



Simas (LTA) Oil Mist Filter AC 3002

Verification Protocol

Oil mist from tooling machine exhaust air

September 2009

Project Manager: Marianne Kyed Ørbæk

1. Table of contents

1.	Table of contents	2
2.	Introduction	3
2.1.	Name of product	3
2.2.	Name and contact of vendor	3
2.3.	Name of centre/verification responsible	3
2.4.	Verification and test organization	3
2.5.	Expert group	4
2.6.	Verification process	4
3.	Description of the technology	5
4.	Description of the product	5
5.	Application and performance parameter definitions	7
5.1.	Matrix	7
5.2.	Target	7
5.3.	Effect	7
5.4.	Performance parameters for verification	7
5.5.	Additional parameters	7
6.	Existing data	8
6.1.	Summary of existing data	8
6.2.	Quality of existing data	9
6.3.	Accepted existing data	9
7.	Test plan requirements	9
7.1.	Test design	9
7.2.	Reference analysis	10
7.3.	Data management	10
7.4.	Quality assurance	10
7.5.	Test report	10
8.	Evaluation	10
8.1.	Calculation of performance parameters	10
8.2.	Evaluation of test data quality	10
8.3.	Compilation of additional parameters	10
8.3.1.	User manual	10
8.4.	Occupational health and environment	11
9.	Verification schedule	11
10.	Quality assurance	12
11.	References	12
12.	Appendix	12

2. Introduction

Environmental technology verification (ETV) is an independent (third party) assessment of the performance of a technology or a product for a specified application, under defined conditions and quality assurance.

2.1. Name of product

The product is Simas (LTA) Oil Mist Filter AC 3002.

2.2. Name and contact of vendor

Simas Filters A/S
Rugvænget 10
8500 Grenaa
Denmark
Phone +45 8758 1020
Contact Peter Rebsdorf,
E-mail pr@simas.dk
Cell phone +45 (21) 60 43 49

2.3. Name of centre/verification responsible

Test centre:	Verification responsible
FORCE Technology	Ole Schleicher
Park Allé 345	E-mail osc@force.dk
DK - 2605 Brøndby	Phone +45 4326 7540
Denmark.	Cell phone +45 2269 7540

2.4. Verification and test organization

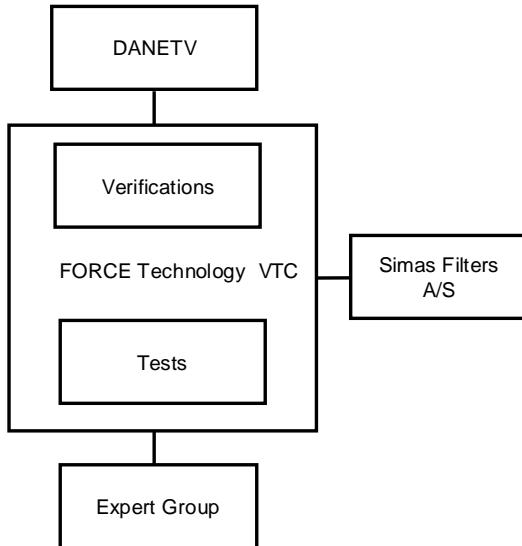
The verification will be conducted by the Danish test centre DANETV. The verification is planned and conducted to satisfy the requirements of the ETV scheme currently being established by the European Union (EU ETV). Verification and tests will be performed by FORCE Technology as DANETV verification and test centre (VTC).

The day to day operations of the verification and tests will be coordinated and supervised by FORCE Technology, with participation of the vendor, Simas Filters A/S. The testing will be conducted in the FORCE Technology laboratories, Brøndby, Denmark. FORCE Technology will operate the oil mist filter during the verification. Simas Filters A/S will provide the oil mist filter, user manuals and operation instructions. In addition also participate in the development of the protocol and plans with FORCE Technology.

An expert group is established to support FORCE Technology in planning, conducting and reporting the verification and tests, and to review plans and reports.

The organization chart in Figure 1 identifies the relationships of the organization associated with this verification and tests.

Figure 1. Organization of the verification and tests



2.5. Expert group

The expert group assigned to this verification and responsible for review of the verification plan and report documents includes:

Erik Balieu (EB)
Balieu Prudentia
Dianas Have 75
DK-2970 Hørsholm
E-mail ebalieu@mail.dk
Phone +45 20 55 17 64

Qualification:

Erik Balieu has an in-depth know-how of filtration theory, filtration mechanisms and performance of filters for removal of air-borne particles. He has more than 30 years of experience in standardization within DS and CEN as well as in testing of respiratory protective devices, including testing of air purifying particle filters for removal of oil aerosols.

Erik Bjarnov (Ekb)
Specialist / Chemical Analysis
FORCE Technology
Park Allé 345
DK-2605 Brøndby
E-mail: ekb@force.dk
Phone +45 43 26 72 58

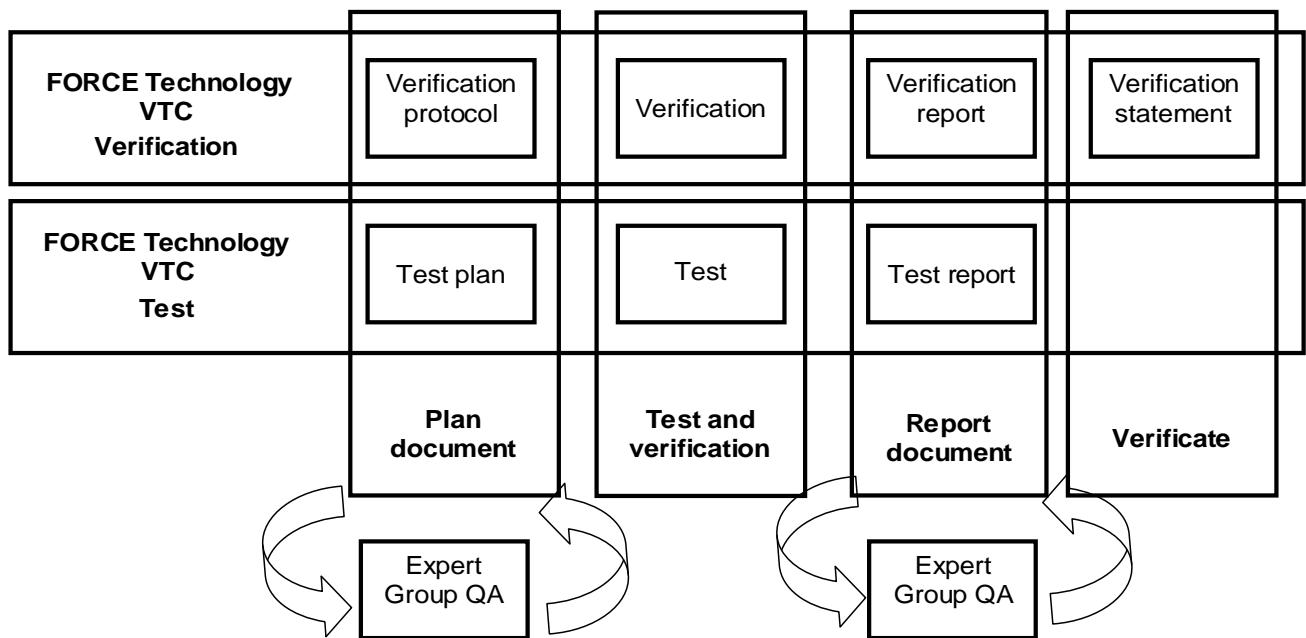
Qualification:

Erik Bjarnov has many years of experience with standardisation and testing of respiratory protective equipment including testing of particle filters against oil aerosols.

