

41
07

> Filterliste BAFU/Suva

*Geprüfte und erprobte Partikelfilter-Systeme für
die Nachrüstung von Dieselmotoren. Stand: Dezember 2007*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

suvaPro

Sicher arbeiten

41
—
07

> Filterliste BAFU/Suva

*Geprüfte und erprobte Partikelfilter-Systeme für
die Nachrüstung von Dieselmotoren. Stand: Dezember 2007*

Rechtlicher Stellenwert dieser Publikation

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfen, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind. Das BAFU veröffentlicht solche Vollzugshilfen (bisher oft auch als Richtlinien, Wegleitungen, Empfehlungen, Handbücher, Praxishilfen u.ä. bezeichnet) in seiner Reihe «Umwelt-Vollzug».

Impressum

Herausgeber

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

Autoren

G. D'Urbano, Abteilung Luftreinhaltung und NIS, BAFU
A. Mayer, Technik Thermische Maschinen TTM

Unter Mitwirkung von:

G. Leutert, Air Consult; F. Jaussi, tecmot; W. Scheidegger, Suva;
J. Czerwinski, Abgasprüfstelle Hochschule für Technik und Informatik HTI Biel; AKPF Arbeitskreis der Partikel-Filter-Systemhersteller

Zitiervorschlag

D'Urbano G., Mayer A. 2007: Filterliste BAFU/Suva. Geprüfte und erprobte Partikelfilter-Systeme für die Nachrüstung von Dieselmotoren. Stand: Dezember 2007. Umwelt-Vollzug Nr. 0741. Bundesamt für Umwelt, Bern. 35 S.

Gestaltung

Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Titelfoto

Brigitte Schrade, BAFU

Download PDF

www.umwelt-schweiz.ch/uv-0741-d

(eine gedruckte Fassung ist nicht erhältlich)

Code: UV-0741-D

Diese Publikation ist auch in französischer, italienischer und englischer Sprache erhältlich (UV-0741-F/E/I).

© BAFU 2007

> Inhalt

Abstracts	5
Vorwort	7
<hr/>	
1	Eignungstest und Bewertungs-Kriterien für Partikelfilter-Systeme
	8
<hr/>	
2	Liste der Partikelfilter-Systeme (PFS) mit erfolgreich abgeschlossenem Eignungstest
	11
<hr/>	
Anhänge	18
A1	VERT-Pflichtenheft für Partikelfilter-Systeme
	18
A2	Ablauf des Eignungstests für Partikelfilter-Systeme
	22
A3	Koordinationsstelle und Messlabors
	25
A4	Hersteller und Schweizer Vertriebspartner von Partikelfilter-Systemen mit Eignungstest
	26
A5	Informativ
	30
A6	Treibstoff-Additive zur Regeneration von Partikelfiltern
	31
<hr/>	
Verzeichnisse	32
Abkürzungen	32
Glossar	33
Literatur	35

Neu in dieser Ausgabe

Zwei neue Partikelfilter-Systeme von PIRELLI AMBIENTE →S.16

Zwei neue Partikelfilter-Systeme von BERSY →S.11

Ein neues Partikelfiltersystem von HUSS Umwelttechnik →S.15

Ein neues Treibstoffadditiv von

RHODIA ELECTRONICS & CATALYSIS →S.31

Ein neues Treibstoffadditiv von INFINEUM →S.31

Ein neues Treibstoffadditiv von PIRELLI AMBIENTE →S.31

Ergänzung Anhang 1: Abnahme, COP, IUC →S.21

Ergänzung Anhang 2: Erstausrüstung, Änderungen,
Übertragbarkeit →S.23

Ergänzung Anhang 3: CANMET für VFT1 und VFT3 →S.25

Ergänzung Anhang 4 Adressen von Herstellern und
CH-Vertretungen → S.26

Anhang 5: Regeln für das Nachrüstgewerbe
in der Schweiz → S.30

> Abstracts

The FOEN/Suva Filter List provides information about particle filter systems that are recommended by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) and the Swiss National Accident Insurance Organisation (Suva) for retrofitting diesel engines. These particle filter systems have been evaluated in accordance with a defined testing procedure. The evaluation criteria are as follows: efficiency of filtration of particulate matter, catalytic activity, mechanical durability and reliability, both in the laboratory and in field tests. Particle filter systems that have been included in the FOEN/ Suva Filter List have passed a demanding suitability test and have thus been declared suitable for retrofitting diesel engines in construction machines, in other nonroad mobile machines, in stationary equipment as well as in vehicles for use on the road.

Keywords:
Particle Filter
Diesel Engines

Die BAFU/Suva -Filterliste gibt Auskunft über Partikelfilter-Systeme, welche durch das schweizerische Bundesamt für Umwelt BAFU und durch die Suva für die Nachrüstung von Dieselmotoren empfohlen sind. Diese Partikelfilter-Systeme sind nach einem definierten Testverfahren betreffend verschiedener Kriterien geprüft worden: Wirksamkeit zur Feinstpartikelabscheidung, katalytische Aktivität, mechanische Robustheit sowie Zuverlässigkeit auf dem Prüfstand und im Feld. Mit der Publikation in der BAFU/ Suva -Filterliste haben die geprüften Partikelfilter-Systeme eine anspruchsvolle technische Prüfung bestanden und sind damit tauglich für die Nachrüstung von Dieselmotoren bei Baumaschinen, bei anderen nichtstrassengebundenen beweglichen Maschinen und Geräten, bei stationären Anlagen sowie bei Strassenfahrzeugen.

Stichwörter:
Partikelfilter
Dieselmotoren

La liste des filtres de l'OFEV et de la Suva renseigne sur les systèmes de filtres à particules recommandés par l'Office fédéral de l'environnement et la Suva pour l'équipement ultérieur de moteurs diesel. Ces systèmes ont été testés selon une procédure établie sur la base de plusieurs critères: efficacité de la capture des particules très fines, activité catalytique, solidité mécanique ainsi que fiabilité sur le banc d'essai et dans le terrain. Les systèmes de filtres à particules publiés dans la liste OFEV/ Suva ont passé avec succès un examen technique sévère et ont donc toutes les qualités requises pour équiper des moteurs diesel d'engins de chantier, d'autres engins mobiles non-routiers, d'installations stationnaires ou de véhicules routiers.

Mots-clés :
Filtre à particules
Moteurs diesel

L'elenco dei filtri UFAM/ Suva informa sui sistemi di filtri antiparticolato raccomandati dall'Ufficio federale dell'ambiente UFAM e dalla Suva per il post-equipaggiamento (o retrofitting) di motori diesel. Questi sistemi di filtri antiparticolato sono stati testati secondo una procedura di prova definita in base a diversi criteri: efficacia della separazione delle particelle ultrafini (nanoparticelle), attività catalitica, solidità meccanica nonché affidabilità sul banco di prova e sul campo. I sistemi di filtri antiparticolato pubblicati nell'elenco UFAM/Suva hanno superato un severo esame tecnico e sono quindi idonei al post-equipaggiamento di motori diesel su macchine da cantiere, su altre macchine mobili non stradali, su impianti fissi o su veicoli stradali.

Parole chiave:

Filtro antiparticolato

Motori diesel

> Vorwort

Die Belastung der Luft mit winzigen Staubteilchen ist heute eine der grössten Herausforderungen für unsere Luftreinhalte-Politik. Vor allem Städte und verkehrsnaher Gebiete leiden unter zu hohen Feinstaub-Belastungen. Für die Gesundheit besonders bedenklich sind die Krebs erregenden Russpartikel aus den Abgasen von Dieselmotoren.

Die BAFU/Suva-Filterliste bezeichnet Partikelfilter-Systeme, welche die ultrafeinen Partikel wirksam abscheiden, keine relevanten Sekundäremissionen aufweisen und einer anspruchsvollen Dauererprobung im Feld standgehalten haben. Grundlage für die Aufnahme in die Liste bilden Prüfergebnisse der Abgasprüfstelle der Fachhochschule Biel oder der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden sowie der EMPA Dübendorf. Das Ziel der Liste ist es, effiziente und zuverlässige Partikelfilter-Systeme für die Nachrüstung von Dieselmotoren zu empfehlen. Die bisher gesammelten Erfahrungen zeigen, dass bei richtiger Auswahl und Wartung die Partikelfilter-Systeme der BAFU/Suva -Filterliste eine technisch sichere Lösung darstellen, um die Russemissionen von Dieselmotoren wirksam zu eliminieren. Neu ist die Prüfung von Partikelfilter-Systemen für Verbrennungsmotoren (VERT-Test) in einem schweizerischen Normungsdokument geregelt (Schweizer Regel SNR 277205).

Dr. Martin Schiess
Chef Abteilung Luftreinhalte und NIS
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 > Eignungstest und Bewertungskriterien für Partikelfilter-Systeme

Dieseleruss ist in der Schweiz nach Suva-Liste «Grenzwerte am Arbeitsplatz» [1] sowie Anhang 1, Ziff. 83 der Luftreinhalte-Verordnung [2], als kanzerogener Schadstoff eingestuft. Daraus ergibt sich die zwingende Forderung zur Minimierung dieser Emissionskomponente nach dem bestverfügbaren technischen Stand.

Im Rahmen des VERT-Projektes¹ [3] wurde durch umfangreiche Forschungsarbeiten und eine zweijährige Felderprobung bei Baumaschinen der Nachweis erbracht, dass praxismgerechte Partikelfilter-Systeme mit Abscheidegraden von mehr als 95 Prozent im gesamten alveolengängigen Grössenbereich 20–300 nm verfügbar sind. Mit weltweit geschätzt mehr als 200'000 Partikelfilter-Systemen im «offroad»-Bereich, davon mehr als 14'000 in der Schweiz, und international über 3 Millionen Partikelfilter-Systemen in Bussen und PW² wurde diese Bewertung inzwischen in grosser Breite bestätigt. Damit ist der technische Stand der hocheffizienten Filtration von Feststoff-Feinpartikeln aus der motorischen Verbrennung etabliert.

Die vielfältigen Anforderungen an solche nachrüstbaren Partikelfilter-Systeme aus Sicht der Luftreinhaltebehörde, der Motorenhersteller und der Anwender wurden durch die VERT-Partner in Form von Pflichtenheften und Kriterien erarbeitet, die nun in einem breiten Konsens der Bewertung solcher Partikelfilter-Systeme zugrunde gelegt werden. Diese Pflichtenhefte und Kriterien haben einen dynamischen Charakter, so dass sie von Zeit zu Zeit der Weiterentwicklung des technischen Standes angepasst werden müssen.

