtsbegriffen und Umfang/Ausübung des Ermessens) und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber
Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

PDF-Download
https://www.bafu.admin.ch/vollzugshilfen-luft
Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar.
Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2025

Inhaltsverzeichnis

Abstracts **4**
1 Einleitung **5**
2 Geltungsbereich **6**
3 Rechtliche Grundlagen **7**
4 Abgaswartung **8**
4.1 Allgemeine Anforderungen 8
4.2 Anforderungen an die Abgaswartung von Selbstzündungsmotoren von ≥ 19 bis ≤ 560 kW 9
4.3 Anforderungen an die Abgaswartung von Fremdzündungsmotoren ≥ 19 kW 9
4.4 Abweichende Anforderungen an die Abgaswartung von Fremdzündungsmotoren < 19 kW 9
4.5 Abgaswartung von bivalenten Motoren 10
4.6 Zusammenfassung der Anforderungen 10
5 Messverfahren zur Bestimmung der Partikelanzahl **11**
5.1 Prüfbedingungen 11
5.1.1 Motor 11
5.1.2 Messstelle und Entnahmesonde 11
5.2 Messverfahren 11
5.3 Sollwert 12
6 Abgas-Wartungsdokument **13**
7 Abgaswartungskleber **14**
Anhang 1 Vorlage Abgas-Wartungsdokument **15**
Anhang 2 Herleitung des Partikelanzahl-Sollwerts **18**
Anhang 3 Messung der Partikelanzahl bei fabrikneuen Maschinen und Geräten **19**

Abstracts

The enforcement aid on exhaust gas maintenance for machines and appliances from emission stage V specifies the provision in Annex 4 Number 42 of the Ordinance on Air Pollution Control of 16 December 1985 (OAPC, SR 814.318.142.1). It shows the enforcement authorities how owners or operators of non-road mobile machinery and equipment with combustion engines from emission stage V and without a licence plate should maintain their engines. The enforcement authorities can thus organise their inspections accordingly. Measuring the number of particles makes it possible to detect and rectify defects in particulate filters.

Keywords:
Air pollution control, non-road mobile machinery and equipment without licence plates, from emission stage V, exhaust gas maintenance, exhaust gas maintenance document, measurement of the number of particles.

Die Vollzugshilfe über die Abgaswartung von Maschinen und Geräten ab der Abgasstufe V konkretisiert die Vorschrift in Anhang 4 Ziffer 42 der Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (LRV, SR 814.318.142.1). Sie zeigt den Vollzugsbehörden auf, wie Halter oder Betreiber von nicht für den Strassenverkehr bestimmten mobilen Maschinen und Geräten mit Verbrennungsmotor ab der Abgasstufe V und ohne Kontrollschild ihre Motoren warten sollen. Die Vollzugsbehörden können so ihre Kontrollen entsprechend ausrichten. Die Messung der Partikelanzahl ermöglicht es, Defekte bei den Partikelfiltern zu entdecken und zu beheben.

Stichwörter:
Luftreinhaltung, nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte ohne Kontrollschilder, ab der Abgasstufe V, Abgaswartung, Abgas-Wartungsdokument, Messung der Partikelanzahl.

L’aide à l’exécution sur le service antipollution des machines et appareils soumis à partir de la phase V de la norme sur les gaz d’échappement concrétise la prescription de l’annexe 4, chiffre 42, de l’ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l’air (OPair, RS 814.318.142.1). Elle indique aux autorités d’exécution comment les détenteurs ou exploitants de machines ou appareils mobiles non routiers équipés d’un moteur à combustion interne à partir de la phase V et n’étant pas munis d’une plaque d’immatriculation doivent entretenir leur moteur. Les autorités en charge de l’exécution peuvent ainsi organiser leurs contrôles en fonction des indications données. La mesure du nombre de particules permet de détecter et de corriger des défauts dans les filtres à particules.

Mots-clés:
Protection de l’air, machines ou appareils mobiles non routiers équipés d’un moteur à combustion et n’ayant pas de plaque d’immatriculation, à partir de la phase V de la norme sur les gaz d’échappement, service antipollution, fiche d’entretien du système antipollution, mesure du nombre de particules.

L’aiuto all’esecuzione concernente la manutenzione del sistema antinquinamento di macchine e apparecchi a partire dalla classe di emissione V concretizza la disposizione di cui all’allegato 4 numero 42 dell’ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l’inquinamento atmosferico (OIAt, RS 814.318.142.1). Indica alle autorità esecutive in che modo i detentori o i gestori macchine e apparecchi mobili non stradali con motori a combustione interna a partire dalla classe di emissione V e senza targa devono eseguire la manutenzione dei loro motori. Le autorità possono così orientare i propri controlli di conseguenza. La misurazione del numero di particelle consente di individuare ed eliminare i difetti dei filtri antiparticolato.

Parole chiave:
protezione dell’aria, macchine e apparecchi mobili non stradali senza targa, a partire dalla classe di emissione V, manutenzione del sistema antinquinamento, documento di manutenzione del sistema antinquinamento, misurazione del numero di particelle.

1 Einleitung

Diese Vollzugshilfe richtet sich an die Vollzugsbehörden sowie an die Halter oder Betreiber von nicht für den Strassenverkehr bestimmten mobilen Maschinen oder Geräten mit Verbrennungsmotor und ohne Kontrollschild ab der Abgasstufe V. Sie bezweckt einen einheitlichen Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) in Bezug auf die Abgaswartung solcher mobilen Maschinen und Geräte, wie sie im Anhang 4 Ziffer 42 geregelt ist. Damit wird sichergestellt, dass diese periodisch gewartet werden und so die Luftschadstoffemissionen während ihrer Lebensdauer so gering wie möglich bleiben. Die Kontrolle der Partikelfilter mit geeigneten Messmitteln ermöglicht es, Defekte zu entdecken und beheben zu können.