2.6. Verification process

Verification and tests will be conducted in two separate steps, as required by the EU ETV. The steps in the verification are shown in Figure 2.

Figure 2. Verification steps



References for the verification process are the Quality Management Plan for DANETV /1/

A verification statement will be issued after completion of the verification.

3. Description of the technology

A wide range of technologies and products are available for removal of aerosols in oil mist from ventilation air.

The technology product to be verified is applying the electrostatic precipitation technology for removal of oil mist from exhaust air from metal cutting machines..

The removal of oil mist is based upon electrostatic attraction. By using an electro filter the electrical forces are used to separate the aerosols from the oil.

The filtration principle in electrostatic attraction is divided into 3 steps:

1. charging the particles
2. separation of the particles
3. removal of the separated particles

4. Description of the product

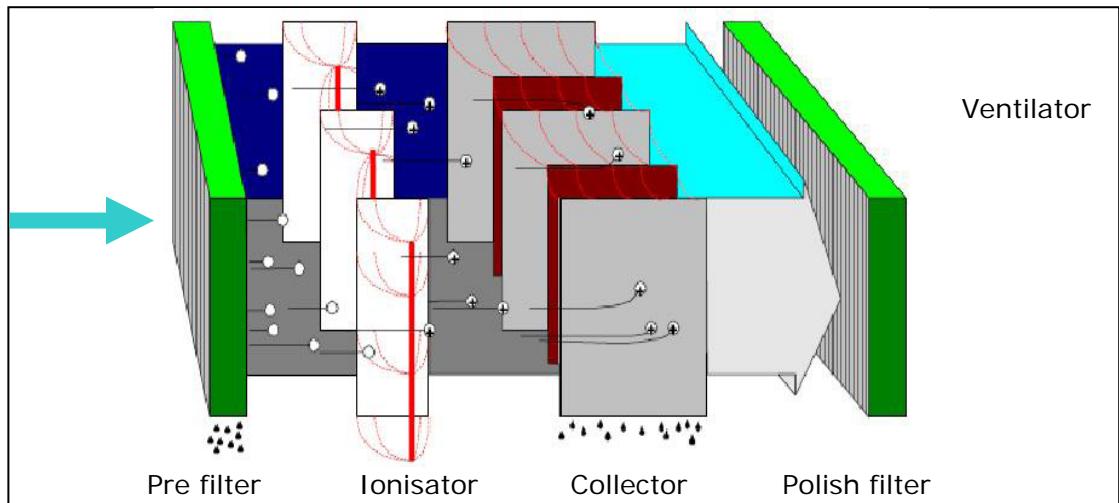
Simas (LTA) Oil Mist Filter AC 3002 is an electrostatic separator, but the unit is called a filter by the manufacturer. It is developed to remove cooling lubricant oil mist from

metal cutting machinery. The oil mist is exhausted from the working centre by the integrated fan in the oil mist filter.

The filtration process is divided into 3 main filtration steps:

1. Pre filter: Consist of several layers of metal filters. As the oil mist passes through the pre filter the major part of the largest oil droplets and eventually solid particles is captured.
2. Electrostatic filter: Consist of both a Ionisator and a Collector. The oil mist droplets (aerosols) are charged positively by the high voltage field in the Ionisator. The charged particles are attracted to the Collector, which is negative charged. This process enables an efficient removal of aerosols.
3. Polish filter: The final polish filter makes sure, that no aerosols are left after the filtration process.

Figure 3. Filtration principle



The oil particles collected on the collector plates and in the pre and polish filter will by gravity flow to the bottom of the filter, where it can be lead back to the lubricant oil reservoir in the metal cutting machines.

Figure 4. Simas (LTA) Oil Mist Filter AC 3002



The built in fan in the filter, has a capacity of 2400 m³/h, but the filter is designed for a flow of maximum 1200 m³/h, and the filter will be operated with this flow in the test.

The filter is standard equipped with one pre filter type Primus D50 and one polish filter type Primus S-20, but the tested version is also equipped with a second pre-filter type Primus A-50, as it is the standard equipment for sale in Denmark.

5. Application and performance parameter definitions

The application is defined as detailed in the application definition appendix, Appendix 1, in terms of matrix for use, targets and effects.

5.1. Matrix

The matrix of the application is oil mist (aerosols) in ventilation air from metal cutting machines, using cooling lubricant oils.

5.2. Target

The targets of the application are aerosols.

5.3. Effect

The effect of the application is removal of aerosols, in terms of the percentage rate of removal of oil mist, and the outlet concentration.

The removal rate is calculated by the formula: $(C_I - C_O) \times 100 / C_I$

Where:

RR is the removal rate for
C_I is the inlet concentration
C_O is the outlet concentration

5.4. Performance parameters for verification

The following parameters are measured and reported for the whole test period:

- Total operating time
- Oil consumption in the aerosol generator
- Oil separated regained from the filter
- Weight increase of the pre-filters and the polish filter

5.5. Additional parameters

Besides the performance parameters to be obtained by testing, compilation of parameters describing the user manual and occupational health & safety issues of the product are required as a part of the verification.

6. Existing data

Test results from an earlier test with the Oil Mist Filter AC 3002 are available but it doesn't document the filtration efficiency on a long term basis, which is important in this test.