Die gründliche Felderprobung im Rahmen des VERT-Projektes hat gezeigt, dass nicht alle Partikelfilter-Systeme den Stand der Technik repräsentieren und deshalb für die Nachrüstung auch nicht geeignet sind. Damit ergab sich die Notwendigkeit zur Einführung eines Eignungstests [4]. Die Besonderheiten dieses Eignungstests sind einerseits die Beschränkung auf die Prüfung eines einzigen Partikelfilter-Systems, das als repräsentativ für eine Partikelfilter-Familie mit einheitlicher Technologie gilt; andererseits müssen die Partikelfilter-Systeme unter vielfältigen Betriebsbedingungen bezüglich ihres Emissionsverhaltens getestet werden, nämlich im Neuzustand, mit Russ belegt und regeneriert, stationär und dynamisch und während Regenerationen. Partikelfilter-Systeme, die mit katalytisch wirkenden Substanzen funktionieren (Beschichtungen und Additive), müssen darüber hinaus auch bezüglich toxischer Sekundäremissionen über-

¹ VERT: «Verminderung der Emissionen von Realmaschinen im Tunnelbau»: ein Projekt zur Untersuchung technischer Möglichkeiten zur Minimierung der Dieselpartikel-Emissionen bei bestehenden Motoren, (1994 – 1999) Gemeinschaftsprojekt der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt (Suva), Österr. Unfallversicherungsanstalt (AUVA), Deutschen Tiefbauberufsgenossenschaft (TBG), Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und des Deutschen Umweltbundesamtes (UBA) sowie einer grossen Begleitgruppe der Industrie www.Suva.ch

² Minimierung der Partikelemissionen von Verbrennungsmotoren, A. Mayer und 82 Mitautoren, Expert Verlag, 2004.

prüft werden. Eine Nachmessung des Partikelfilter-Systems nach mindestens 2000 Stunden im überwachten betrieblichen Einsatz rundet den Eignungstest ab.

Nur Systeme, die den vollständigen Eignungstest bestanden haben, werden in die Filterliste BAFU/Suva übernommen und zur Anwendung empfohlen. Zur Kennzeichnung von Maschinen, die mit solchen Filtersystemen ausgerüstet sind, stellt der AKPF ein entsprechendes VERT-Filter-Label zur Verfügung³.

Die vorliegende Filterliste ersetzt frühere Versionen. Partikelfilter-Systeme, die aufgrund früherer Filterlisten installiert wurden, sind davon jedoch nicht berührt. Sie dürfen weiter betrieben werden, sofern bei der periodischen Kontrolle⁴ die geforderten Grenzwerte eingehalten werden.

Alle Maschinen mit Partikelfilter-Systemen müssen periodisch kontrolliert werden. Sollte es sich (z.B. aufgrund von AKPF-Erhebungen oder bei einer Umfrage bei Bau-firmen und Maschinenbetreibern) zeigen, dass in einer statistisch repräsentativen Stichprobe mehr als 5 Prozent aller installierten Systeme einer Partikelfilter-Familie die Prüfung nicht bestehen, so wird das entsprechende Partikelfilter-System aus der Filterliste gestrichen. Es kann erst nach Einführung der erforderlichen technischen Verbesserungen und nach einer erfolgreichen Nachprüfung wieder in die Filterliste aufgenommen werden.

Mit der Eintragung in die Filterliste übernehmen die Hersteller und die Schweizer Vertriebspartner von Partikelfilter-Systemen (gemäss Anhang A4) die Verpflichtung, nur Technologien anzubieten, die dem VERT-Pflichtenheft genügen und exakt dem Prüfumfang des Eignungstests entsprechen, Änderungswünsche frühzeitig zu deklarieren sowie die Qualität ihrer Filtersysteme zu überwachen.

Der AKPF verpflichtet sich, die Prüfbehörde einmal jährlich über Ausfälle in jeder Filterfamilie, die in dieser Liste aufgeführt ist, lückenlos zu informieren.

Neuentwicklungen wie Treibstoffadditive, innermotorische Massnahmen oder andere Abgasnachbehandlungs-Systeme mit äquivalenten Wirkungen zur Reinigung des motorischen Abgases von Feststoff-Feinpartikeln sind Partikelfilter-Systemen grundsätzlich gleichgestellt und werden dem gleichen Prüfverfahren unterzogen.

³ VERT-Filter-Label können von den AKPF-Mitgliedern bei der Koordinationsstelle TTM (Adresse siehe Anhang 3) bezogen werden.

⁴ Gemäss Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen», 2002, BUWAL [9].

In der Schweiz dürfen in folgenden Anwendungsbereichen nur Partikelfilter-Systeme PFS gemäss dieser Filterliste eingesetzt werden:

- > Untertägige Arbeitsplätze:
 - Suva-Filterobligatorium
Inkraftsetzung 1.3.2000 [8]
- > Baustellen:
 - BUWAL-Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen»
Inkraftsetzung 1.9.2002 [7]
- > Kieswerke, Steinbrüche und ähnlichen Anlagen:
 - Mitteilung zur Luftreinhalte-Verordnung LRV Nr.14
- > Strassenfahrzeuge:
 - VTS Art. 34 und 53
 - Weisung des ASTRA betreffend den nachträglichen Einbau von Partikelfiltern vom 4.4.2006
 - Verordnung des EFD über die Steuerbegünstigungen und den Verzugszins bei der Mineralölsteuer, SR 641.612, Änderung vom 1. März 2007
- > Schiffe:
 - Verordnung über die Abgasemissionen von Schiffsmotoren auf schweizerischen Gewässern (SAV) vom 13. Dezember 1993, 747.201.3, Stand am 1. Juni 2007, Ziffer 3.4.3

Für die Anwendungsbereiche Baustellen und Strassenfahrzeuge können bezüglich Emissionen gleichwertige Filter eingesetzt werden.

Die Bewertung von Partikelfilter-Systemen nach dem VERT-Eignungstest wird von den folgenden Organisationen angewendet:

BAFU, Suva, ASTRA	– Schweiz
AUVA, TIROL, WIEN	– Österreich
BG BAU, UBA, TRGS	– Deutschland
CARB, MSHA	– USA
VROM	– Niederlande
SÜDTIROL	– Italien
CONAMA	– Chile
DTI	– Dänemark
DEEP	– Kanada
LEZ London	– England

Der VERT-Eignungstest bildet auch die Basis für das Prüfverfahren zur Beurteilung von Partikelfilter-Systemen, welches neu in einem schweizerischen Normungsdokument, der Schweizer Regel SNR 277205, geregelt ist [10].

2 > Liste der Partikelfilter-Systeme (PFS) mit erfolgreich abgeschlossenem Eignungstest

Tab. 1 > Partikelfilter-Systeme für den Dauereinsatz

Voraussetzung für die Aufnahme in die vorliegende Liste ist der erfolgreiche Abschluss aller drei Stufen des Eignungstests [4] VFT1+VFT2+VFT3, sowie VSET bei katalytisch aktiven Systemen, nach den Kriterien des VERT-Pflichtenheftes durch eine geeignete Prüfstelle (vgl. auch Anhänge). Legende am Ende der Liste.

Partikelfilter-Systeme für den Dauereinsatz	Prüfnummern ¹ Eignungstest				Einsatzbereiche mit Hersteller-Referenzen ²					
	VFT1	VFT2	VFT3	VSET	SNF / LNF	Bus	Baumaschinen	Gabelstapler	Schiff / Schiene	Stationär
AIRMEEX³ PFS-Typ: CARMEX SC F ⁵ : IBIDEN SiC Zellenfilter R1 ⁶ : Treibstoff-Additive satacen (Fe) R2 ⁶ : Treibstoff-Additiv satacen 3 (Fe) K ⁷ : AIRMEEX DTL 3600	B148/08.04 ⁴	B171/11.05	B171/11.05	*****	•	•	•	•	•	•
ARVINMERITOR PFS Typ: B-30 F: CORNING DuraTrap™RC. R: Vollstrom-Dieselmotor K: integriert	B115/10.02	B126/03.03	B126/03.03	*****	•	•	•	•		
BERSY SRL PFS Typ: BPF – DOC F: Liqtech SiC-Zellenfilter R: Treibstoffadditiv CAM-FBC (Fe) K: Pirelli Ambiente	B165a/00.05	B199a/04.07	B199a/04.07	B179a/04.06	•	•	•	•		
BERSY SRL PFS Typ: BPF F: Liqtech SiC-Zellenfilter R: Treibstoffadditiv CAM-FBC (Fe) K: Pirelli Ambiente	B165a/00.05	B200a/04.07	B200a/04.07	B179a/04.06	•	•	•	•		
COMELA⁸ PFS-Typ: EXOCLEAN F: SiC Ibsiden R1: gesteuertes Abgasventil-System R2: katalyt. Kraftstoffverbrennung R3: Treibstoffadditiv EOLYS (Ce/Fe) K: SITA MOS	B147/07.04	B153/03.05	B153/03.05	B156/03.05	• • •	• • •	• • •	• • •		

Partikelfilter-Systeme für den Dauereinsatz	Prüfnummern ¹ Eignungstest				Einsatzbereiche mit Hersteller-Referenzen ²					
	VFT1	VFT2	VFT3	VSET	SNF / LNF	Bus	Baumaschinen	Gabelstapler	Schiff / Schiene	Stationär
DCL PFS Typ: Titan™ und BlueSky™ F: IBIDEN SiC. R1: Wechselfilter R2: elektrisch im Einbau/Stillstand R3: Treibstoff-Additiv satacen (Fe) R4: Treibstoff-Additiv EOLYS (Ce) K: LogLink FCD-02 oder DCL AF01	B078/07.00	B125/02.03	B125/02/03	-----			• •	• • •		• •
DEUTZ¹ PFS Typ: DPFS / DPF F: CORNING DuraTrap™CO R1: Vollstrom-Dieselmotoren R2: Wechselfilter K: integriert (R1)	B021/12.95	B049/5.98	B049/5.98	-----	•	•	•	• •	•	• •
DINEX⁸ PFS-Typ: DPX 1 und DPX 2 F: CORNING DuraTrap™CO R: katalytisch = Engelhard DPX1 K: PDL V3.0	B106/05.02	B160/03.05	B160/03.05	B114/03.03	•	•	•	•		
ECS (UNIKAT) PFS Typ: V F: CORNING DuraTrap™CO R1: elektrisch im Einbau/Stillstand R2: Wechselfilter K: Loglink FCD-02	B021/12.95	B049/5.98	B049/5.98	-----	• •		• •	• •	•	•
ECS (UNIKAT) PFS Typ: K18 F: IBIDEN SiC R1: elektrisch im Einbau/Stillstand R2: Wechselfilter K: Loglink FCD-02	B118/10.02	B118/10.02	B118/10.02	-----	• •		• •	• •	•	•
ECS (UNIKAT)⁸ PFS-Typ: Purifilter F: IBIDEN SiC R1: Catalytic coating K: LogLink FCD-02	B132/04.03	B133/04.03	B133/04.03	B138/09.03	•	•	•	•	•	•
EMINOX⁸ PFS Typ: DPF-CRT™ F: CORNING DuraTrap™CO. R1: NO ₂ aus Oxidationskatalysator K: EminoX ESI	B112/10.02	B180/05.06	B180/05.06	B113/10.02	•	•	•	•	•	•