Die Vollzugshilfe äussert sich zu den rechtlichen Grundlagen und erläutert die spezifische Wartungspflicht für Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotor ab der Abgasstufe V. Dabei orientiert sie sich an den Anforderungen an die Abgaswartung von Fahrzeugen mit Strassenzulassung[1].

[1] Verkehrsregelnverordnung vom 13. November 1962 (VRV; SR 741.11);
Verordnung vom 19. Juni 1995 über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS; SR 741.41);
Verordnung des UVEK vom 21. August 2002 über Wartung und Nachkontrolle von Motorwagen betreffend Abgas- und Rauchemissionen (SR 741.437).

2 Geltungsbereich

Die vorliegende Vollzugshilfe regelt die Abgaswartungspflicht von Verbrennungsmotoren von nicht für den Strassenverkehr bestimmten mobilen Maschinen und Geräte ohne Kontrollschilder ab der Abgasstufe V gemäss Anhang 4 Ziffer 42 LRV. Diese werden nachfolgend verkürzt «Maschinen und Geräte» genannt.

Die Abgaswartung von Maschinen und Geräten auf Baustellen (sog. Baumaschinen) gemäss der Richtlinie 97/68/EG[2], d.h. Baumaschinen bis und mit der Abgasstufe IV, erfolgt unverändert gemäss der Vollzugshilfe «Luftreinhaltung auf Baustellen» (Baurichtline Luft[3]).

Diese Vollzugshilfe gilt nicht für:

- die Abgaswartung von mit Kontrollschildern versehenen mobilen Maschinen und Geräten, von Fahrzeugen[1], Schiffen[4], Lokomotiven oder Flugzeugen.
- stationäre Verbrennungsmotoren gemäss Anhang 2 Ziffer 82 LRV. Ortsfeste Maschinen und Geräte werden gemäss der Verordnung (EU) 2016/1628 bestimmungsgemäss auf Dauer am Ort ihrer ersten Verwendung aufgestellt und ausser während des Transports vom Herstellungsort an den Ort der ersten Aufstellung weder über die Strasse noch auf andere Weise bewegt. Auf Dauer aufgestellt sind sie dann, wenn sie mit Bolzen oder in einer anderen wirksamen Weise auf einem Fundament oder an einer anderen Vorrichtung befestigt werden, die bewirken soll, dass die Maschine oder das Gerät an einem einzigen Ort in einem Gebäude, Bauwerk, Betrieb oder einer Anlage betrieben wird und nicht ohne Verwendung von Werkzeug oder Ausrüstung bewegt werden kann.

[2] Richtlinie 97/68/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte. ABl. L 59 vom 27. Februar 1998, S. 1.

[3] BAFU (Hrsg.) 2016: Luftreinhaltung auf Baustellen. Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft). Ergänzte Ausgabe, Februar 2016; Erstausgabe 2009. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 0901: 32 S.

[4] Ausführungsbestimmungen des UVEK zur Verordnung über die Anforderungen an Schiffsmotoren auf schweizerischen Gewässern (AB-VASm; SR 747.201.31)

3 Rechtliche Grundlagen

Die seit dem 1. Januar 2017 geltende europäische Verordnung (EU) 2016/1628 regelt die Emissionen für Verbrennungsmotoren von nicht für den Strassenverkehr bestimmten mobilen Maschinen und Geräten. Sie ersetzt die bisherige Richtlinie 97/68/EG. Die Anforderungen dieser Verordnung sind in der Schweiz für alle neuen, nicht für den Strassenverkehr bestimmten mobilen Maschinen und Geräte ohne Kontrollschild am 1. Juni 2018 in die LRV übernommen worden. Die neue Abgasnorm gemäss der europäischen Verordnung wird als Abgasstufe V bezeichnet.

Eine wichtige Neuerung der Abgasstufe V ist die Einführung eines Partikelanzahl-Grenzwertes (PN: *particle number*) für Dieselmotoren. In der Schweiz schreibt die LRV bereits seit 2009 für Baumaschinen einen Partikelanzahl-Grenzwert von 1×10^{12} Partikel/kWh vor (vgl. Artikel 19*a* Absatz 1 LRV i.V.m. Anhang 4 Ziffer 31 Absatz 2 LRV). Die Verordnung (EU) 2016/1628 führt mit der Stufe V denselben Partikelanzahl-Grenzwert ein.

Gemäss Artikel 14 Absatz 2 LRV sind Emissionsmessungen nach den anerkannten Regeln der Messtechnik durchzuführen. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) erlässt Empfehlungen über die Durchführung der Messungen. Für die technischen Anforderungen an die Messsysteme und an die Messbeständigkeit gelten die Messmittelverordnung vom 15. Februar 2006[5] und die Ausführungsbestimmungen des Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartements über Abgasmessgeräte für Verbrennungsmotoren (VAMV)[6].

Gemäss Artikel 20*b* Absatz 1 LRV müssen nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotor die Anforderungen nach Anhang 4 Ziffer 4 LRV einhalten. Als nicht für den Strassenverkehr bestimmte Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotor gelten in der Regel Maschinen und Geräte ohne Kontrollschilder. Gemäss Anhang 4 Ziffer 42 Absatz 1 LRV muss der Halter oder Betreiber von solchen Maschinen oder Geräten alle 24 Monate eine Abgaswartung durchführen oder durchführen lassen. Er muss die Ergebnisse der Abgaswartung während mindestens zwei Jahren aufbewahren und den Behörden auf Verlangen vorweisen.

Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotor müssen nicht nach Artikel 13 Absatz 3 LRV periodisch kontrolliert werden. Die Behörde kontrolliert die Ergebnisse der Abgaswartung stichprobenweise. Bei Verdacht auf zu hohe Emissionen kann sie eine erneute Abgaswartung anordnen (Anhang 4 Ziffer 42 Absatz 2 LRV).

[5] Messmittelverordnung vom 15. Februar 2006 (MessMV; SR 941.210).

[6] Anforderungen an die Messmittel: Verordnung des EJPD über Abgasmessmittel für Verbrennungsmotoren vom 19. März 2006 (VAMV; SR 941.242);
Eichung: Messmittelverordnung vom 15. Februar 2006 (MessMV; SR 941.210).

4 Abgaswartung

4.1 Allgemeine Anforderungen

Grundsätzlich gilt, dass die Wartung nach den Vorschriften und Empfehlungen des Herstellers in den vom Hersteller vorgegebenen Wartungsintervallen zu erfolgen hat.

Gemäss der Maschinenverordnung (MaschV)[7] oder der Verordnung (EU) 2023/1230[8] muss die Betriebsanleitung eine Beschreibung der vom Benutzer durchzuführenden Wartungsarbeiten sowie der zu treffenden vorbeugenden Wartungsmassnahmen beinhalten (Ziff. 1.7.4.2, Abs. 1, Bst. r der Verordnung (EU) 2023/1230).

Gemäss Anhang 4 Ziffer 42 Absatz 1 LRV gilt für Maschinen und Geräte eine Abgaswartungspflicht. Verbrennungsmotoren von Maschinen oder Geräten ab der Abgasstufe V sind spätestens alle 24 Monate einer Abgaswartung zu unterziehen. Die Verantwortung für die Durchführung und Dokumentation der Abgaswartung obliegt dem Halter oder Betreiber der Maschine.

Die Periodizität der Abgaswartungspflicht von Fremdzündungsmotoren mit einer Leistung von weniger als 19 kW ist abweichend davon in Kapitel 4.4 festgehalten.

Die Abgaswartung umfasst:

- die Kontrolle der für die Abgas- und Rauchemissionen massgeblichen Teile und ihrer Einstellung nach den Angaben des Herstellers oder der Herstellerin sowie der im Abgas-Wartungsdokument aufgeführten Plomben und Versiegelungen;
- wenn notwendig die Einstellung, die Instandstellung oder den Ersatz der massgeblichen Teile;
- eine Messung sowie das Führen eines Abgas-Wartungsdokuments, sofern erforderlich (siehe Kapitel 4.2 oder 4.3).

Vor dem Inverkehrbringen von mobilen Maschinen oder Geräten ist dem Halter oder Betreiber vom Hersteller, vom Importeur oder vom Markenvertreter ein Abgas-Wartungsdokument abzugeben. Die erste Abgasmessung erfolgt mit Ersteintrag in das Abgas-Wartungsdokument bei der Inbetriebnahme der Maschine oder des Geräts durch den Importeur oder Händler (siehe Anhang 3).

Es dürfen nur Messgeräte verwendet werden, die nach der VAMV zugelassen und geeicht sind. Reparierte Messmittel sind nach der MessMV der zuständigen Stelle zur Nacheichung zu übergeben.

Für Maschinen oder Geräte mit einem anerkannten OBD-System[9] soll der Halter, wenn die Fehlfunktionsanzeige des OBD-Systems einen Fehler der abgasrelevanten Ausrüstung anzeigt, die Maschine oder das Gerät innert Monatsfrist nach dem erstmaligen Auftreten des Fehlers überprüfen und in Stand stellen lassen.

Auf Verlangen muss das Abgas-Wartungsdokument den Behörden vorgewiesen werden. Das Abgas-Wartungsdokument soll deshalb als Original oder als Kopie auf der Maschine oder dem Gerät mitgeführt, oder in der Werkstatt (auch digital möglich) aufbewahrt werden.

Die Ergebnisse der Abgaswartung sind während mindestens zwei Jahren aufzubewahren. Die Zuordnung zur jeweiligen Maschine oder zum jeweiligen Gerät muss während dieser Zeit sichergestellt werden.

---

[7] Verordnung vom 2. April 2008 über die Sicherheit von Maschinen (Maschinenverordnung, MaschV (SR 819.14).

[8] Verordnung (EU) 2023/1230 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2023 über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 73/361/EWG des Rates

[9] OBD: steht für «*On Board Diagnostics*» und ist eine Schnittstelle, die den Zugriff auf eine Reihe von Daten über den Betriebszustand eines Fahrzeugs ermöglicht. Die Anerkennung von OBD-System erfolgt gemäss Art. 59a der Verkehrsregelnverordnung vom 13. November 1962 (SR 741.11).

4.2 Anforderungen an die Abgaswartung von Selbstzündungsmotoren von ≥ 19 bis ≤ 560 kW

Die Abgaswartung von Selbstzündungsmotoren (z.B. mit Diesel betriebene Motoren) von mobilen Maschinen und Geräten ab der Abgasstufe V umfasst bei Motorenleistungen von ≥ 19 bis ≤ 560 kW eine Messung der Partikelanzahl (PN-Messung) sowie das Führen eines Abgas-Wartungsdokuments[10].