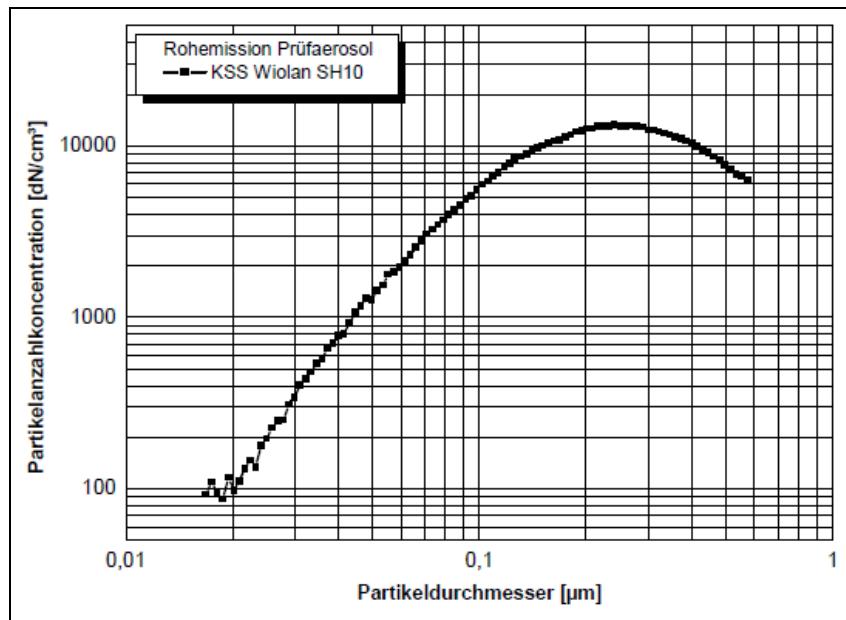
6.1. Summary of existing data

In October 2008 an AC 3002 R was tested for its ability to remove oil aerosol from air, by ILK Dresden and reported in Fachbericht ILK-B-33-08-1469 dated 24.10.2008. Attached as Appendix 2.

The test conditions were briefly:

- The test aerosols were made by an ATM 243 aerosol generator from Topas.
- The test oil used was an KSS Wiolan SH 10 from Houghton
- The target for the air flow through the filter was 1260 m³/h
- The target for the inlet oil aerosol concentration was 70 mg/m³
- The removal rate was calculated based on data from four samples of oil aerosol at the inlet and the outlet of the filter. Sampling time was 30 minutes for inlet samples, and 65 minutes for outlet samples.
- Oil aerosol was collected on glass fibre filter, extracted with tetrachloroethene and analysed by FT-IR spectroscopy.
- Aerosol particle size distribution was measured by an SMPS-System Model 3963 from TSI Inc.
- The test aerosol particle size distribution is shown in Figure 5.

Figure 5. Aerosol particle size distribution in the ILK Dresden test



The measured removal rates together with the inlet and outlet aerosol concentration and the air flow for each measurement, are shown in Table 1:

Table 1. Results and removal rate from the ILK Dresden test

Sample no.:		1	3	4	5	Average
Air flow	m ³ /h	1245	1270	1275	1280	1270
Inlet concentration	mg/m ³	63.8	77.2	61.9	67.6	67.63
Outlet concentration	mg/m ³	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Removal rate	%	99.78	99.82	99.77	99.79	99.79

6.2. ***Quality of existing data***

From the ILK Dresden homepage, www.ilkdresden.de, the following statement about the company was found:

- The ILK Dresden is an independent and free research enterprise with the legal status of a non-profit limited liability company.
- The ILK Dresden is certified according to ISO 9001.
- The ILK Dresden has 120 employed, and for their disposal is an experimental test area of 3000 m² with 60 experimental und test facilities as well as 25 scientific and technical laboratories.

Based on this information and their test report, which seems to be a professional work done by experienced people, it is concluded that the test results are reliable and has a very good quality.

6.3. ***Accepted existing data***

The principle for the test set up and the test parameters will be followed in the new test, and the results for the aerosol particle size distribution will be used directly in the test report for information and comparison.

7. **Test plan requirements**

Based upon the application and performance parameter identification, Section 5, the requirements for test design have been set, see section 6.1. The detailed test plan is prepared separately based upon the specification of test requirements presented below.

7.1. ***Test design***

The oil mist separator is tested in a set up which is imitating the set up of a metal cutting machine equipped with an oil mist separator. Instead of a metal cutting machine an oil mist generator will be used.

The oil mist separator, which has a built-in fan, is connected to the oil mist generator, by the use of 200 mm ducts (Tradename Spiro) long enough to achieve proper sampling points and a uniform distribution of the oil mist in the constant air flow.

7.2. Reference analysis

The test measurement is performed according to FORCE Technology's DANAK accreditation no. 51 according to ISO 17125 (approved by Danish Standards).

7.3. Data management

Data storage, transfer and control must be done in accordance with the requirements of ISO 9001 /2/ enabling full control and retrieval of documents and records.

7.4. Quality assurance

The quality assurance of the tests must include control of the reference system, control of the test system and control of the data quality and integrity.

The test plan and the test report will be subject to review by the expert group as part of the review of this verification protocol and the verification report, see Figure 2.

7.5. Test report

The test report must follow the template of DANETV FORCE Technology verification centre quality manual /1/ with data and records from the tests presented.

8. Evaluation

The evaluation includes calculation of the performance parameters, see Section 5.4 for definition, evaluation of the data quality based upon the test quality assurance, see Section 7.4 for requirements, and compilation of the additional parameters as specified in Section 5.5.

8.1. Calculation of performance parameters

Calculations are done according to generally accepted mathematical and statistical principles such as those described in /2/ and as described in section 5.3.

8.2. Evaluation of test data quality

The uncertainty for the measurement of mineral oil mist is $\pm 15\%$ of the measured value (95% confidence interval), and all the measured values is checked to be within the range of $\pm 15\%$ of the average of the measurements.

8.3. Compilation of additional parameters

Constant and steady operation and oil mist load during the whole test period is checked by the measured operational parameters, e.g. air flow and temperature, and the daily measured amount of oil filled into the oil mist generator and the oil tapped from the pipes and oil mist filter.

8.3.1. User manual

The verification criterion for the users manual is that it describes the use of the electrostatic filter adequately and understandable.

A description is complete, if all essential steps are described, if they are illustrated with a figure or a photo, where relevant, and if the descriptions are understandable without reference to other guidance.

Table 3 *Criteria for user manual evaluation*

Parameter	Complete description	Summary description	No description	Not relevant
<i>Product</i>				
Principle of operation	X			
Intended use	X			
Performance expected			X	
Limitations			X	
<i>Preparations</i>				
Unpacking	X			
Transport	X			
Assembly				X
Installation	X			
Function test			X	
<i>Operation</i>				
Steps of operation				X
Points of caution	X			
Maintenance	X			
Trouble shooting	X			
<i>Safety</i>				
General instructions	X			
Power and high voltage	X			

8.4. Occupational health and environment

The LTA Oil Mist Filter AC 3002 has the CE mark, which guarantees focus on healthy and safety during production and use.

An electrostatic precipitator has special precautions, because of the very high voltage, and this is clearly explained and repeated in several parts of the users manual.

9. Verification schedule

The verification is planned for October 2009. The overall schedule is given in Table 4.

Table 4 *Verification schedule*

Task	Timing
Application definition document	May 2009
Verification protocol with test plan	September 2009
Test	October 2009
Test reporting	January 2010
Verification	February 2010
Verification report	March 2010
Verification statement	March 2010

10. Quality assurance

The quality assurance of the verification is described in Table 4 and Figure 2, and the quality assurance of the tests in the test plan.