Partikelfilter-Systeme für den Dauereinsatz	Prüfnummern ¹ Eignungstest				Einsatzbereiche mit Hersteller-Referenzen ²					
	VFT1	VFT2	VFT3	VSET	SNF / LNF	Bus	Baumaschinen	Gabelstapler	Schiff / Schiene	Stationär
EMINOX PFS-Typ: DPF F: LiqTech SiC-Zellenfilter R1: Treibstoff-Additiv satacen (Fe) R2: Treibstoff-Additiv satacen 3 (Fe) K ⁷ : Adastra Adjinct™	B140/11.03 ⁴	B167/10.05	B167/10.05	-----	• •	• •	• •	• •		
ENDEAVOUR PFS-Typ: Progetto Blu F: Papierfilter-Patrone nach Kühler R: Entsorgen bei 200 mbar K: ELIWELL TCJ – OV	-----	-----	B151/02.05	-----	•	•		•		
ENGELHARD⁸ PFS Typ: DPX1 F: CORNING DuraTrap™CO R1: Katalytische Beschichtung R2: elektrisch im Einbau/Stillstand K: PDL V3.0	B106/05.02	B123/02.03	B123/02.03	B114/03.03	•	• •	• •	• •	•	•
ENGELHARD⁸ PFS Typ: DPX2 F: CORNING DuraTrap™CO mit Flow Through Vorabscheider R1: Katalytische Beschichtung R2: elektrisch im Einbau/Stillstand K: PDL V3.0	B136/09.03	B136/09.03	B136/09.03	B137/09.03	• •	• •	• •	• •		
ETB PFS-Typ: EWR xx Serie PF: CORNING DuraTrap™CO R1: elektrisch extern – Wechselfilter R2: Treibstoffadditiv EOLYS (Ce) K: ETB 807-000098/99-B	B130/01.03	B162/05.05	B162/05.05	-----	•		•	•	•	•
ETB PFS-Typ: ECR xx Serie F: CORNING DuraTrap™CO R1: elektrisch im Einbau/Stillstand R2: Treibstoff-Additiv EOLYS (Ce) K: ETB 807-000098/99-B	B130/01.03	B162/05.05	B162/05.05	-----	•		•	•	•	• •
GAT⁸ PFS-Typ: EuroFilter F: CORNING DuraTrap™CO R: Katalytisch = Engelhard K: PDL.V3.0	B106/05.02	B196/12.06	B196/12.06	B114/03.03	•	•	•	•	•	•

Partikelfilter-Systeme für den Dauereinsatz	Prüfnummern ¹ Eignungstest				Einsatzbereiche mit Hersteller-Referenzen ²					
	VFT1	VFT2	VFT3	VSET	SNF / LNF	Bus	Baumaschinen	Gabelstapler	Schiff / Schiene	Stationär
GREENTOP PFS-Typ: GREENTOP SiK F: IBIDEN SiC Zellenfilter R1: Katalytische Beschichtung R2: Treibstoff-Additiv Infineum F7991 R3: Treibstoff-Additiv EOLYS DPX 10 K: Greentop TWK	B133/04.03	B173/11.05	B173/11.05	B138/09.03	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
HJS / DES PFS-Typ: SMF-AR F: HJS-Sintermetallfilter R1: thermoelektrisch / Additiv satacen R2: thermoelektrisch / Additiv Eolys R3: Treibstoff-Additiv satacen R4: Treibstoff-Additiv Eolys K: integriert	B155/04.05	B195/12.06	B195/12.06	-----	• • • •	• • • •	• • • •	• • • •	• • • •	• • • •
HJS / DES PFS Typ: SMF® F: Sintermetallfilter R1: Treibstoff-Additiv satacen (Fe) R2: Treibstoff-Additiv EOLYS (Ce) K: LogLink FCD-02	B021/12.95	B049/5.98	B049/5.98	EMPA 167985	• •	• •	• •	• •	• •	• •
HJS / DES⁸ PFS Typ: CRT® F: CORNING DuraTrapTMCO mit vorgeschaltetem Oxidationskat. R: NO ₂ aus Oxidationskatalysator K: LogLink FCD-02	B053/4.98	B097/10.01	B097/10.01	B111/10.02	•	•	•	•	•	•
HJS / DES⁸ PFS-Typ: CRT® F: HJS-SMF (Sintermetallfilter) R: NO ₂ aus Oxidationskatalysator K: DaLog MDE	B155/03.05	B159/03.05	B159/03.05	B111/10.02	•	•	•	•	•	•
HUG PFS-Typ: mobiclean S PF: LiqTech SiC R1: katalytisch R2: Vollstombrenner K: BC 500	B141/11.03	B168/08/05	B168/08/05	B157/04/04	• •	• •	• •	• •	• •	• •
HUG PFS Typ: mobiru F: Faserflechtfilter System HUG R: Dieselmotor im Motorleerlauf	B099/11.01								•	•

Partikelfilter-Systeme für den Dauereinsatz	Prüfnummern ¹ Eignungstest				Einsatzbereiche mit Hersteller-Referenzen ²					
	VFT1	VFT2	VFT3	VSET	SNF / LNF	Bus	Baumaschinen	Gabelstapler	Schiff / Schiene	Stationär
HUSS-Umwelttechnik PFS Typ: FS-MA-Serie F: IBIDEN SiC-Zellenfilter R: Treibstoffadditiv satacen3 (Fe) K: integriert	B105/04.02	B203/05.07	B203/05.07	*****	•	•	•	•		
HUSS-Umwelttechnik PFS Typ: SK/W F: IBIDEN SiC-Zellenfilter R1: elektrisch im Einbau/Stillstand R2: Wechselfilter K: HUSS Datalogger	B105/4.02	B105/4.02	B105/4.02	*****	•		• •	• •	•	•
HUSS-Umwelttechnik PFS Typ: FS-MK F: IBIDEN SiC-Zellenfilter R: Dieselmotor im Stillstand K: integriert	B109/7.02	B13/4.03	B13/4.03	*****	•	•	•	•	•	•
HUSS-Umwelttechnik PFS Typ: FS-ME F: IBIDEN SiC-Zellenfilter R: elektrisch im Einbau/Stillstand K: integriert	B105/04.02	B188/09.06	B188/09.06	*****	•		•	•		•
INTECO PFS Typ: ECOPUR Kxx yy F: Metallfaservlies BEKIPOR® ST R: Treibstoff-Additiv satacen K: LogLink FCD-02	B082/10.00	B124/02.03	B124/02.03	*****	•		•	•		•
JOHNSON MATTHEY PFS Typ: DPFi/DPFis/DPF-CRT™/CCRT/CSF F: CORNING Cordierit- Zellenfilter. R1: NO ₂ aus Oxidationskatalysator® R2: elektrisch im Einbau/Stillstand R3: Treibstoff-Additiv satacen (Fe) R4: Treibstoff-Additiv EOLYS (Ce) K: PIO 120	B059/6.99	B090/4.01	B090/4.01	EMPA 167985	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
JOHNSON MATTHEY PFS Typ: DPFi/DPFis/DPF-CRT™ CCRT/CSF F: IBIDEN SiC-Zellenfilter. R1: NO ₂ aus Oxidationskatalysator® R2: elektrisch im Einbau/Stillstand R3: Treibstoff-Additiv satacen (Fe) R4: Treibstoff-Additiv EOLYS (Ce) K: PIO 120	B112/10.02	B112/10.02	B112/10.02	B113/10.02	• •	•	• • •	• • •	• •	• •

Partikelfilter-Systeme für den Dauereinsatz	Prüfnummern ¹ Eignungstest				Einsatzbereiche mit Hersteller-Referenzen ²					
	VFT1	VFT2	VFT3	VSET	SNF / LNF	Bus	Baumaschinen	Gabelstapler	Schiff / Schiene	Stationär
LIEBHERR ⁸ PFS Typ: - F: CORNING DuraTrap™CO R: katalytisch = Engelhard K: integriert	B136/09.02	B192/11.06	B192/11.06	B137/09.03			•	•		
PIRELLI AMBIENTE ⁸ PFS Typ: FeelPure-DOC F: Liqtech SiC-Zellenfilter R: Treibstoffadditiv CAM-FBC (Fe) K: Pirelli Ambiente	B165/00.05	B199/04.07	B199/04.07	B179/04.06	•	•	•	•		•
PIRELLI AMBIENTE PFS Typ: FeelPure F: Liqtech SiC-Zellenfilter R: Treibstoffadditiv CAM-FBC (Fe) K: Pirelli Ambiente	B165/00.05	B200/04.07	B200/04.07	B179/04.06	•	•	•	•		

Legende zur Liste der Partikelfilter-Systeme (PFS) mit erfolgreich abgeschlossenem Eignungstest

- 1 Die Prüfnummer besteht aus Berichtsnummer und Berichtsdatum
- 2 Die markierten Einsatzbereiche für die Filtersysteme dienen lediglich einer ersten Orientierung. Auswahl und Auslegung eines bestimmten Filtersystems für einen gegebenen Einsatzfall liegen in der Verantwortung des Anbieters, der dafür auch Garantie zu leisten hat (Anhang 1).
- 3 Adressen der Hersteller und Importeure von PFS mit Eignungstest siehe Anhang 4
- 4 Prüfbericht des gemeldeten Messlabors
- 5 F = Filtermedium
- 6 R1 = Regenerationsverfahren des geprüften Systems;
R1, R2 = verschiedene Regenerationsverfahren beim gleichen PFS
- 7 K = Elektronische Filterkontrolle
- 8 Partikelfilter-Systeme mit systembedingt erhöhtem NO₂-Emissionsanteil. Der Einsatz solcher Systeme unterliegt den gültigen Vorschriften am Einsatzort.

Tab. 2 > Partikelfilter-Systeme für den Kurzzeiteinsatz

Aufsteckfilter für den kurzzeitigen Einsatz, z.B. bei Innenraumbetrieb, werden bei erfolgreichem Abschluss des Filter-Eignungstests VFTa (verkürzte Variante von VFT1) in die Filterliste aufgenommen, ein Dauertest wird nicht verlangt.