Die Messung der Partikelanzahl ist gemäss dem in Kapitel 5 dieser Vollzugshilfe beschriebenen Messverfahren durchzuführen. Die Messung ist mit einem geeichten Messmittel für Nanopartikel gemäss VAMV durchzuführen. Die Anforderungen der LRV gelten als erfüllt, wenn das Messresultat den Sollwert von $2{,}5\times10^5$ Partikel/cm^3 (250'000 Partikel/cm^3) nicht übersteigt (siehe auch Anhang 2).

Bei Maschinen und Geräten mit Selbstzündungsmotoren von ≥ 19 bis ≤ 560 kW ab der Abgasstufe V, die ab dem 1. Januar 2026 in Verkehr gebracht werden, soll die Messung der Partikelanzahl bei der Abgaswartung gemäss Anhang 4 Ziffer 42 Absatz 1 LRV vorgenommen werden.

Bei Maschinen und Geräten mit Selbstzündungsmotoren von ≥ 19 bis ≤ 560 kW ab der Abgasstufe V, die vor dem 1. Januar 2026 in Verkehr gebracht werden, soll die Messung der Partikelanzahl ab dem 1. Januar 2027 bei der nächsten Abgaswartung gemäss Anhang 4 Ziffer 42 Absatz 1 LRV vorgenommen werden. Bis am 31. Dezember 2026 soll mindestens eine Trübungsmessung gemäss Baurichtlinie Luft, Anhang 2, durchgeführt werden.

Bestehende Abgas-Wartungsdokumente von Motoren, bei denen neu eine Partikelanzahl-Messung durchgeführt wird, können weiterhin verwendet werden, auch wenn sie keine entsprechende Rubrik für die Bestätigung der Partikelanzahl-Messung enthalten. Die Partikelanzahl kann in der Rubrik des Trübungswertes eingetragen und die Einheit entsprechend abgeändert werden. Der Sollwert kann ebenfalls abgeändert werden auf $2{,}5\times10^5$ Partikel/cm^3 (250'000 Partikel/cm^3)

4.3 Anforderungen an die Abgaswartung von Fremdzündungsmotoren ≥ 19 kW

Die Abgaswartung von Fremdzündungsmotoren (z.B. mit Benzin oder Gas betriebene Motoren) von mobilen Maschinen und Geräten ab der Abgasstufe V umfasst bei Motorenleistungen von ≥ 19 kW eine Abgasmessung sowie das Führen eines Abgas-Wartungsdokuments.

Die Messung ist mit einem geeichten Messmittel für Gasgemischanteile gemäss VAMV durchzuführen.

Analog zur Verordnung des UVEK über Wartung und Nachkontrolle von Motorwagen betreffend Abgas- und Rauchemissionen sind die folgenden Abgaswerte für Motoren mit Fremdzündung und mit geregeltem Drei-Wege-Katalysator im Leerlauf einzuhalten:

CO: ≤ 1,0 % vol

HC: ≤ 200 ppm

CO_2: ≥ 12,0 % vol

4.4 Abweichende Anforderungen an die Abgaswartung von Fremdzündungsmotoren < 19 kW

Die Abgaswartung von Fremdzündungsmotoren (z.B. mit Benzin oder Gas betriebene Motoren) von mobilen Maschinen und Geräten ab der Abgasstufe V umfasst bei Motorenleistungen von < 19 kW Erleichterungen gegenüber den allgemeinen Anforderungen (gemäss Kapitel 4.1). Diese kleinen Geräte resp. deren Motoren sind in der Regel schlecht bis gar nicht einstellbar. Es handelt sich vorwiegend um Hobby-Geräte mit geringen Betriebsstunden. Die Wartung hat nach den Vorschriften und Empfehlungen des Herstellers in den vom Hersteller vorgegebenen Wartungsintervallen zu erfolgen. Die Verantwortung obliegt dem Halter oder Betreiber der Maschine oder des Geräts.

Das BAFU empfiehlt, für den Betrieb von Fremdzündungsmotoren < 19 kW aromatenfreies Gerätebenzin (Alkylatbenzin) zu verwenden. Dies ist im Gegensatz zu herkömmlichem Benzin nahezu frei von

[10] Motoren < 19kW und > 560 kW sind ab Werk zumeist ohne Diesel-Partikelfilter ausgerüstet. Eine Messung der Opazität mit Rückweisungswert 3,0 m^{-1} ist nicht sinnvoll. Eine Partikelanzahl-Messung ohne Sollwert ist ebenfalls nicht dienlich.

krebserregendem Benzol. Zudem entstehen bei der Verbrennung insgesamt weniger Schadstoffe. Die Qualität des Gerätebenzins ist in der Norm SN 181 163[11] geregelt.

4.5 Abgaswartung von bivalenten Motoren

Bei Maschinen und Geräten, die alternativ mit unterschiedlichen Treibstoffen (z. B. mit Benzin oder Gas) betrieben werden können, ist die Abgaswartung für jede Betriebsart durchzuführen.

Das Wartungsdokument dieser Maschinen und Geräte muss die vorgeschriebenen Angaben für jede Betriebsart enthalten. Es ist auch zulässig, für jede Betriebsart ein separates Wartungsdokument zu verwenden.

4.6 Zusammenfassung der Anforderungen

Die Anforderungen an die Abgaswartung je nach Verbrennungsmotor und Leistung sind in der Tabelle 1 summarisch zusammengefasst.