Table 5 *QA plan for the verification*

		Internal audit	Expert Group
Task	Initials	AGE	EB, EKB
Plan document with the application definition, verification protocol and test plan		Review	Review
Report document with the test report and verification report		Review	Review

11. References

1. DANETV. Verification Test Centre Quality Manual. 27-2-2009.
2. DANAk accreditation number 51

12. Appendix

Appendix 1 Application and performance parameter definitions

Appendix 2 ILK Dresden test report, Fachbericht ILK-B-33-08-1469, dated 24.10.2008.

Appendix 1

Application and performance parameter definitions



This appendix defines the application and the relevant performance parameters application as input for verification and test of an environmental technology following the DANETV method.

1. Application

The intended application of the product for verification is defined in terms of the matrix, the targets and the effects of the product.

1.1. Matrix

The matrix of the application is oil mist (aerosols) in ventilation air from metal cutting machines, using cooling lubricant oils.

Several parameters affect the generation and particle distribution of the oil mist from metal cutting machines, e.g. the velocity of the cutting edge, the flow and velocity of the lubricant oil to the cutting point, the temperature, the type and behaviour of the lubricant oil. These parameters are kept constant during the test, by using a standardized test set up, with an oil mist generator.

1.2. Target(s)

The targets of the application are oil aerosols.

1.3. Effects

The effect of the application is removal of aerosols, in terms of the percentage removal of oil mist, and the outlet concentration.

The removal rate is calculated by the formula: $RR = (C_I - C_U) \times 100 / C_I$

Where:

RR is the removal rate for

C_I is the inlet concentration

C_U is the outlet concentration

In order to be able to gain reproducible results the test is conducted under standardized and constant conditions imitating usual industrial operating conditions for metal cutting machines.

During the test it is expected to observe the effect of:

- Decreasing flow rate and or increasing pressure drop across the filter as both pre and end filter eventually will block more and more.
- Some amount of oil on vapour phase.

1.4. Exclusion

The variations in the air temperature, humidity and pressure which can occur during the test, is expected to have an insignificant impact on the filter performance, and is thus not covered by the verification.

Effect on filter performance if particle distribution is changed (better or worse efficiency?)

Appendix 1

Application and performance parameter definitions



2. General performance requirements

No formal performance requirements for the application have been identified in the European Union or the US.

2.1. Regulatory requirements

The Danish ELV for oil aerosol is 1 mg/m³ according to the Environmental Guidelines Nr. 1, 2002, Guidelines for Air Emission Regulation – Limitation of air pollution from installations, by sampling and analysis of oil mist according to MEL-14, which is the method recommended by the Danish Environmental Protecting Agency.

MEL-14 is a slightly modified US EPA Method 0010, Method for Determining TCO/GRAV in Stack Gas, adjusted for the specific sampling and analysis of mineral oil aerosols.

2.2. Application based requirements

Not relevant!

3. State of the art performance

Not relevant!

4. Performance parameter definitions

No elaborating comments.

Fachbericht
ILK-B-33-08-1469
24.10.2008
Seitenzahl 14

Untersuchung von elektrostatischen Abscheidern - Baureihenentwicklung

Dipl.- Ing. Ralf Heidenreich

Dipl.-Ing. Steffen Blei

(Zusammenfassung vom 06.03.09: LTA, Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Kälble)

Zertifiziert nach ISO 9001

Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige Gesellschaft mbH • Bertolt-Brecht-Allee 20 • 01309 Dresden
Geschäftsführer: Dr. rer. nat. habil. Ralf Herzog • Prokurist: Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke
Tel.: 0351/4081-520 • Fax 0351/4081-525 • E-Mail: gf@ilkdresden.de • http://www.ilkdresden.de
Commerzbank Dresden • Kto. 8 000 135. BLZ 850 400 00 • Amtsgericht Dresden HRB 6118

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung	3
2 Messaufbau und Vorgehensweise	4
2.1 Aufbau des Prüfstandes	4
2.2 Elektrostatische Abscheider	5
2.3 Bestimmung des Gesamtabscheidegrades und Fraktionsabscheidegrades	5
2.4 Partikelmesstechnik	5
2.4.1 Mobilitätsspektrometer Model 3963	5
2.5 Aerosoldosierung	6
3 Bewertung der Versuchsergebnisse	6
3.1 Fraktionsabscheidegrad	8
3.2 Gesamtabscheidegrad bei Nennluftvolumenstrom	10
4 Zusammenfassung und Bewertung	11

1 Aufgabenstellung

Für elektrostatische Abscheider (einstufig und doppelstufig) sollten der Fraktionsabscheidegrad und die Gesamtabscheideleistung unter Berücksichtigung der Gasphase für Kühlschmierstoff bestimmt werden. Wesentlich für die Charakterisierung des Abscheideverhaltens sind dabei

I. Gesamtabscheidegrad in %

- a. Gesamtabscheidegrad Aerosol:

$$\eta = \frac{k_1 - k_2}{k_1} \times 100$$

k_1 ...Gesamtkonzentration von Aerosol am Eintritt des Filters

k_2 ...Gesamtkonzentration von Aerosol am Austritt des Filters

Die Bestimmung erfolgt durch gravimetrische Messung der roh- und reingasseitigen Aerosolkonzentration.

- b. Gesamtabscheidegrad Aerosol und Dampf:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100$$

C_1 ... Gesamtkonzentration von Aerosol und Dampf am Eintritt des Filters

C_2 ... Gesamtkonzentration von Aerosol und Dampf am Austritt des Filters

Für die simultane Bestimmung von Tröpfchen- und Gasphase ist das Verfahren nach BIA-Arbeitsmappe "Messung von Gefahrstoffen" Kennzahl 3110 anzuwenden.

Die partikelförmigen Stoffe werden isokinetisch erfasst und auf ein Planfilter abgeschieden, die Dämpfe werden in einer nachgeschalteten, mit Adsorberharz gefüllten Kartusche adsorbiert. Während die auf dem Planfilter abgeschiedene Fraktion gravimetrisch und extraktiv/ analytisch ausgewertet werden muss, kann die adsorbierte Fraktion mit Tetrachlorethen extrahiert und mittels FT-IR-Spektroskopie analysiert werden.

Verfahrenskenndaten:

Sammelphasen	Glasfaserfilter für Aerosol XAD - 2 für Dampf
Absaugraten	0,5 ... 2,8 m ³ /h
Maximale Probenahme	120 min
Probenaufbereitung	
Mineralölaerosol	Eluieren des mit Mineralölen beaufschlagten Glasfaserfilters mit Tetrachlorethen
Mineralöldampf	Eluieren des XAD - 2 mit Tetrachlorethen
Analytische Bestimmung	FT-IR-Spektroskopie bei 3000-2800 cm mit 32-facher Spektrenaddition
Bestimmungsgrenzen	
Mineralölaerosol	0,25 mg/m ³ bei 5,6m ³ Probeluftvolumen
Mineralöldampf	0,5 mg/m ³ bei 5,6 m ³ Probeluftvolumen

Für die gesicherte Bestimmung einer Abscheideleistung ist je dreimal roh- und reingasseitig eine Messung durchzuführen.