Partikelfilter-Systeme für den Kurzzeiteinsatz	Prüfnummern Eignungstest	Einsatzbereiche mit Hersteller-Referenzen ²					
		SNF / LNF	Bus	Baumaschinen	Gabelstapler	Schiff/Schiene	Stationär
BAUMÜLLER PFS-Typ: BP-Partikelfilter F: Glasfaservlies R1: Entsorgung als Gewerbeabfall K: Spitzendruckmanometer	B175/12.05	•	•	•	•		
EHC PFS-Typ: HT F: Glasfaserwolle R: Entsorgung als brennbarer Gewerbeabfall in KVA	B 135/10.03	•	•	•	•	•	
EHC PFS-Typ: L20 F: Glasfaserwolle R: Entsorgung als brennbarer Gewerbeabfall in KVA	B072/3.00	•	•	•	•		
TSH PFS-Typ: TSH-AK xx yy F: Keramik / Draht – Gestrick R1: Katalytische Beschichtung R2: Heissluftgebläse ausgebaut K: Spitzendruckmanometer	B128/03.03	•	•	•	•		
TSH PFS-Typ: AWPf 312/310 F: Keramik / Draht – Gestrick R1: Katalytische Beschichtung R2: Heissluftgebläse extern K: Spitzendruckmanometer	B128a/07.04 Durchsatz begrenzt	• •	• •	• •	• •		

> Anhänge

A1 VERT-Pflichtenheft für Partikelfilter-Systeme

Die folgenden Mindestanforderungen sind im VERT-Projekt speziell für Baumaschinen erarbeitet worden. Sie können jedoch bei anderen Maschinen und Geräten und auch bei Fahrzeugen angewendet werden.

1. Verminderung der Partikelemission

Abscheidegrad	Neuzustand	2000 Bh
> Abscheidegrad «Anzahlkonzentration» im Partikel-Grössenbereich 20–300 nm ⁵ (PZAG)	> 97 % ⁶	> 97 %
> Abscheidegrad «EC-Massenkonzentration» ⁷ (ECAG)	> 93 %	> 93 %

Diese Abscheidegrade müssen im Mittel von 4 Betriebspunkten des ISO 8178 Testzyklus (beinhaltend einen Testpunkt bei maximal zulässiger Raumgeschwindigkeit für das PFS) für den unbelegten Filter, für den mit Russ und/oder Asche voll belegten Filter und für den regenerierten Filter eingehalten werden. Abweichungen sind nur in einem Testpunkt und höchstens in Höhe einer Standardabweichung des angewendeten Messverfahrens zulässig.

- > Während des Regenerationsvorgangs muss ein PZAG-Wert von > 90 % eingehalten werden.
 - > Bei freier Beschleunigung gilt als Homologationswert für die Opazität K
- | | | |
|--|------------------------|------------------------|
| | < 0,12 m ⁻¹ | < 0,12 m ⁻¹ |
|--|------------------------|------------------------|

2. Gesetzlich limitierte Schadstoffe

Es ist keine Erhöhung der limitierten Schadstoffe CO, HC, NO_x und PM gegenüber dem Ausgangszustand des Motors zulässig, insbesondere auch nicht während der Regeneration des PFS – in üblicher Weise bezogen auf den Zyklus-Durchschnitt.

3. Sekundäremissionen

Im gereinigten Abgas nach PFS ist gegenüber dem Ausgangszustand des Motors keine relevante⁸ Erhöhung von Reaktionsprodukten zulässig, die Umwelt oder Gesundheit schädigen können wie insbesondere:

⁵ Abscheidegrad «Anzahlkonzentration» ist zu berechnen aus dem Verhältnis der volumenspezifischen Gesamtzahl aller Feststoffpartikel pro cm³ im Partikel-Grössenbereich 20–300 nm (Mobilitätsdurchmesser) im unverdünnten Abgas nach dem PFS im Vergleich zur entsprechenden Zahl ohne PFS.

⁶ Bei mehreren Filtern wurden im Eignungstest Abscheidegrade bezüglich der Anzahlkonzentration von > 99,9 % d.h. eine Partikel-Penetration < 0,1 % gemessen sowie bei der Feldkontrolle Trübungen < 0,02 m⁻¹ beobachtet.

⁷ Abscheidegrad «EC-Massenkonzentration» ist zu berechnen aus dem Verhältnis des volumenspezifischen EC-Massengehaltes [g/m³] (EC = Elementarkohlenstoff) des Abgases nach PFS im Verhältnis zum entsprechenden Wert ohne PFS (Bestimmung nach VDI 2465).

- > Gasförmige Sekundäremissionen, insbesondere NO₂, Dioxine und Furane, PAH und Nitro-PAH
- > Schwefelsäure-Aerosole
- > Partikelförmige Sekundäremissionen (z. B. Additiv-Aschepartikel) und Mineralfaser-Emissionen in dem durch WHO definierten Grössenbereich L<3 µm; D<5 µm

Zudem darf das Verhältnis NO₂/NO_x, gemessen nach SNR 277205 Ziff. 5.5.1, den Wert von 30 % nicht überschreiten (gilt neu für VERT-Prüfungen ab 01.01.2008).

4. Emissionskontrolle im Feld

Bei der periodischen Kontrolle nach der Methode der freien Beschleunigung müssen die folgenden Werte des Trübungskoeffizienten K eingehalten werden:

- > Homologationswert < 0,12 m⁻¹
- > Rückweisungswert < 0,24 m⁻¹

5. Druckverlust

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|
| > unbelasteter Filter | < 50 mbar | bei Abregeldrehzahl |
| > Grenzbelastung bis Regeneration | < 150 mbar | |
| > Maximalbelastung | 200 mbar (95 % Perzentil) | Im Betrieb |
| > Alarm bei Episoden | > 5sec über 200 mbar | |

6. Additiv-Dosierung

Automatisch mit Abschaltung bei Filterbruch: Siehe spezielles Pflichtenheft [4]

7. Funktionsüberwachung (Minimalforderungen):

- > Elektronische Überwachung der Funktion des Filtersystems
- > Alarmbildung und Aufzeichnung bei Grenzdrucküberschreitung
- > Bei Additivregeneration: Abschalten der Additivierung bei Filterschaden
- > Siehe spezielles Pflichtenheft [4]

8. Geräuschkämpfung

Mindestens gleichwertig der Schalldämpferanlage vor der Nachrüstung (Nahfeldkontrolle)

⁸ Als «relevant» gelten derartige Sekundäremissionen dann, wenn im Abgas nach dem PFS Konzentrationen gemessen werden, die mehr als dreimal höher sind als die Emissionen des Motors ohne PFS in den gleichen Betriebspunkten. Als Sekundäremissionen gelten grundsätzlich alle toxischen Stoffe, die sich im Abgas des Motors ohne PFS nicht oder in deutlich niedrigeren Konzentrationen finden.

9. Lebensdauer, Wartung und Gewährleistung

Lebensdauer	> 5000 Bh
Gebrauchsdauer bis Reinigung	> 2000 Bh
Wartungsintervall	> 500 Bh
Gewährleistung auf Material und Funktion	> 2 Jahre oder 1000 Bh, je nachdem, welcher Fall früher eintritt

10. Kennzeichnung

Haupt- und Nebenkomponenten eines Partikelfilter-Systems müssen dauerhaft, unverwechselbar und gut sichtbar so gekennzeichnet sein, dass die Zuordnung zur Filtersystem-Familie, die Seriennummer und die für die Qualitätskontrolle erforderlichen Daten auch nach längerem Betrieb gut erkennbar sind. Die Eintragungen müssen mit den Angaben der VERT-Filterliste übereinstimmen; insbesondere ist auch die VERT-VFT3-Prüfnummer dort anzugeben.

11. Durchströmungsrichtung

Die Durchströmungsrichtung ist durch einen gut sichtbaren Pfeil zu kennzeichnen. Zudem sind bauliche Massnahmen vorzusehen, die eine Montage des Filterelementes in umgekehrter Richtung verunmöglichen.

12. Sicherheit

Der Einbau der Filtersysteme hat in Abstimmung mit dem verantwortlichen Maschinenlieferanten so zu erfolgen, dass keine zusätzlichen Risiken entstehen. Dabei sind die Regeln des Bundesgesetzes über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten STEG (SR 819.1/819.11/819.115) einzuhalten.

13. Diagnosezugriff

Um beim eingebauten Filter eine Diagnose des Motors durch Messung der Rohemissionen (Opazität und gasförmige Schadstoffe nach Richtlinie METAS 17.3.2000) zu ermöglichen, ist im Filtergehäuse oder in der Abgasleitung vor dem Filterelement ein verschlossener Stutzen mit mindestens 40 mm Innendurchmesser vorzusehen. Für weitere Details siehe Richtlinie „Luftreinhaltung auf Baustellen“ [8].

14. Reinigung und Entsorgung

Für die periodische Reinigung des Filterelementes von Ascherückständen und die Entsorgung nach Gebrauch dürfen nur umweltschonende und erprobte Verfahren verwendet werden. Sie sind vom Hersteller bzw. Importeur des Partikelfilter-Systems in den Unterlagen für den Eignungstest zu deklarieren. Die dabei anfallenden Filterrückstände gelten als Sonderabfall. Sie sind sorgfältig aufzufangen und dürfen, solange es sich um geringe Mengen handelt, zusammen mit dem Gewerbemüll in einer Kehrrichtanlage entsorgt werden. Bei grösseren Mengen entscheidet die Fachstelle des Kantons.

15. Verwendung von Schalldämpfermodulen anstelle von Filterelementen

Die Verwendung von sogenannten Schalldämpfermodulen anstelle von Filterelementen ist nur mit behördlicher Genehmigung zulässig. Dabei dürfen nur solche Schalldämpfermodule eingesetzt werden, die bei der VERT-Filterprüfung mitgeprüft wurden, in den Prüfberichten beschrieben und gut sichtbar als solche gekennzeichnet sind.

Damit in Zukunft bei der Kontrolle klar zwischen einem Partikelfiltersystem und einem Aufsatz mit Schalldämpfer-Modul unterschieden werden kann, sind die Schalldämpfer-Module gut sichtbar zu kennzeichnen (mit Typenschild oder mit einer Plakette mit der Aufschrift «Schalldämpfer»). Zusätzlich können diese Schalldämpfer-Module eindeutig farblich markiert werden, so dass keine Verwechslungen mehr vorkommen.