Tabelle 1 - Zusammenfassung der Anforderungen der Abgaswartung

Motorenart und Leistung:	Wartung: Nach Hersteller-angaben	Periodizität: Spätestens alle 24 Monate	Messung:	Wartungsheft:
Selbstzündungsmotoren < 19 kW (z.B. Diesel)	Ja	Ja	Keine	Nein
Selbstzündungsmotoren ≥ 19 kW und ≤ 560 kW	Ja	Ja	PN-Messung	Ja
Selbstzündungsmotoren > 560 kW	Ja	Ja	Keine	Nein
Fremdzündungsmotoren < 19 kW (z.B. Benzin)	Ja	Nein*	Keine	Nein
Fremdzündungsmotoren ≥ 19 kW	Ja	Ja	Messung der Gasgemisch-anteile	Ja

* Begründung: Diese kleinen Geräte resp. deren Motoren sind in der Regel schlecht bis gar nicht einstellbar. Es handelt sich vorwiegend um Hobby-Geräte mit geringen Betriebsstunden.

Bei Maschinen und Geräten mit Selbstzündungsmotoren von ≥ 19 bis ≤ 560 kW ab der Abgasstufe V, die ab dem 1. Januar 2026 in Verkehr gebracht werden, soll die Messung der Partikelanzahl bei der Abgaswartung gemäss Anhang 4 Ziffer 42 Absatz 1 LRV vorgenommen werden.

Bei Maschinen und Geräten mit Selbstzündungsmotoren von ≥ 19 bis ≤ 560 kW ab der Abgasstufe V, die vor dem 1. Januar 2026 in Verkehr gebracht werden, soll die Messung der Partikelanzahl ab dem 1. Januar 2027 bei der nächsten Abgaswartung gemäss Anhang 4 Ziffer 42 Absatz 1 LRV vorgenommen werden. Bis am 31. Dezember 2026 soll mindestens eine Trübungsmessung gemäss Baurichtlinie Luft, Anhang 2, durchgeführt werden.

[11] Die Norm kann kostenlos eingesehen und gegen Bezahlung bezogen werden bei der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV), Sulzerallee 70, 8404 Winterthur; www.snv.ch.

5 Messverfahren zur Bestimmung der Partikelanzahl

Dieses Kapitel beschreibt das Verfahren zur Durchführung der Messung der Partikelanzahl bei Maschinen und Geräten. Es orientiert sich an den entsprechenden Anforderungen an die Messung der Partikelanzahlkonzentration von Fahrzeugen mit Strassenzulassung.

Um eine Beeinflussung der Messung auszuschliessen, darf das Partikelanzahl-Messmittel während der Messung nicht auf einer vibrierenden Oberfläche abgestellt werden. Die originale Entnahmesonde, welche mit dem Partikelanzahl-Messmittel geliefert wird, ist zu verwenden.

5.1 Prüfbedingungen

5.1.1 Motor

Der Motor soll nach den Angaben des Herstellers gewartet und eingestellt sein. Der Motor und das Partikelminderungssystem sollen nach Herstellerangaben eingelaufen sein.

Der Motor ist mit den Abgasnachbehandlungssystemen (inkl. Partikelminderungssystem) zu prüfen.

Die Messung erfolgt an der stehenden Maschine, das Getriebe in Neutralstellung. Es ist handelsüblicher Treibstoff ohne Zusätze zu verwenden.

Die Auspuffanlage darf weder ein Leck noch eine Vorrichtung aufweisen, das oder die eine Verdünnung der Abgase zur Folge hat. Verfügt ein Fahrzeug über mehrere Auspuffendrohre, so ist an jedem eine Messreihe vorzunehmen. Massgebend ist die Messreihe mit dem höchsten Resultat.

Zur Konditionierung des Motors und des Partikelminderungssystems sind vor Messbeginn 4 bis 6 freie Beschleunigungen durchzuführen. Wenn keine freie Beschleunigung durchgeführt werden kann, ist sicherzustellen, dass der Motor auf Betriebstemperatur ist.

Das Kühlwasser und das Schmieröl sollen die vom Hersteller angegebene Betriebstemperatur haben. Der Start der Messung hat so rasch wie möglich, spätestens aber eine Minute nach Beendigung der letzten freien Beschleunigung, zu erfolgen.

5.1.2 Messstelle und Entnahmesonde

Die Messstelle befindet sich in der Regel am Auspuffende. Wenn die Messung dort nicht möglich ist, so ist sie an einer Stelle durchzuführen, an der die folgenden Kriterien erfüllt sind:

- Die Abgaszusammensetzung ist für die Emissionen repräsentativ;
- Die Schadstoffverteilung ist über den Messquerschnitt homogen;
- Die Entnahmesonde wird in Fortsetzung des Strömungsverlaufs mittig in das Abgasrohr gehalten.

Die Entnahmesonde ist in der Regel ca. 50 mm in das Abgasrohr einzuführen. Die Positionierung der Entnahmesonde im Abgasrohr darf keine Verdünnung der Abgase zur Folge haben.

5.2 Messverfahren

Die Partikelanzahl der Abgase wird im oberen Leerlauf ohne Last (Abregeldrehzahl) des Motors gemessen (massgebender Betriebspunkt). Wenn die Abregeldrehzahl im Stand nicht erreicht werden kann, ist bei einer wiederholbaren Drehzahl ohne Last, zwischen Leerlaufdrehzahl und Abregeldrehzahl, zu messen. Wenn weder die Abregeldrehzahl noch eine wiederholbare Drehzahl ohne Last erreicht werden kann, so ist eine Messung unter Last, z. B. durch Erbringen einer hydraulischen Leistung, zulässig, sofern der eingestellte Betriebspunkt wiederholbar und reproduzierbar ist. Die gewählte Drehzahl und allenfalls die Last sind im Abgas-Wartungsdokument entsprechend zu notieren.