II. Fraktionsabscheidegrad des Filters T (x) in %:

$$\text{Abscheidegrad für eine bestimmte Partikelgröße } x: \quad T(x) = \frac{k_1(x) - k_2(x)}{k_1(x)} \times 100$$

$k_1(x)$... Partikelanzahlkonzentration der Partikelgröße x am Eintritt des Filters

$k_2(x)$... Partikelanzahlkonzentration der Partikelgröße x am Austritt des Filters

Mit der Kenngröße des Fraktionsabscheidegrades kann eine Aussage über die Abscheidecharakteristik des Filters getroffen werden. Der gemessenen Fraktionsabscheidegrad ist abhängig von der Art des Aerosols.

Mit der Kenngröße des Fraktionsabscheidegrades kann eine Aussage über die Abscheidecharakteristik des Filters getroffen werden. Der gemessenen Fraktionsabscheidegrad ist abhängig von der Art des Aerosols.

Die Messungen werden mit dem KSS Wiolan SH 10 der Fa. Houghton durchgeführt. Die Aerosoldosierung erfolgt mit einem Dosiersystem ATM 243 der Fa. Topas. Die eingestellte KSS-Konzentration soll 35 bzw. 70 mg/m³ betragen.

Die Anströmgeschwindigkeit ist über den in den Abscheider integrierten Lüfter festgelegt und beträgt ca. 1250 m³/h. Die Messungen erfolgen im Neuzustand der elektrostatischen Abscheider.

2 Messaufbau und Vorgehensweise

2.1 Aufbau des Prüfstandes

Für die Untersuchungen wurde im ILK Dresden ein separater Prüfstand für die Untersuchung der elektrostatischen Abscheider eingerichtet. Für die Durchführung der Messungen wurden Kanalelemente für die Einbindung der elektrostatischen Abscheider und Adapter für die Anpassung der Abscheider an das ILK-interne Absaugsystem gefertigt, sowie eine Roh- und Reingasmessstrecke ausgebildet.

Dabei sorgt die Gestaltung der Anlaufstrecke für eine gute Dispergierung des Prüfaerosols über den Kanalquerschnitt. Für die notwendigen Messstellen wurden entsprechende Sonden- und Sensorhalterungen vorgesehen.

Tabelle 2-0: Eingesetzte Mess- und Dosiertechnik

Mobilitätsspektrometer Model 3936	Ölnebelgenerator ATM 243 mit Einrichtung zur Ölnebelhomogenisierung
-----------------------------------	---

2.2 Elektrostatische Abscheider

Die untersuchten elektrostatischen Abscheider sind in Tabelle 2- charakterisiert. Die im Abscheider integrierten Filterelemente sind senkrecht zur Strömungsrichtung angeordnet.

Tabelle 2-1: Eingesetzte Filter

Filterbezeichnung	Typ	Abmessungen B x H x L	Rohgas- konzentration
AC 3001 R	Mechanische Vorfiltration 1 elektrostatische Reinigungsstufe	590 x 610 x 740	35 mg/m ³
AC 3002 R	Mechanische Vorfiltration 2 elektrostatische Reinigungsstufen	590 x 610 x 1065	70 mg/m ³

2.3 Bestimmung des Gesamtabscheidegrades und Fraktionsabscheidegrades

Die Bestimmung des Gesamtabscheidegrades erfolgt durch eine gleichzeitige gravimetrische Messung der roh- und reingasseitigen Aerosolkonzentration.

Die Bestimmung des Fraktionsabscheidegrades erfolgt durch abwechselnde, roh- und reingasseitige Messung mit dem Mobilitätsspektrometer Model 3936.

2.4 Partikelmesstechnik

2.4.1 Mobilitätsspektrometer Model 3963

Für Partikelgrößen im Nanometerbereich kommt das Mobilitätsspektrometer bestehend aus einem Elektroklassierer mit langem DMA und Kondensationskernzähler CPC zum Einsatz. In Abhängigkeit von vorgeschaltetem Impaktor, Probenahmedurchfluß und Probenahmedauer wird bei den vorliegenden Versuchen mit dem SMPS das Partikelgrößenspektrum von 18 bis 850 nm abgedeckt. In Tabelle 2-1 ist das verwendete Gerät in seinen Eigenschaften aufgeführt.

Tabelle 2-1: Eingesetzte Partikel- Messtechnik Mobilitätsspektrometer

Größe	Messprinzip	Messbereich	Sensor / Messgerät
Partikel- konzentration	Korrelation von Partikelgröße und Mobilität der Partikel,	0,02 µm ... 1 µm	SMPS- System Model 3963 Fa. TSI Inc.
Partikelgrößen- verteilung	Kondensationskernzählung		

2.5 Aerosoldosierung

Zur Dosierung des KSS- Aerosols wurde ein Aerosolgenerator bestehend aus drei Zweistoffdüsen und einem Prallplattenabscheider eingesetzt. Über die Ansteuerung der Zweistoffdüsen und den Düsenvordruck kann der Dosiermassenstrom eingestellt werden. Für die Prüfung ergab sich folgende mittlere Partikelgrößenverteilung (Bild 2-1).