16. Technische Abnahme einer Nachrüstung

Bei jeder Nachrüstung ist ein Abnahmeprotokoll gemäss ASTRA-Merkblatt betreffend den «Nachträglichen Einbau von Partikelfiltern» vom 4.4.2006 [6] zu erstellen, das der Motorfahrzeugkontrolle als Grundlage für den Eintrag in die Fahrzeugpapiere vorzulegen ist. Das nachgerüstete Fahrzeug oder Gerät ist durch ein VERT-Label mit fortlaufender Nummer zu kennzeichnen. Siehe dazu www.vsbm.ch.

17. Qualitätskontrolle in der Fertigung (COP = Conformity of Production)

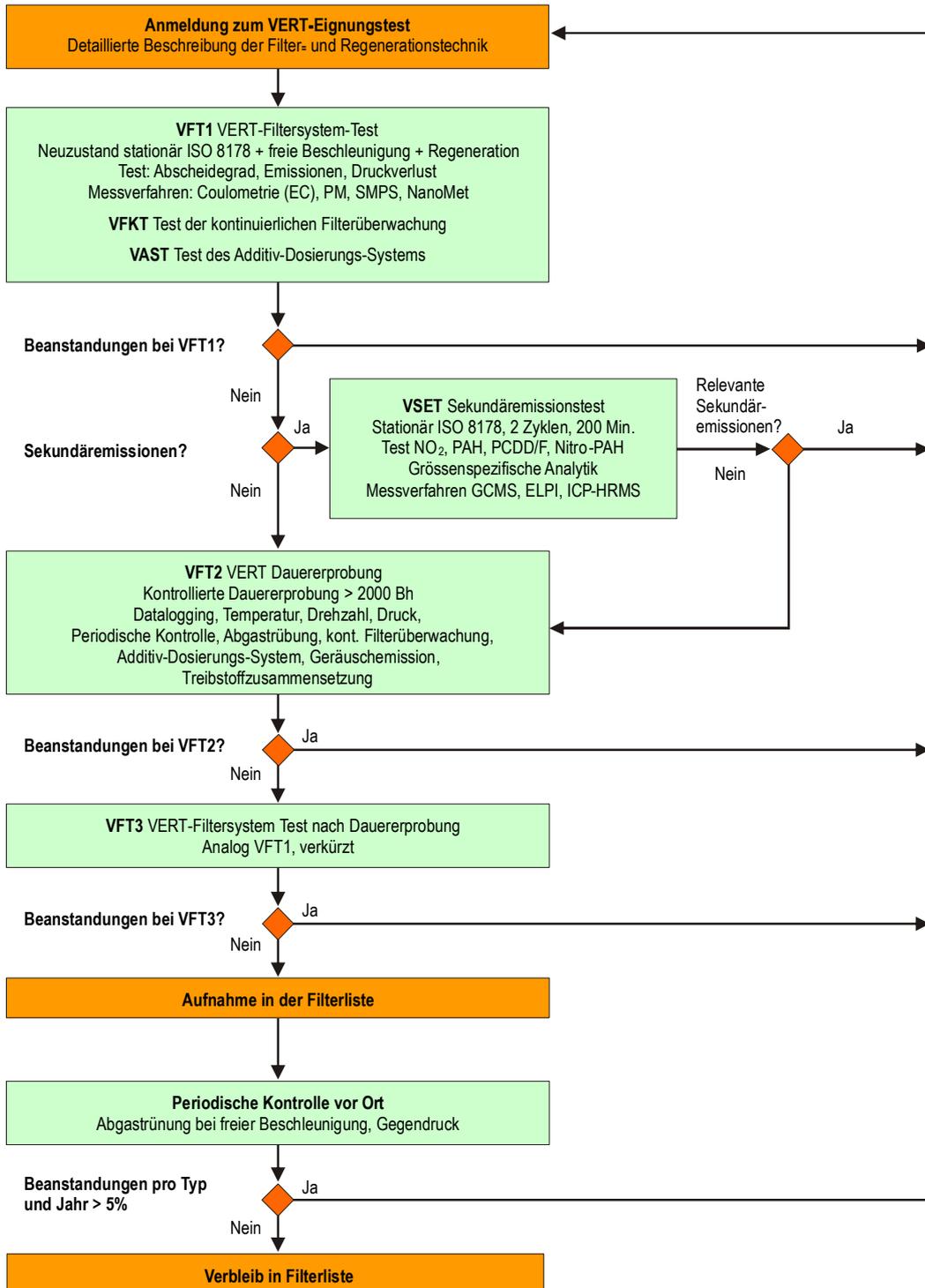
Es gelten die Bestimmungen der Schweizer Regel SNR 277205 [10].

18. Periodische Überprüfung von PFS aus dem Feld (IUC = In Use Compliance)

Es gelten die Bestimmungen der Schweizer Regel SNR 277205 [10].

A2 Ablauf des Eignungstests für Partikelfilter-Systeme

Ab 21.5.2006 wird der VFT2 durch eine einmalige Aschenreinigung mit anschliessender Kontrolle des Filters bezüglich Feinstpartikel-Abscheidegrad ergänzt.



Partikelfiltersystem als Nachrüstung

Der Durchführung der VERT-Prüfung nach dem Ablaufschema Anhang 2 gilt für alle Partikelfilter-Systeme, die für die Nachrüstung zum Einsatz kommen sollen. Als Nachrüstung gilt der Einbau von Partikelfilter-Systemen bei allen Fahrzeugen und Geräten, die ohne Partikelfilter typengeprüft wurden unabhängig davon, ob die Nachrüstung im Herstellerwerk, beim Importeur, durch eine Nachrüstfirma oder durch den Betreiber selbst erfolgt sowie unabhängig davon, ob es sich um eine neue Maschine handelt oder um eine, die bereits längere Zeit im Einsatz stand.

Partikelfiltersystem als Erstausrüstung

Wird ein Filtersystem nicht als Einzelkomponente für die Nachrüstung von neuen oder älteren Dieselmotoren geprüft, sondern als Systemkomponente des Erstausrüstungspaketes eines Einbaumotors oder eines Gesamtgerätes durch den Hersteller selbst eingeführt, so ist davon auszugehen, dass im Werk bereits eine sehr gründliche Langzeiterprobung durch den Motor- oder Originalgerätehersteller (OEM) erfolgt. Zudem werden alle Fragen der Schnittstellensicherung Filter/Motor und der Gewährleistung durch den Hersteller selbst abgedeckt und die elektronische Funktionskontrolle wird im Gesamtsystem berücksichtigt.

Um ein solches Filtersystem in die Filterliste aufzunehmen und damit Funktionalität und Zuverlässigkeit im Sinne der VERT-Kriterien zu bestätigen, müssen daher bis zur ersten Freigabe lediglich der VFT1 und, wenn aufgrund von katalytisch wirksamen Substanzen mit Sekundäremissionen zu rechnen ist, der VSET durchgeführt werden. Der Nachweis der Emissionsstabilität über 2000 Bh mit einem durch die Prüfstelle plombierten System mit anschliessender Durchführung des VFT3 muss jedoch innerhalb eines Jahres erbracht werden. Alle VFT-Tests und der VSET-Test können im Anschluss an das europäische Zertifizierungsverfahren gemäss der Richtlinie 97/68/EG am Motorenprüfstand durchgeführt werden. Der VFT2 kann im Rahmen der Bestimmung der Verschlechterungsfaktoren (2004/26/EG) durchgeführt werden. Die Resultate der VERT-Prüfungen müssen durch eines der Messlabore gemäss Anhang A3 oder gemäss Annex 1 des 1958 UNECE Abkommens⁹ als konform erklärt werden.

Dieser besondere Ablauf des Eignungstests gilt nur für die Erstausrüstung durch den Hersteller selbst (OEM), nicht für die Nachrüstung, auch nicht die Nachrüstung durch Werksvertretungen, Importeure oder Werkstätten.

Nachprüfungen bei technischen Änderungen

Alle Absichten zu technischen Änderungen an PFS, die als VERT-geprüft in die Filterliste eingetragen sind, müssen vom Hersteller des PFS der Koordinationsstelle

⁹ United Nations Economic Commission for Europe (UN/ECE), Inland Transport Committee, World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.19), Agreement concerning the adoption of uniform technical prescriptions for wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles and the conditions for reciprocal recognition of approvals granted on the basis of these prescriptions, Annex 1 List of administrative departments and technical services designated by the respective governments, parties to the 1958 agreement

gemeldet werden. Die Koordinationsstelle muss aufgrund des Änderungsumfanges festlegen, welche Nachprüfungen im jeweiligen Fall erforderlich sind.

Grundsätzlich gelten die folgenden Regeln:

- > werden Hauptkomponenten geändert, die die Filtrationseigenschaften des PFS beeinflussen können, so muss der gesamte Test VFT1–3 wiederholt werden
- > werden katalytisch wirksame Komponenten geändert wie Beschichtungen oder Additive, so muss der VSET wiederholt werden
- > werden Funktionselemente des mechanische/elektrischen Aufbaus geändert, die die betriebliche Zuverlässigkeit beeinflussen können, so ist der Dauerlauf VFT2 über 2000 Bh mit anschliessendem VFT3 zu wiederholen
- > kleine Änderungen anderer Art können auf administrativem Weg in die Zulassung übernommen werden.

Verantwortung des Filterherstellers und Übertragbarkeit des Eignungszertifikats

Der Eintrag in die Filterliste erfolgt aufgrund der VERT-Eignungsprüfung auf den Namen des für die Qualität des geprüften Filtersystems verantwortlichen Herstellers für eine technisch eindeutig und vollumfänglich beschriebene Filterfamilien-Technologie. Der Filterhersteller übernimmt mit dem Eintrag die Verantwortung für die Qualität aller nach dieser geprüften Technologie ausgelieferten und nachgerüsteten PFS. Dieses Zertifikat ist nicht ohne weiteres auf eine andere Firma übertragbar.

A3 **Koordinationsstelle und Messlabors**

Der **Eignungstest** ist Voraussetzung zur Aufnahme eines Partikelfilter-Systems (PFS) in die vorliegende BAFU/Suva-Filterliste. VERT-Eignungstests werden von geeigneten **Messlabors** durchgeführt.

Zuständig für die **Koordination** (Auswertung und Beurteilung der Messresultate) ist die Koordinationsstelle. Diese prüft die eingereichten Unterlagen zum PFS, die Messresultate des Eignungstests sowie die Ergebnisse der Feldkontrollen. Wenn ein PFS den Eignungstest erfolgreich absolviert hat und die erforderlichen Unterlagen vorhanden sind, stellt die Koordinationsstelle **Antrag** an das BAFU und die Suva zur Aufnahme in die Filterliste.