Die Messung der Partikelanzahlkonzentration ist durchzuführen, sobald der eingestellte Betriebspunkt konstant ist.

Als Messresultat gilt der arithmetische Mittelwert der offiziellen Messung gemäss Anhang 4 Ziffer 7.2 VAMV. Vom angezeigten Messwert darf kein Abzug gemacht werden.

5.3 Sollwert

Die Anforderungen gemäss Anhang 4 Ziffer 41 Absatz 1 LRV gelten als erfüllt, wenn das Messresultat den Sollwert von $2{,}5\times10^5$ Partikel/cm^3 (250‘000 Partikel/cm^3) nicht überschreitet.

Wenn das Messresultat den Sollwert überschreitet, ist dafür zu sorgen, dass der Sollwert eingehalten wird, bevor die Maschine oder das Gerät eingesetzt wird.

6 Abgas-Wartungsdokument

Das Abgas-Wartungsdokument hat mindestens die im Anhang aufgeführten Rubriken und Angaben in den drei Amtssprachen zu enthalten. In der formalen Gestaltung sind die Herausgeber frei; das Abgas-Wartungsdokument kann als Einheit im Serviceheft integriert sein.

Das Abgas-Wartungsdokument kann beispielsweise auch bei den in Tabelle 2 aufgeführten Organisationen bezogen werden:

Tabelle 2 - Bezugsquellen für Abgas und Wartungsdokumente

Fahrzeugart	Anschrift
Transportmotorwagen:	auto-schweiz Vereinigung Schweizer Automobil-Importeure Postfach 47 3000 Bern 22
Baumaschinen und nicht für die Land- und Forstwirtschaft bestimmte Arbeitsmotorwagen:	Verband der Schweizerischen Baumaschinenwirtschaft (VSBM) Postfach 656 4010 Basel
Land- und forstwirtschaftliche Motorfahrzeuge:	Schweizerischer Landmaschinen-Verband (SLV) Postfach 106 3000 Bern 6

Das Abgas-Wartungsdokument ist mit den vorhandenen technischen Daten auszufüllen.

Nach jeder Abgaswartung ist das Abgas-Wartungsdokument von derjenigen Person, welche die Abgaswartung durchgeführt hat, oder von einer verantwortlichen Person des entsprechenden Betriebes, auszufüllen und zu unterzeichnen. Mit ihrer Unterschrift bestätigt die Person, dass eine vollständige und fachgerechte Abgaswartung am Motor und am Abgasnachbehandlungssystem durchgeführt wurde.

Ist das Abgas-Wartungsdokument nicht mehr vorhanden oder vollgeschrieben, hat der Halter oder Betreiber ein neues Dokument mit den notwendigen Eintragungen zu erstellen. Vollgeschriebene Abgas-Wartungsdokumente können nach Anheften oder Ankleben von Zusatzblättern, welche die gleichen Rubriken wie das Abgas-Wartungsdokument enthalten, weiterverwendet werden.

7 Abgaswartungskleber

Der Abgaswartungskleber zeigt mit Jahr und Monat den Termin an, bis zu welchem die nächste Wartung durchgeführt sein muss. Der Abgaswartungskleber ist für Maschinen oder Geräte mit Verbrennungsmotor und ohne Kontrollschild ab der Abgasstufe V nicht vorgeschrieben, wird jedoch als dienlich erachtet. Ein Kleber kann die Fälligkeit der nächsten Abgaswartung einfach sichtbar machen.

Anhang 1 Vorlage Abgas-Wartungsdokument

Das Abgas-Wartungsdokument soll die Rubriken und Angaben in den drei Amtssprachen enthalten.

In den drei Amtssprachen lautet der Titel wie folgt:

- Abgas-Wartungsdokument
- Fiche d'entretien du système antipollution
- Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico

Die folgenden Angaben sollen mindestens aufgeführt werden:

1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten:
   - Marke
   - Maschinen- oder Geräte-Typ
   - Fahrgestell- bzw. Serien-Nr.
   - Motor-Kennzeichen
2. Messbedingungen:
   - Motor auf Betriebstemperatur bringen
   - alle elektrischen Verbraucher ausschalten
   - weitere Angaben des Herstellers beachten

Bei Motoren mit Selbstzündung:

3. Kontrollwerte:
   - Leerlaufdrehzahl (min^{-1})
   - obere Leerlaufdrehzahl ohne Last (min^{-1}) (Abregeldrehzahl)
4. Emissionswerte:
   - Partikelanzahl-Wert bei Abregeldrehzahl

Bei Motoren mit Fremdzündung:

3. Kontrollwert:
   - Leerlaufdrehzahl (min^{-1})
4. Abgaswerte im Leerlauf:
   - CO % vol (von bis)
   - HC ppm (kleiner als)
   - CO_2 % vol (grösser als)
5. Bestätigung:

Die/der Unterzeichnende bestätigt, die Abgaswartung nach Herstellervorschrift und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüfgeräte ausgeführt zu haben.

Weitere Angaben können aufgeführt werden (z.B. unter 1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten: Abgasstufe des Motors).