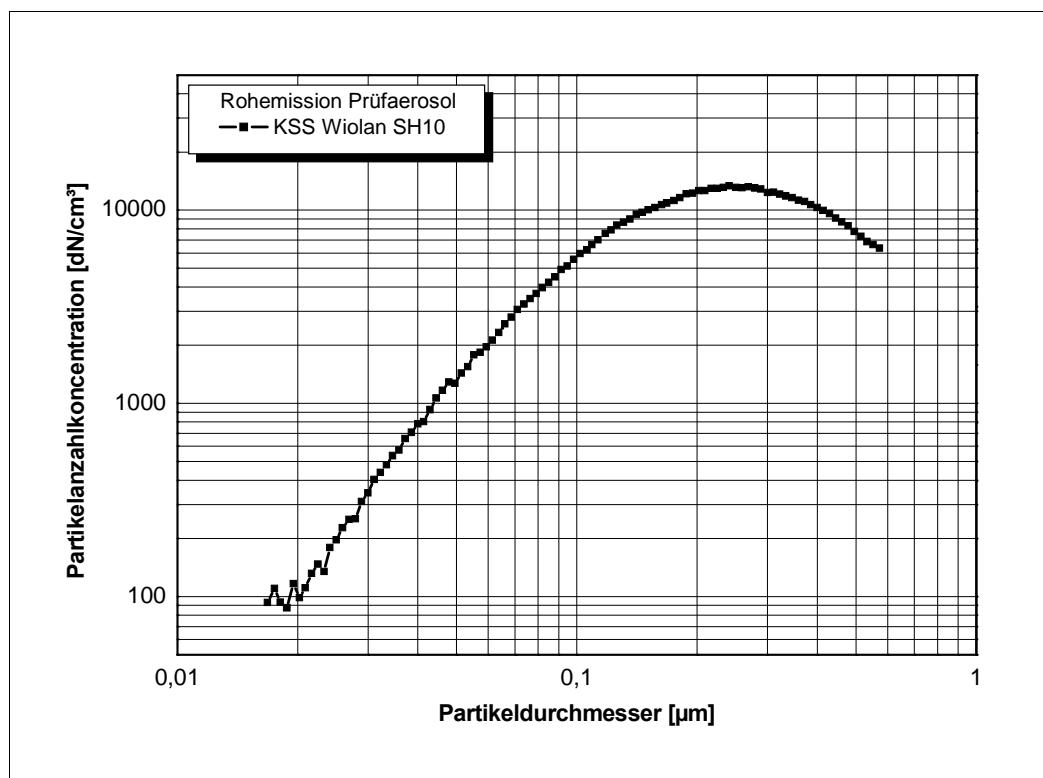


Bild 2-1 Rohgasseitige Partikelgrößenverteilung - KSS Wiolan SH 10

3 Bewertung der Versuchsergebnisse

Die Untersuchung von Gesamtabscheide- und Fraktionsabscheidegrad erfolgte bei einem Volumenstrom von ca. 1250 m³/h. Der Gesamtvolumenstrom wird dabei von einem in den Abscheidern integrierten Gebläse erzeugt. Die Abbildungen Bild 3-1 und Bild 3-2 zeigen die Volumenstrommessung für die beiden untersuchten Abscheider und geben jeweils den Mittelwert der Volumenstrommessung für Abscheider AC 3001 R (1260m³/h) und AC 3002 R (1270 m³/h) an.

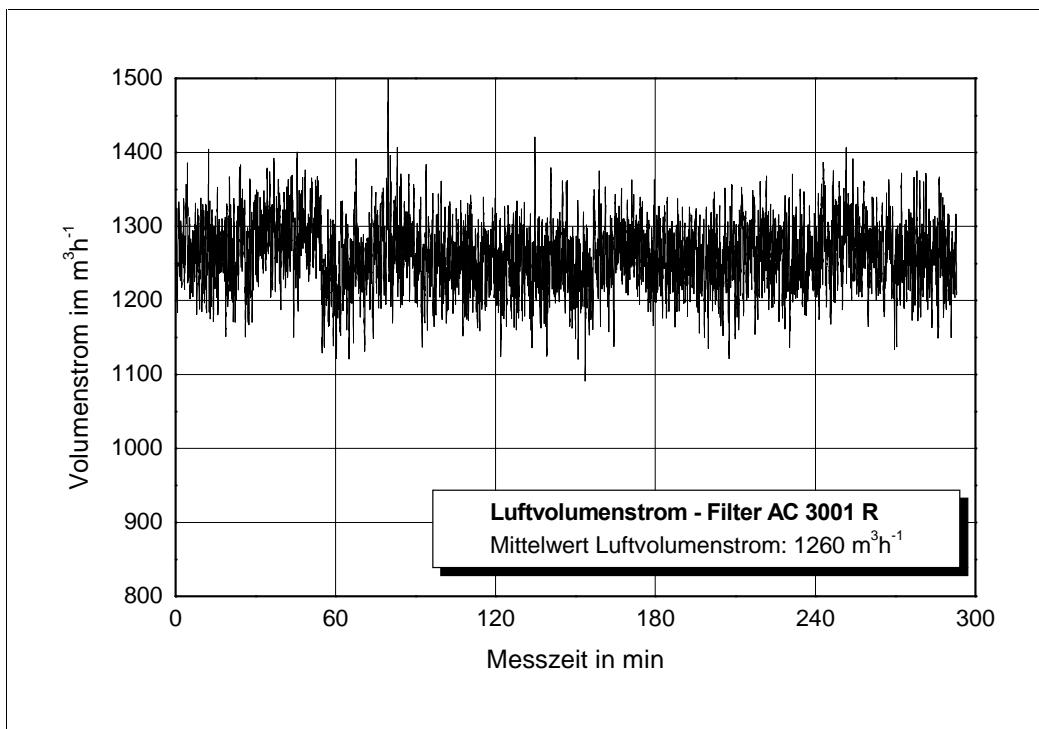


Bild 3-1 Luftvolumenstrommessung für Abscheider AC 3001 R

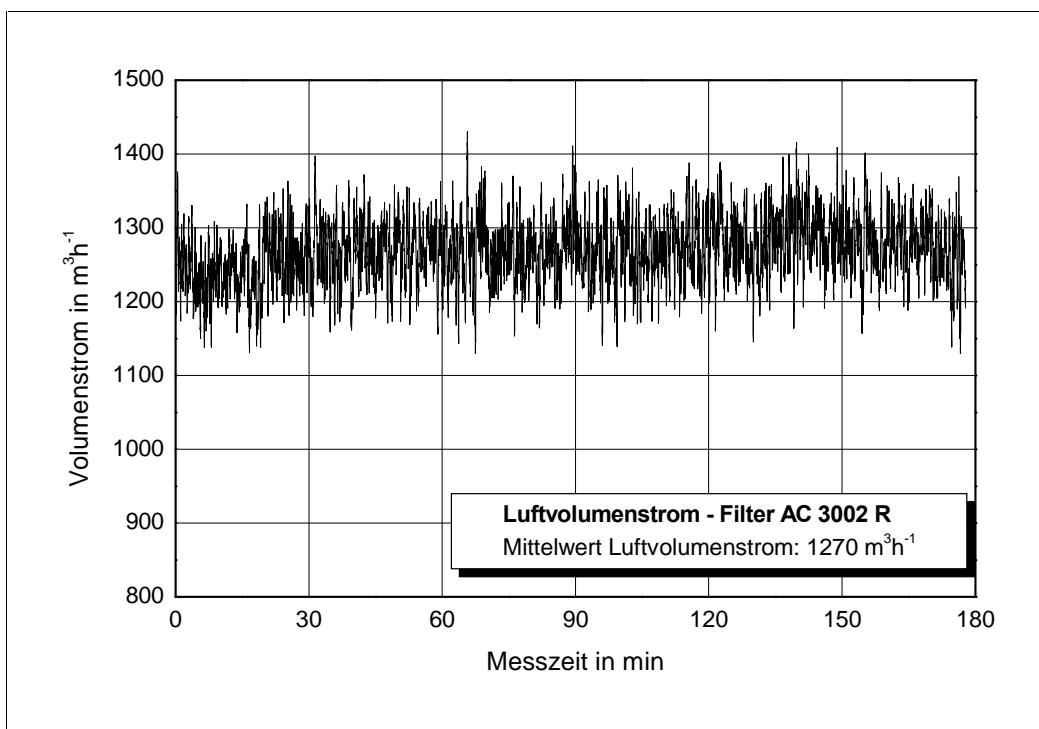


Bild 3-2 Luftvolumenstrommessung für Abscheider AC 3002 R

3.1 Fraktionsabscheidegrad

Bei den Prüfungen der Abscheider zeigte sich, dass eine Abscheidung von feinteiligen Aerosolen unterhalb von 1 µm bei beiden untersuchten Prüflingen sehr effektiv erfolgt. Für den Abscheider AC 3001 R mit einer elektrostatischen Reinigungsstufe konnte ein Fraktionsabscheidegrad von > 97 % bei einer Rohgaskonzentration von 35 mg/m³ festgestellt werden. Das Minimum der Abscheidung wurde für die Partikelgröße von ca. 0,1 µm erfasst, wie auch Bild 3-3 verdeutlicht.