Nach erfolgter Genehmigung durch das BAFU und die Suva wird das PFS in die Liste aufgenommen.

Koordinationsstelle:

- > TTM Technik Thermische Maschinen
Dipl.Ing. A. Mayer
Fohrhölzlistrasse 14b
CH-5443 Niederrohrdorf
Tel. 0041(56)496 64 14
Fax 0041(56)496 64 15
ttm.a.mayer@bluewin.ch

Messlabors, die Eignungstest gemäss VERT-Protokoll durchführen:

- | | | |
|--|---|----------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">> AFHB, Abgasprüfstelle
der Fachhochschule Biel
Prof. Dr.J.Czerwinski
Gwerdstrasse 5
CH-2560 Nidau | <ul style="list-style-type: none">> EMPA Dübendorf
Dr.N.V.Heeb Überlandstrasse 121
CH-8600 Dübendorf | <p>Alle Prüfungen</p> |
| <ul style="list-style-type: none">> HTW Dresden / Forschungsinstitut Fahrzeugtechnik
Dr.G. Zikoridse
Friedrich List-Platz 1
D-01069 Dresden | | <p>Nur VFT1 und VFT 3</p> |
| <ul style="list-style-type: none">> CANMET/MMSL, BCC #9
Dr. Mahe Gangal
555 Booth Street, Ottawa, Ontario,
Canada, K1A 0G1 | | |

A4 Hersteller und Schweizer Vertriebspartner von Partikelfilter-Systemen mit Eignungstest

Filtersysteme	Hersteller Schweizer Vertriebspartner	Telefon Fax Email
AIRMEEX	AIRMEEX S.A. T.Erol 6 rue de l'ancienne Sablière Z.I.de la Fosse Montalbot F-91270 Vigneux	0033 01 69 52 96 01 0033 01 69 52 31 30 terol@airmeex.com
	AIRMEEX GmbH A.Müller Limmatweg 2 CH-5408 Ennetbaden	0041 56 243 1912 0041 56 243 1914 amueller@airmeex.com
ARVINMERITOR	ArvinMeritor TM Rupert Feldwisch Auf dem Stehen 14a D-30459 Hannover	0049 (511) 215 9092 0049 (511) 215 9093 Rupert.Feldwisch@ArvinMeritor.com
	Dartec AG D.Studer Laupenackerstrasse 56 CH-3302 Moosseedorf	0041(31) 8598600 0041(31) 859 8601 daniel.studer@dartec.ch
BAUMÜLLER	BAUMÜLLER & Partner GmbH J.Baumüller Im Meisental 11 D-67433 Neustadt / Weinstrasse	0049 6321 82505 0049 6321 30078 info@baumueller-partner-gmbh.de
	N+K Abgasreinigungs-Technik W.Nowak Gewerbestrasse 1 CH-8502 Frauenfeld	0041(52)721 01 12 0041(52)721 01 13 n.k.unikat.pf@bluewin.ch
BERSY	BERSY SRL. L. Garrò Via °. Pitentino, 24 I-46010 Curtatone (MN)	0039 03 76290 122 0039 03 76478 778 bersy@bersy.it
COMELA	Jean Claude Fayard EXOCLEAN FILTRATION TECHNO- LOGY COMELA ZI de la Ponchonniere F- 69210 SAIN BEL	0033 474 01 53 56 0033 474 01 54 85 www.exoclean.com
	RP Systems GmbH F. Scarnato Giebeleichstrasse 76 CH-8152 Glattbrugg	0041 (43) 321 2890 0041 (43) 321 2892 rpsystems@bluewin.ch
DCL	DCL International Inc. Andrew Drazdzewski P.O.Box 90, Concord Ontario, Canada, L4K 1B2	001 (905) 660 6450 001 (905) 660 6435 info@dcl-inc.com adrazdzewski@dcl-inc.com
	HEB-Engineering GmbH B. Heidelberger Gheidstrasse 165 CH-8105 Watt	0041 44 840 0864 0041 44 840 0863 heb-engineering@bluewin.ch
DEUTZ	Deutz AG Deutz-Mülheimerstr. 147-149 D-51057 Köln	0049(221)822-3667 0049(221)822-3663 info@deutz.de

Filtersysteme	Hersteller Schweizer Vertriebspartner	Telefon Fax Email
	DEMTECH AG Leo Hürlimann Postfach 245 CH-6331 Hünenberg	0041(43) 466 6022 0041 (43) 466 6021 leo.huerlimann@demtech.ch
DINEX	DINEX A/S L.C. Larsen Fynsveg 39 DK-5500 Middelfart	0046 (634) 12 527 0046 (634) 12 566 LCL@DINEX.dk
	BAUMOT J. Kavena Allmendstrasse 7 CH-8320 Fehraltorf	0041 (44) 954 8071 0041 (44) 954 3436 j.kavena@baumot.ch www.baumot.ch
	DARTEC AG D. Studer Laupenackerstrasse 56 CH-3302 Moosseedorf	0041 (31) 859 8600 0041 (31) 859 8601 daniel.studer@dartec.ch
	EMT Solution AG W. Karsten Vortau 9 CH-5332 Rekingen	0041 (66) 2499 060 0041 (56) 2499 061 info@emt-ag.ch www.emt-ag.ch
	Esytec AG Eichenstrasse 12 CH-8808 Pfäffikon	0041 55 4161 050 0041 55 4161 055
ECS	Engine Control Systems Europe AB Box 9015 S-20039 Malmö – Schweden	0046(40)670 15 51 gobl@enginecontrolsystems.com
	N+K Abgasreinigungs-Technik W. Nowak Gewerbstrasse 1 CH-8502 Frauenfeld	0041(52)721 01 12 0041(52)721 01 13 n.k.unikat.pf@bluewin.ch
EHC	EHC Teknik AB Ögärdesvägen 8 S-43330 Partille, Schweden	0046(31)44 90 20 0046(31)44 49 80 office@ehctechnik.se
	Safia AG W. Huwyler Bethlehemstrasse 38a 3027 Bern	0041(31)990 99 99 0041(31)992 36 04 info@safia.ch
EMINOX	EMINOX Ltd. North Warren Road Gainsborough Lincolnshire DN21 2TU UK	0044 1427 816823 0044 1427 810061 steve.edwards@eminox.com
	LARAG Nutzfahrzeugwerke AG St. Karrer Toggenburgerstr.104 CH-9501 Wil	0041 71 9293232 0041 71 929 3233 stefan.karrer@larag.com
ENDEAVOUR	Endeavour Progettazione di Sistemi A. Colamussi Via Argine Volano 341a I-44030 Fossalta / Ferrara	0039 (0532) 879603 0039 (0532) 866381 arturo.colamussi@tin.it

Filtersysteme	Hersteller Schweizer Vertriebspartner	Telefon Fax Email
ENGELHARD	BASF Catalysts Germany GmbH Freundhallee 23 D-30173 Hannover	0049 (511) 2886-686 0049 (511) 2886-652 dirk.goeman@basf.com
ENWA	ENWA GmbH Beat Wälti Stampfenbachstrasse 57 CH-8006 Zürich	0041 (44) 350 5340 0041 (44) 350 5341 info@enwa.ch
ETB	ENERGIETECHNIK BREMEN GmbH M. Bajohr Scipiostrasse 8 D-28279 Bremen	0049 421 83952 21 0049 421 83952 90 bajohr@etb-bremen.com
	ARBOR AG S. Geissbühler Lindenthalstrasse 112 CH-3067 Boll	0041 31 838 5161 0041 31 838 5162 info@arbor-ag.ch www.arbor-ag.ch
GAT	GAT-Euroschall GmbH Mario Scholz Am Künkelhof 2 D-99817 Hørselberg-Eisennach	0049 (36920) 717-200 0049 (36920) 717-120 Mario.Scholz@gat-euroschall.de www.gat-kat.com
GREENTOP	Greentop GmbH Siemensstrasse 21-23 D-61267 Neu-Anspach	0049 6081 4437-30 0049 6081 4437-80 www.greentop.de
HJS / DES	HJS Fahrzeugtechnik Dieselweg 12 D-58706 Menden	0049(2373)987-0 0049(2373)987-199 entwicklung@hjs.com
	Clean-Life Umwelttechnik AG U. Rutschmann Brückenstrasse 6A CH-4950 Huttwil	0041 (62) 961 8801 0041 (62) 961 8802 urs.rutschmann@clean-life.ch www.clean-life.ch
HUG	Hug Engineering AG Chr. Hug Im Geren 14 CH-8352 Rätterschen	0041(52)368-20 20 0041(52)386 20 10 christoph.hug@hug-eng.ch
	Airclean Engineering AG Chr. Stäger Quellenweg 1 CH-5616 Meisterschwanden	0041 (56) 667 9414 0041 (56) 667 9415 christoph.staeger@airclean-engineering.ch
	Hüga Import und Handel B. Garzotto Hauptstrasse 16 CH-8558 Raperwil	0041 (52) 763 2600 0041 (52) 763 3132 huega@swissonline.ch

Filtersysteme	Hersteller Schweizer Vertriebspartner	Telefon Fax Email
HUSS	HUSS Umwelttechnik GmbH Nordostpark 74–76 D–90411 Nürnberg	0049 (0911) 6565 715 0049 (0911) 6565 711 h.rembor@huss-umwelt.com www.huss-umwelt.com
INTECO	INTECO SA Leo Lämmle Chemin des Plantées 24 CH–1131 Tolochenaz	0041 (21) 801 1150 0041 (21) 801 4573 intecosa@bluewin.ch
JOHNSON MATTHEY	Johnson Matthey GmbH Otto-Volger-Str. 9b D–65843 Sulzbach	0049(6196)70 38 32 0049(6196)72 45 0 werthp@matthey.com
	Robert Aebi AG Riedhofstrasse 100 CH–8105 Regensdorf	0041 (44) 842 5629 0041 (44) 842 5677 s.sax@robert-aebi.com
	MBA AG Baumaschinen Zürichstrasse 50 CH–8303 Bassersdorf	0041 (44) 838 6204 0041 (44) 838 6285 roland.frischknecht@cnh.com
	Kuhn Schweiz AG Baumaschinen Bernstrasse 125 CH–3627 Heimberg	0041 (33) 439 8832 0041 (33) 439 8802 fritz.roth@kuhn-gruppe.ch
	Minelli AG HR. Schäppi Mattenstrasse 3 CH-8330 Pfäffikon	0041 (44) 950 17 20 0041 (44) 995 10 44 schaeppli@minelli.ch
PIRELLI AMBIENTE	Pirelli Ambiente Eco Technology Dr.G. Rivolta; Dr. C. Bertoglio Via Sempione 230 I-20016 Perso (MI)	0039 023 5374 220 0039 023 5374 205 guido.rivolta@pirelliambiente.com carlo.bertoglio@pirelliambiente.com
TSH	TSH Tuning S. Kany Gewerbstrasse 7 D–79801 Hohentengen	0049 (7742) 5888 0049 (7742) 5403 tsh-skany@t-online.de
	BOLLHALDER Industrielogistik AG Urs Bollhalder Dufourstrasse 25 CH–8570 Weinfelden	0041 71 622 6090 0041 71 622 6092 logistik@bollhalder-autokran.ch