Abgas-Wartungsdokument / Fiche d'entretien du système antipollution / Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico (Beispiel)

für Maschinen und Geräte mit Selbstzündungsmotor und einer PN-Messung
pour les machines et appareils équipés d'un moteur à allumage par compression et soumis à une mesure du nombre de particules
per macchine e apparecchi con motore ad accensione per compressione e una misurazione PN

1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten ***Données du véhicule ou de la machine*** **Dati del veicolo o della macchina**	**3. Kontrollwerte** ***Indications de réglage*** **Indicazioni di regolazione**		**Gemessene Werte** ***Valeurs mesurées*** **Valori misurati** **0 – 100 h** **resp. *ou* risp.** **0 – 3000 km**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**
- Marke / *Marque* / Marca ..... - Maschinen- oder Geräte-Typ *Type de machine ou d'appareil* Tipo di macchina o di apparecchio ..... - Fahrgestell- bzw. Serien-Nr. *N° du chassis ou n° de série* N. del telaio o di serie ..... - Motor-Kennzeichen *Identification du moteur* Identificazione del motore ..... - Abgasstufe *Norme sur les gaz d'échappement* Classe di emissione	- Leerlaufdrehzahl (min-1) *Régime au ralenti (min-1)* Regime del minimo (min-1)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	.....min^{-1}	..... min^{-1}
	- obere Leerlaufdrehzahl ohne Last (min-1) (Abregeldrehzahl) *Régime maximal à vide (min-1) (régime de coupure)* Regime massimo a vuoto (min-1) (limitatore del regime massimo)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	.....min^{-1}	..... min^{-1}
	- Plomben und Versiegelungen *Plombs et cachetages* Piombi e sigilli	.....	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)
	4. Emissionswerte ***Valeurs d'émission*** Valori d'emissione				
	- Partikelanzahl-Wert bei Abregeldrehzahl *Nombre de particules au régime de coupure* Numero di particelle con limitatore del regime massimo	250'000 PN/cm^3	..... PN/cm^3	.....PN/cm^3	..... PN/cm^3
2. Messbedingungen ***Conditions de mesure*** **Condizioni di misurazione**	**5. Bestätigung** ***Attestation*** Attestazione				
- Motor auf Betriebstemperatur bringen - alle elektrischen Verbraucher ausschalten - weitere Angaben des Herstellers beachten - *Monter le moteur à sa température de service* - *Éteindre tous les équipements qui consomment de l'électricité* - *Suivre les autres indications du constructeur* - Portare il motore alla temperatura di esercizio - Spegnere tutti i dispositivi che consumano elettricità - Seguire le ulteriori indicazioni del costruttore	Datum / *Date* / Data	.....	.....	.....	.....
	Sign. / *Signature* / Firma	.....	.....	.....	.....
	Stempel / *Timbre* / Timbro Die/der Unterzeichnende bestätigt, die Abgaswartung nach Herstellervorschrift und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüfgeräte ausgeführt zu haben. *Le soussigné/La soussignée atteste avoir effectué le service d'entretien du système antipollution conformément aux indications du constructeur et en utilisant les appareils de contrôle prescrits.* Il firmatario attesta di aver effettuato il servizio di manutenzione del sistema antinquinamento secondo le indicazioni del costruttore e utilizzando gli apparecchi di controllo prescritti.				

Abgas-Wartungsdokument / Fiche d'entretien du système antipollution / Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico (Beispiel)

für Maschinen und Geräte mit Fremdzündungsmotor
pour les machines et appareils équipés d'un moteur à allumage commandé
per macchine e apparecchi con motore ad accensione comandata

1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten ***Données du véhicule ou de la machine*** **Dati del veicolo o della macchina**	**3. Kontrollwerte** ***Indications de réglage*** **Indicazioni di regolazione**		**Gemessene Werte** ***Valeurs mesurées*** **Valori misurati** **0 – 100 h** **resp. *ou* risp.** **0 – 3000 km**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**
- Marke / *Marque* / Marca ..... - Maschinen- oder Geräte-Typ *Type de machine ou d'appareil* Tipo di macchina o di apparecchio ..... - Fahrgestell- bzw. Serien-Nr. *N° du chassis ou n° de série* N. del telaio o di serie ..... - Motor-Kennzeichen *Identification du moteur* Identificazione del motore	- Leerlaufdrehzahl (min-1) *Régime au ralenti (min-1)* Regime del minimo (min-1)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	..... min^{-1}	..... min^{-1}
	4. Emissionswerte ***Valeurs d'émission*** **Valori d'emissione**				
	- CO % vol. vol. / del vol.	..... % vol.	..... % vol.	.....% vol.	.....% vol.
	- HC ppm	..... ppm	..... ppm	..... ppm	..... ppm
	- CO_2 % vol. / in % del vol.	.....% vol.	..... % vol.	.....% vol.	.....% vol.
	- Betriebsstunden resp. km-Stand *Heures de service ou kilométrage* Ore d'esercizio o chilometraggio	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)
2. Messbedingungen ***Conditions de mesure*** **Condizioni di misurazione**	**5. Bestätigung** ***Attestation*** **Attestazione**				
- Motor auf Betriebstemperatur bringen - alle elektrischen Verbraucher ausschalten - weitere Angaben des Herstellers beachten - *Monter le moteur à sa température de service* - *Éteindre tous les équipements qui consomment de l'électricité* - *Suivre les autres indications du constructeur* - Portare il motore alla temperatura di esercizio - Spegnere tutti i dispositivi che consumano elettricità - Seguire le ulteriori indicazioni del costruttore	Datum / *Date* / Data	.....	.....	.....	.....
	Sign. / *Signature* / Firma	.....	.....	.....	.....
	Stempel / *Timbre* / Timbro Die/der Unterzeichnende bestätigt, die Abgaswartung nach Herstellervorschrift und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüfgeräte ausgeführt zu haben. *Le soussigné/La soussignée atteste avoir effectué le service d'entretien du système antipollution conformément aux indications du constructeur et en utilisant les appareils de contrôle prescrits.* Il firmatario attesta di aver effettuato il servizio di manutenzione del sistema antinquinamento secondo le indicazioni del costruttore e utilizzando gli apparecchi di controllo prescritti.				