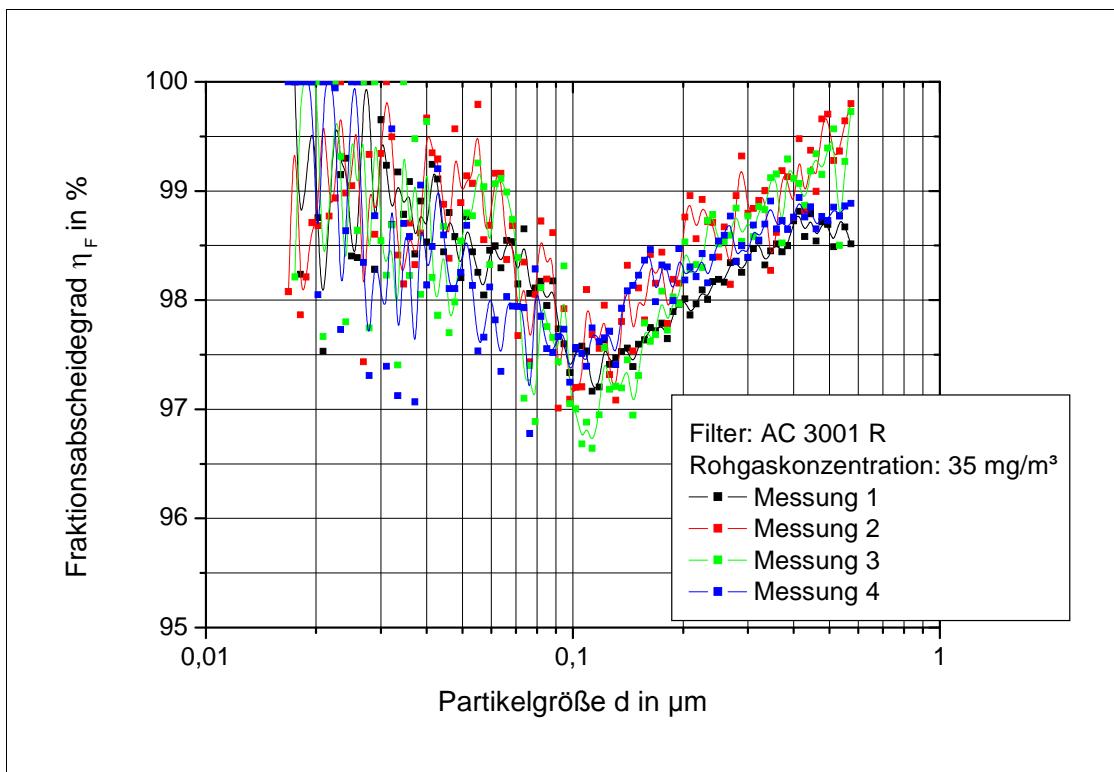


Bild 3-3 Fraktionsabscheidegrad für Abscheider AC 3001 R (1260 m³/h)

Der Abscheider AC 3002 R mit 2 elektrostatischen Reinigungsstufen erzielt ein noch effizienteres Ergebnis bei verdoppelter Rohgaskonzentration (70 mg/m³). Hier konnte ein Fraktionsabscheidegrad von > 99,5 % festgestellt werden. In Minimum in der Abscheideeffizienz ist nicht zu verzeichnen. Bild 3-4 verdeutlicht die gemessenen Fraktionsabscheidegrade für den Abscheider AC 3002 R.

Einen Vergleich des gemittelten Fraktionsabscheidegrades der untersuchten Abscheider AC 3001 R und AC 3002 R zeigt noch einmal Bild 3-5. Die noch effizientere Abscheidung des Prüfaerosols bei verdoppelter Rohgaskonzentration durch den Abscheider AC 3002 R zeigt sich deutlich.

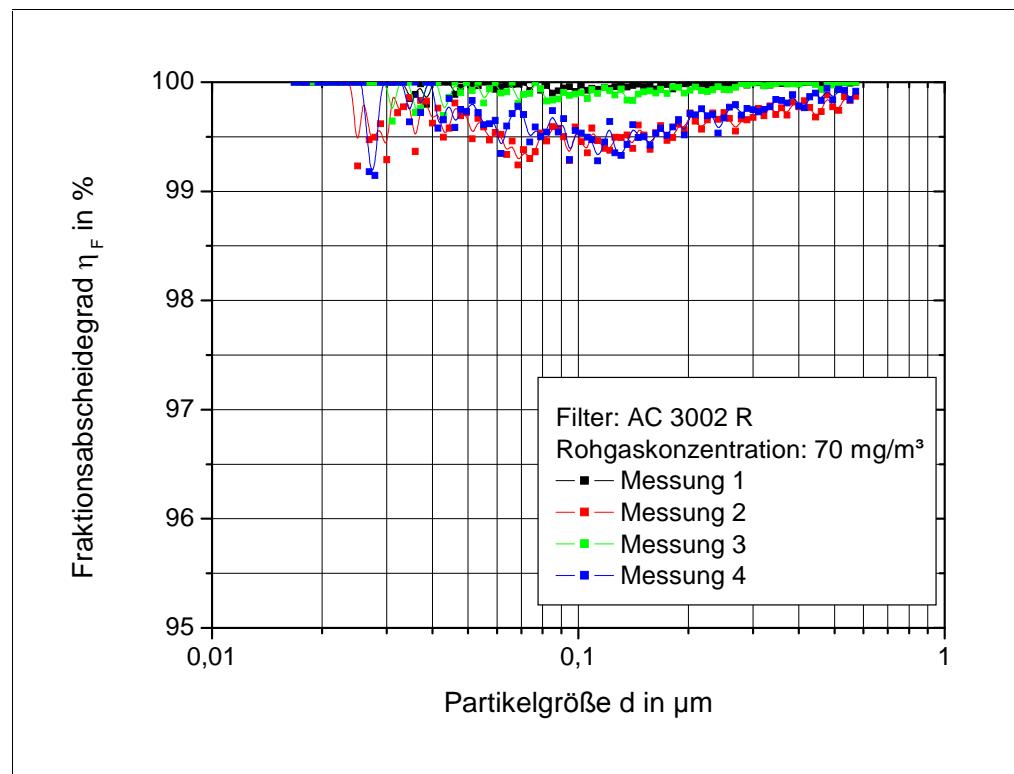


Bild 3-4 Fraktionsabscheidegrad für Abscheider AC 3002 R (1270 m³/h)