A5

Informativ**Regeln für das Nachrüstgewerbe****Eine Selbstverpflichtung der Mitglieder des Arbeitskreises der PFS-Hersteller AKPF**

1. Nachrüstungen werden nur von Firmen vorgenommen, welche mit dem Filterhersteller, der über einen Eintrag auf der BAFU/Suva-Filterliste verfügt, in einem vertraglichen Verhältnis stehen derart, dass der Filterhersteller im Falle von Fehlfunktion und Versagen für den Schaden aufkommt und zwar auch dann, wenn der Nachrüster dazu nicht mehr imstande sein sollte.
2. Nachrüster halten sich an die VERT-Regeln und die AKPF-Vereinbarungen.
3. Nachrüster verfügen über eigene Werkstätten und sind in der Lage, alle erforderlichen Arbeiten bei Einbau und Reparaturen mit geschultem Fachpersonal auszuführen.
4. Nachrüster verfügen über eigene, behördlich kalibrierte Prüfmittel und sind in der Lage, die Abnahme der Filter und Funktionsüberprüfungen regelkonform durchzuführen.
5. Nachrüster schliessen mit ihren Kunden Lieferverträge ab, dokumentieren alle technischen Daten zeitgemäss und sichern ihren Kunden die nach VERT erforderliche Garantie für Material und Funktion über mindestens 2 Jahre vertraglich zu.
6. Nachrüster übernehmen die Verantwortung für Schäden, die infolge der Nachrüstung ihrer Partikelfilter entstanden sind.
7. Nachrüster übernehmen die Verantwortung für Motorschäden, die nachweislich durch den Einsatz ihrer Partikelfilter entstanden sind, weil der Gegendruck über längere Zeit 200 mbar überschritten hat, sofern der Betreiber alle vereinbarten Wartungen durchgeführt und die Alarmer berücksichtigt hat.
8. Nachrüster sind Firmen nach Schweizer Recht mit Handelsregister-Eintrag.
9. Nachrüsterfirmen sind in der BAFU/Suva-Filterliste eingetragen.
10. Ausführung der Nachrüstung durch den Betreiber ist nur dann zulässig, wenn der in der Filterliste genannte Nachrüster den Betreiber vorher schult, in jedem Einzelfall selbst die Erstabnahme durchführt und die Verantwortung für die Nachrüstung per Liefervertrag übernimmt.
11. Nachrüster sind bereit und dafür eingerichtet, Filter fachmännisch zu reinigen und zu entsorgen.
12. Nachrüster haben eine Berufshaftpflichtversicherung in Höhe von mind. 5 Mio. CHF.
13. Eine Lieferung von «Einbausätzen» mit einer Gebrauchsanleitung, wobei die Verantwortung für Nachrüstfehler dem Betreiber übertragen wird, ist nicht zulässig.

A6 Treibstoff-Additive zur Regeneration von Partikelfiltern

Für die folgenden Treibstoff-Additive für Diesel-Partikelfilter sind die Anforderungen, die für die Schweiz gelten (wie die Neustoff-Anmeldung und das erfolgreiche Bestehen des VERT-Eignungstests VFT1 und VSET), erfüllt. Diese Treibstoff-Additive dürfen jedoch nur in Verbindung mit solchen Partikelfiltern eingesetzt werden, die mit diesen Additiven den Eignungstest bestanden haben.

	VSET-Prüfnummer
CDT CLEAN-DIESEL TECHNOLOGIES	
Platinum Plus DFX-DPF Wirkstoffe Ce + Pt Dosierung max. 7.5 mg Ce und 0.5 mg Pt / kg Treibstoff	B083/10.00
INFINEUM	
Infineum F7990 und Infineum F 7991 Wirkstoff Fe Dosierung max. 25 mg/kg Treibstoff	B101/12.01
Infineum Wirkstoff Fe Dosierung max 25 mg/kg Treibstoff	B202/04.07
INNOSPEC LIMITED	
satacen: HJS F50 Wirkstoff Fe Dosierung max. 36 mg Eisen/kg Treibstoff	B043/09.97 EMPA 167985
satacen 3: HJS F 51 / Mann+Hummel DT 7 Wirkstoff Fe Dosierung max. 36 mg Eisen/kg Treibstoff	B043/09.97
PIRELLI AMBIENTE	
CAM-FBC Wirkstoff Fe Dosierung max. 20 mg/kg Treibstoff	B179/04.06
RHODIA ELECTRONICS & CATALYSIS	
EOLYS Wirkstoff Cer Dosierung max. 100 mg Cer/kg Treibstoff	B100/12.01 EMPA 167985
EOLYS DPX2 Wirkstoffe Ce + Fe Dosierung max. 17 mg/kg Treibstoff	B156/03.04
EOLYS DPX13 Wirkstoff Fe Dosierung max.20 mg/kg Treibstoff	B204/05.07

> Verzeichnisse

Abkürzungen

AFHB

Abgasprüfstelle der Fachhochschule Biel

AKPF

Arbeitskreis der Partikelfilter-System-Hersteller

AUVA

Allg. Unfallversicherungsanstalt/Österreich

BAT

Best Available Technology = Bestverfügbarer Technischer Stand

Bh

Betriebsstunden

BAFU

Bundesamt für Umwelt

BAV

Bundesamt für Verkehr

BG BAU (ehemals TBG)

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

BUWAL

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (seit 2006 umbenannt in BAFU)

CARB

Californian Air Resources Board

CONAMA

Comisión Nacional del Medio Ambiente - Chile

CRT

Continuously Regenerating Trap – ein durch Johnson Matthey patentiertes Verfahren

CVS

Constant volume sampling – Verdünnungsverfahren im Vollstromtunnel

DEEP

Diesel Emission Evaluation Program (kanadische Minen)

DTI

Danish Technological Institute

EC

Elementarer Kohlenstoff (Coulometrie als Messverfahren nach VDI 2465)

EJPD

Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement
(jetzt zuständig: Bundesamt für Strassen ASTRA)

EMPA

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Dübendorf

ETH

Eidg. Technische Hochschule/Zürich

ISO

International Organization of Standardization

LEZ

Low Emission Zone

LRV

Luftreinhalte-Verordnung der Schweiz, novelliert 1.3.98

MSHA

US Mine Safety and Health Authority

nm

Nanometer = 10^{-9} m

OC

Organischer Kohlenstoff

PAH

Polizyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

PFS

Partikelfilter-System

PM

Particulate Matter = Gesamtpartikelmasse, ohne Trennung nach Grösse und Substanz

SAE

Society of Automotive Engineers

SNR

Schweizer Regel der Schweizer Normen-Vereinigung SNV

SNV

Schweizer Normen-Vereinigung www.snv.ch

Suva

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt/Luzern

TBN

Total Base Number, ein Anhaltspunkt für den Ca-Gehalt des Schmieröls

TRGS

Technische Richtlinien für Gefahrstoffe

UBA

Umweltbundesamt der Bundesrepublik Deutschland/Berlin

VERT

Verminderung der Emissionen von Realmaschinen im Tunnelbau
(Ein Entwicklungsprojekt der Suva + TBG + AUVA + BUWAL, 1994–99)

VFT

VERT-Filtertest

VFT1

Test des neuen Filtersystems

VFT2

Test des Filtersystems in einem überwachten Dauereinsatz > 2000 Bh

VFT3

Test des Filtersystems nach VFT2

VFKT

Test der elektronischen Filter-Kontrolleinrichtung

VAST

Test des Additiv-Dosierungs-Systems

VROM

Netherlands Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment

VSET

VERT-Sekundäremissionstest

VTs

Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge

Glossar

Abscheidegrad

Der Abscheidegrad eines Filtermediums ist allgemein definiert als das Verhältnis der im Filter verbleibenden Menge der abzuschheidenden Substanz zu der mit dem Rohgas zugeführten Menge. Als metrische Grösse für die «Menge» kann deren Masse, die Masse einer Leitsubstanz (z. B. Elementar-Kohlenstoff EC) oder auch die Partikelanzahl gewählt werden. Da die im Filter verbliebene Menge in einem Messverfahren nicht genau genug bestimmt werden kann, wird sie aus der Differenz der im Aerosol bestimmbar Menge vor dem Filter und nach dem Filter ermittelt. Dies setzt voraus, dass die Substanz sich auf diesem Weg nicht verändert. Vereinfacht wird in der messtechnischen Praxis der Fall «ohne Filter» dem Fall «vor Filter» gleichgesetzt, obwohl der Motor bei Filtereinsatz eine etwas höhere Partikelmasse emittiert. Der Filter wird also mit dieser Vereinfachung etwas schlechter bewertet.

Beste verfügbare Technik = «Best Available Technology» BAT

Nach LRV Art. 4 gilt als «beste verfügbare Technik»:

Technisch und betrieblich möglich sind Massnahmen zur Emissionsbegrenzung, die

- > bei vergleichbaren Anlagen im In- und Ausland erfolgreich erprobt sind oder
- > bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurden und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen übertragen werden können.

Dieseleruss

Die Definitionen sind nicht einheitlich:

- > Nach der für den Arbeitsschutz der Schweiz gesetzlich verbindlichen Liste der Suva «Grenzwerte am Arbeitsplatz 2001» [5] wird Dieseleruss als «Dieselmotor-Emissionen» respektive DME bezeichnet und als die Masse des elementaren Kohlenstoffs (EC) im Abgas des Dieselmotors innerhalb lungengängiger Grössenklassen definiert. Auch in Deutschland gilt gemäss TRGS 554 neu die Definition EC (vorher EC + OC). Im Arbeitsschutz wird weltweit mehr und mehr argumentiert, dass der Elementarkohlenstoffgehalt EC generell als Leitsubstanz für Dieseleruss gelten kann, während organisch gebundener Kohlenstoff auch aus anderen Quellen wie z. B. Lösemitteln stammen kann und damit die Quellenzuordnung erheblich erschwert.
- > Die Definition der Suva ist auch der LRV zugrunde gelegt.
- > Im Bereich der Emissionsgesetzgebung für den Strassenverkehr dagegen werden nach weltweit geltenden Normen für die Erfassung der Dieselerussemission bei Fahrzeugmotoren unter «Particulate Matter PM» alle bei den gegebenen Messbedingungen des CVS-Verdünnungstunnel-Verfahrens (< 52 °C und Verdünnung um 5–10) filtrierbaren Substanzen subsummiert, d.h. neben dem eigentlichen Kohlenstoffanteil und den Kohlenwasserstoffen können hier auch Aschepartikel, Mineralpartikel, Säuretröpfchen mit darin gelöstem Wasser und andere filtrierbare Substanzen mit festen und flüssigen Anteilen enthalten sein.