Anhang 2 Herleitung des Partikelanzahl-Sollwerts

Die per 1. Januar 2017 in Kraft gesetzte europäische Verordnung (EU) 2016/1628 regelt die Emissionen von nicht für den Strassenverkehr bestimmten mobilen Maschinen. Die Verordnung beinhaltet einen Grenzwert für die Partikelanzahl von 1×10^{12} Partikel/kWh ab einer Partikelgrösse von 23 nm im Abgas, anzuwenden im Rahmen der Typengenehmigung. In der Schweiz schrieb die LRV für Baumaschinen bereits seit 2009 einen Partikelanzahl-Grenzwert von 1×10^{12} Partikel/kWh vor (Anhang 4 Ziffer 31 Absatz 2 LRV). Die Verordnung (EU) 2016/1628 übernimmt den bestehenden LRV-Grenzwert für die Abgasstufe V.

Der Partikelanzahl-Grenzwert stellt einen Zertifizierungswert dar. Der Wert kann ausserhalb von Motorenprüfständen in der Regel nicht direkt bestimmt werden, da die momentane Leistung des Motors nicht bekannt ist (Angabe kW).

Eine theoretische Umrechnung des Partikelanzahl-Grenzwertes in einen Sollwert, der während der Betriebsphase der Maschine direkt im Abgas gemessen wird, kann gemäss folgender Formel gemacht werden:

$$Conc_{Abgas_{LRV}}[unit/m^3] = Conc_{Abgas_{EG}}[unit/kWh] \cdot \frac{\rho_{Abgas}\ [kg/m^3]}{b_e[kg/kWh] \cdot (\lambda \cdot L_{th} + 1)}$$

Tabelle 3 - Definition der Variablen

Variable	Beschrieb
Conc $_{\text{Abgas LRV}}$	Konzentration der emittierten Stoffe nach LRV bezogen auf das Volumen des Abgases im Normzustand (0 °C, 1013 mbar) in unit/m^3, hier Partikelanzahl/m^3.
Conc $_{\text{Abgas EG}}$	Konzentration der emittierten Stoffe bezogen auf die Nutzarbeit des Motors in unit/kWh, hier Partikelanzahl/kWh.
Unit	Mengeneinheit des emittierten Abgasstoffes (kann in Gramm „g“ oder in Partikelanzahl „1“ (ohne Dimension) sein).
ρ_{Abgas}	Angenommene Dichte der motorischen Roh-Abgase im Normzustand (gemäss Table 6 im ECE-R49): bei Diesel = 1.2934 [kg/m^3])
b_e	spezifischer Treibstoff-Verbrauch in kg/kWh angenommener Richtwert: Selbstzündungsmotor (Diesel) 0.215 kg/kWh (215 g/kWh)
λ	Luftverhältnis des Motors; angenommener Richtwert: Selbstzündung λ = 1.8
L_{th}	Luftbedarf theoretisch, in kg Luft/kg Treibstoff, für Diesel 14.5

Der Partikelanzahl-Grenzwert von 1×10^{12} Partikel/kWh gemäss Verordnung (EU) 2016/1628 und gemäss LRV entspricht 221‘986 Partikel/cm^3. Daher wurde der Sollwert von 250‘000 Partikel/cm^3 festgelegt.

Der Sollwert von 2.5×10^{5} Partikel/cm^3 stellt einen Analogwert zum Partikelanzahl-Grenzwert der Verordnung (EU) 2016/1628 sowie der LRV dar, der im Rahmen der Abgaswartung während der Betriebsphase der Maschine ermittelt wird und mit entsprechenden Messmitteln direkt im Abgas bestimmt werden kann.

Anhang 3 Messung der Partikelanzahl bei fabrikneuen Maschinen und Geräten

Bei fabrikneuen Maschinen und Geräten muss typischerweise vor Auslieferung an den Kunden eine erste Abgaswartung inklusive Messung der Partikelanzahl vorgenommen werden. Es ist aus der Literatur bekannt, dass fabrikneue Partikelfilter eine erstmalige Beladung aufweisen müssen, um den effektiven Abscheidegrad zu erreichen. Dieses sog. «Degreening» des fabrikneuen Partikelfilters findet normalerweise innerhalb der ersten Betriebsstunden von selbst statt. Nach dem «Degreening» werden stabile und repräsentative Abscheidegrade erreicht werden.

In den meisten Fällen ist vor dem Verkauf einer fabrikneuen Maschine eine Partikelanzahl-Messung problemlos durchzuführen und zu bestehen – auch mit sehr geringen Betriebsstunden.

In wenigen Einzelfällen muss das «Degreening» des Partikelfilters forciert werden. Dies gelingt, wenn der Motor unter (erhöhter) Last betrieben wird und/oder durch mehrmalige Starts des Motors. Anschliessend kann auch in diesen Fällen eine Partikelanzahl-Messung durchgeführt und bestanden werden.