- > Für die Bewertung von Partikelfilter-Systemen nach dem VERT-Eignungstest sind die Abscheidegrade der Anzahlkonzentration mit Bezug auf feste Partikel im alveolargängigen Grössenbereich 20–300 nm sowie der EC-Massenkonzentration massgebend¹⁰.

Filtercharakteristik

Der Abscheidegrad eines Filters kann eine starke Abhängigkeit von der Partikelgrösse aufweisen. So ist zwischen dem Bereich der Trägheitsabscheidung (Impaktion bei grossen Partikeln) und Diffusion (bei kleinen Partikeln) häufig ein markanter Einbruch der Abscheidung festzustellen. Da es im Hinblick auf die gesundheitlichen Wirkungen nicht gleichgültig ist, welche Partikelgrössen bevorzugt abgeschieden oder aber emittiert werden, muss der Abscheidegrad in Funktion der Partikelgrösse bestimmt werden. Dieser Zusammenhang wird als Abscheidecharakteristik oder Filtercharakteristik bezeichnet.

Filtermedium

Eine passive Struktur, in der die Feststoffpartikel durch Trägheitskräfte (Impaktion), elektrische Kräfte oder Diffusion an den Oberflächen abgeschieden werden und dort durch physikalische Bindung (van der Waals), elektrische oder chemische Kräfte zuverlässig gebunden bleiben.

Die Filtermedien werden grob eingeteilt in Oberflächenfilter und Tiefenfilter. Am Oberflächenfilter bildet sich ein Filterkuchen («Russ filtert Russ»). Beim Tiefenfilter ist der Staub «gleichmässig» (besser: in Strömungsrichtung logarithmisch abnehmend) im Filter verteilt. Beide Filter-Medien können hohe Abscheidegrade erreichen, verhalten sich aber bezüglich Gegendruck und Abscheidegrad bei Beladung unterschiedlich und weisen in der Regel auch unterschiedliche Abscheide-Charakteristiken in Funktion der Partikelgrösse auf. Viele der heute angebotenen Filtermedien sind Mischtypen.

Minimierungsgebot

Die Emissionen krebserzeugender Stoffe müssen nach LRV unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismässigkeit generell so weit wie möglich begrenzt werden. Die effektive Emissionsbegrenzung ist im Einzelfall auf den Stand der besten verfügbaren Technik auszurichten. Mindestens jedoch müssen die Emissionen soweit begrenzt werden, dass die Emissionsgrenzwerte im Anhang 1 Ziff. 82 LRV nicht überschritten werden.

Nachrüstung/Typengenehmigung

Nachrüstung ist die Ausrüstung eines typengeprüften Motors mit technischen Elementen, die in der Typengenehmigung nicht enthalten sind. Die Zulässigkeit der Nachrüstung und damit der Nicht-Verlust der Typengenehmigung muss durch zusätzliche Bestimmungen geregelt sein. Im Falle der Nachrüstung von Katalysatoren und Partikelfilter-Systemen ist diese Regelung in der Schweiz durch das Merkblatt des ASTRA vom 4.4.2006 [6] und durch die Verordnung über technische Anforderungen an Strassenfahrzeuge VTS gegeben.

Nanopartikel

Bezeichnet die Partikel im Grössenbereich 1–999 nm (d.h. $< 1 \mu\text{m}$), wie sie üblicherweise im Abgas von Verbrennungsmotoren gefunden werden. Zuweilen werden diese Partikel auch als «ultrafeine Partikel» mit unscharfen Grössendefinitionen bezeichnet.

Es besteht die Tendenz, die ultrafeinen Partikel nicht länger nach ihrer Masse, sondern nach ihrer Anzahlkonzentration in bestimmten, fein unterteilten Grössenklassen oder auch nach ihrer aktiven Oberfläche zu bewerten.

Partikel aus der motorischen Verbrennung

Partikel sind Schwebestoffe, die in der Regel im Verbrennungsprozess erzeugt werden und normalerweise mit dem Abgas in die Umgebung gelangen. Ein solches mit Partikeln belastetes Gas wird als Aerosol bezeichnet. Der Oberbegriff «Partikel» kann feste und flüssige Anteile enthalten.

Nach der Nomenklatur der Arbeitsmedizin gelten Aerosole mit Feststoffpartikeln aus der motorischen Verbrennung auch als Rauche, während Aerosole mit flüssigen Partikeln als Nebel bezeichnet werden und solche, die bevorzugt Aschepartikel oder natürliche mineralische Partikel aufweisen, als Stäube.

Für die Beurteilung der Lungengängigkeit werden Partikel in Grössenklassen eingeteilt: für die Immissionen ist z. B. gemäss LRV PM10 definiert, d.h. alle Partikel, die kleiner sind als $10 \mu\text{m}$ (genauer: ... die in einem Filter abgeschieden werden, dessen Trenncharakteristik durch 50 % Abscheidung beim aerodynamischen Durchmesser $10 \mu\text{m}$ gekennzeichnet ist). Weitere Definitionen von Grössenklassen, die zunehmend verwendet werden: PM2.5/PM1/PM0.1.

Partikelfilter-System PFS

Unter Partikelfilter-System wird das vollständige System verstanden, wie es für die Gewährleistung der Funktion erforderlich ist. Neben dem Filtermedium gehören dazu auch das nach aussen (thermisch und akustisch) isolierte Gehäuse sowie alle Elemente zur Regeneration und zur automatischen Funktionsssicherung.

Für den Anwender ist es vorteilhaft, wenn die Partikelfilter-Systeme mit allen Elementen von einem einzigen, für das gesamte System verantwortlichen Lieferanten angeboten werden, was die Einführung dieser Technik erleichtert.

«Passive Partikelfilter-Systeme» sind solche, bei denen die Regeneration ohne zusätzlichen Eingriff von aussen erfolgt, meist unterstützt von katalytisch wirkenden Substanzen (Beschichtungen oder Treibstoff-Additive) derart, dass die im gegebenen Betriebspunkt verfügbare Temperatur und der Sauerstoffgehalt für den Ablauf des Regenerationsprozesses ausreichen.

«Aktive Partikelfilter-Systeme» sind solche, bei denen durch einen Steuer- oder Regeleingriff zusätzliche Energie (eventuell auch Verbrennungssauerstoff) zur Durchführung des Regenerationsprozesses in das System eingeleitet wird. Dabei kann die Wärmefreisetzung durch Brenner, elektrische Beheizung oder entsprechende Eingriffe bei der motorischen Verbrennung erfolgen.

Als «automatisch» wird ein Partikelfilter-System dann bezeichnet, wenn keine Eingriffe durch den Maschinenführer erforderlich sind und wenn das System sich selbst überwacht und regelt.

¹⁰ Vgl. Anhang 1 Punkt 1.

Regeneration

Der im Filter gespeicherte Russ muss periodisch entsorgt werden, um Überlastungen des Filters zu vermeiden. Dies kann entweder durch Verbrennen des gespeicherten Russes (Heissregeneration) geschehen oder durch ein Ausblasen des Filters entgegen der Strömungsrichtung (Gegenstromreinigung, wobei sichergestellt sein muss, dass die Rückstände nicht in die Umgebung gelangen können).

Für Dieselpartikelfilter-Systeme ist die Heissregeneration das übliche Verfahren, da Dieselmotoren bei Temperaturen um 550–650 °C mit Luft verbrennen und bei entsprechender Prozessführung neben CO₂ und H₂O keine Rückstände gebildet werden. Die dafür erforderliche Aktivierungsenergie kann durch Beheizung (elektrisch oder Brenner) bereit gestellt werden, wobei die erforderliche Energie durch den Einsatz katalytischer Substanzen erheblich reduziert werden kann.

Anorganische Stäube wie Aschepartikel können durch die Heissregeneration nicht entfernt werden. Um den Filter von diesen Partikeln zu befreien, ist periodisch eine Reinigung (nach > 2000 Bh), z. B. durch Rückblasen oder Waschen, mit anschliessender umweltgerechter Entsorgung der Rückstände, erforderlich.

Sekundäremissionen

Schadstoffemissionen, die durch Einsatz des Partikelfilter-Systems entstehen oder deren Konzentration durch den Einsatz des Partikelfilter-Systems erhöht wird. Diese Schadstoffe können in der motorischen Verbrennung oder im Partikelfilter-System selbst entstehen. Es können Gase oder Partikel sein, und es kann sich um gesetzlich limitierte oder nichtlimitierte Schadstoffe handeln.

Literatur

- [1] «Grenzwerte am Arbeitsplatz 2001», Schweizerische Versicherungsanstalt Suva Luzern, Bestell-Nr. 1903.D
- [2] Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand 28.3.2000) SR 814.318.142.1
- [3] VERT-Verminderung der Emissionen von Real-Dieselmotoren im Tunnelbau – Ein Verbundprojekt von Suva, AUVA, TBG und BUWAL (1993–1999),
<http://www.Suva.ch/home/Suvapro/branchenfachthemen/bau/untertagbau/partikelfilterobligatorium.htm>
- [4] VERT-Eignungstest für Diesel-Partikelfilter-Systeme BAFU/Suva, interner Bericht, 2003
- [5] Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS) Artikel 34 Ausserordentliche Prüfungspflicht und Artikel 53 Geräusch, Schalldämpfer und Erläuterungen vom 29.9.95
- [6] Merkblatt des Bundesamt für Strassen (ASTRA) betreffend den «Nachträglichen Einbau von Partikelfiltern» vom 4.4.2006
- [7] Suva: Information zur Einführung des Partikelfilterobligatoriums, Luzern 24.1.2000
- [8] Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen», herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Inkraftsetzung 1. September 2002, Bestellnummer VU–5024-D (für Deutsch resp. F, I, E)
- [9] Technische Anleitung VSBM/SBI «Abgaswartung und Kontrolle von Maschinen und Geräten auf Baustellen» www.vsbm.ch
- [10] SNR 277205 Prüfung von Partikelfilter-Systemen für Verbrennungsmotoren, Schweizerische Normen-Vereinigung SNV 2007