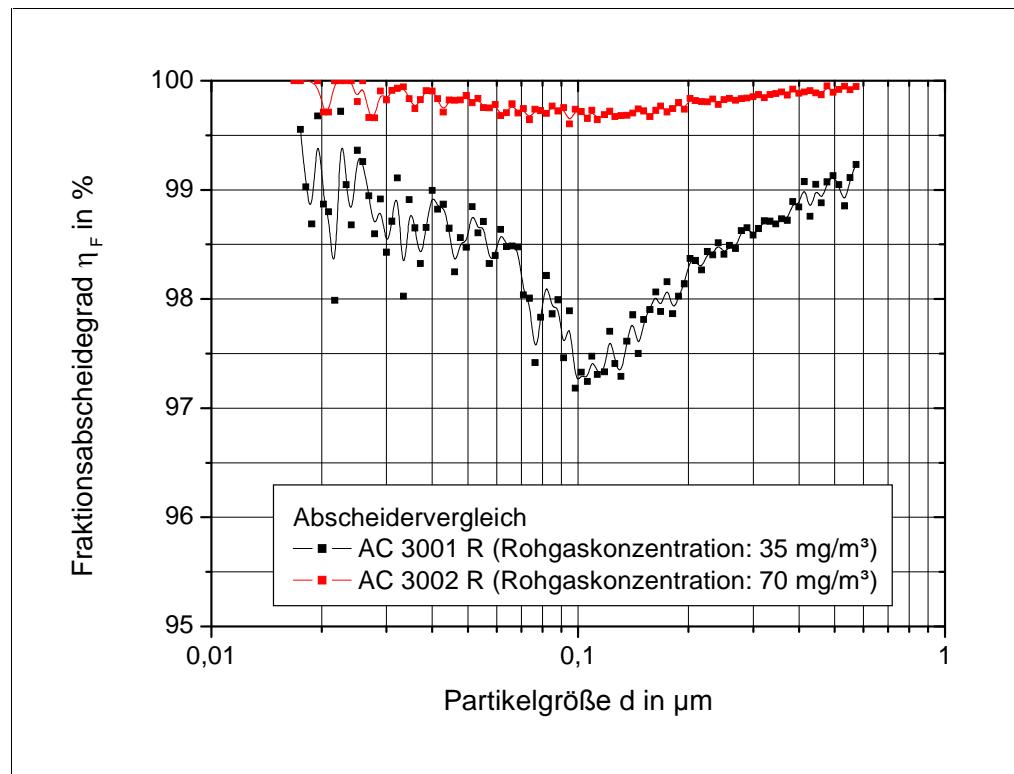


Bild 3-5 Fraktionsabscheidegrade für AC 3001 R und AC 3002 R

3.2 Gesamtabscheidegrad bei Nennluftvolumenstrom

Die Untersuchung des Gesamtabscheidegrades erfolgte bei Nennluftvolumenstrom von ca. 1250 m³/h für beide elektrostatischen Abscheider. Die Bestimmung erfolgt durch die gravimetrische Messung der roh- und reingasseitigen Aerosolkonzentration. Es wurden je 4 Messungen der Aerosolkonzentration im Rein- und Rohgas vorgenommen. Zusätzlich wurde die roh- und reingasseitige Gasphase in einer mit Adsorberharz gefüllten Kartusche adsorbiert.

Ohne Berücksichtigung der Gasphase ergeben sich die in Tabelle 3-1 dargestellten Ergebnisse.

Für den Abscheider AC 3001 R mit einer elektrostatischen Reinigungsstufe konnte ein gravimetrischer Gesamtabscheidegrad von 98,15 % als Mittelwert bei einer Rohgaskonzentration von 35 mg/m³ festgestellt werden.

Der Abscheider AC 3002 R mit 2 elektrostatischen Reinigungsstufen erzielt ein noch effizienteres Ergebnis bei verdoppelter Rohgaskonzentration (70 mg/m³). Hier konnte ein gravimetrischer Gesamtabscheidegrad von 99,79 % als Mittelwert festgestellt werden.

Tabelle 3-1 Gegenüberstellung der Mess- und Prüfergebnisse

Filterbezeichnung	Gesamtabscheidegrad [%] ohne Berücksichtigung der Gasphase
AC 3001 R	98,15
AC 3002 R	99,79

Die elektrostatischen Abscheider gliedern sich in die Filterklasse der HEPA-Filter nach EN 1822-1 ein. Der Abscheider AC 3001-R als Filterklasse H11 (Integraler Abscheidegrad > 95%) und der Abscheider AC 3002-R als Filterklasse H12 (Integraler Abscheidegrad >99,5%).

4 Zusammenfassung und Bewertung

Die elektrostatischen Abscheider wurden im Rahmen einer Prüfstandsuntersuchung mit dem Prüfaerosol KSS-Wiolan SH 10 beaufschlagt. Dabei wurden Fraktionsabscheidegrad und Gesamtabscheidegrad bestimmt. Der Fraktions- und Gesamtabscheidegrad wurden bei Nennluftvolumenstrom gravimetrisch ermittelt.

Mit den ermittelten Fraktionsabscheidegradkurven ist eine Beurteilung der Abscheideleistung im praktischen Anwendungsfall bei Kenntnis der Rohgaspartikelgrößenverteilung möglich.

Die elektrostatischen Abscheider reduzieren sehr effektiv feinteilige Aerosole unterhalb von 1 µm Partikelgröße. Für den Abscheider AC 3001 R mit einer elektrostatischen Reinigungsstufe konnte ein Fraktionsabscheidegrad von > 97 % bei einer Rohgaskonzentration von 35 mg/m³ festgestellt werden. Das Minimum der Abscheidung wurde für die Partikelgröße von ca. 0,1 µm erfasst.

Der Abscheider AC 3002 R mit 2 elektrostatischen Reinigungsstufen erzielte einen Fraktionsabscheidegrad von > 99,5 % bei verdoppelter Rohgaskonzentration (70 mg/m³). Ein Minimum in der Abscheideeffizienz ist nicht zu verzeichnen.

Für den Abscheider AC 3001 R mit einer elektrostatischen Reinigungsstufe konnte ein gravimetrischer Gesamtabscheidegrad ohne Berücksichtigung der Gasphase von 98,15 % bei einer Rohgaskonzentration von 35 mg/m³ festgestellt werden.

Der Abscheider AC 3002 R mit 2 elektrostatischen Reinigungsstufen erzielt bei verdoppelter Rohgaskonzentration (70 mg/m³) einen Gesamtabscheidegrad ohne Berücksichtigung der Gasphase von 99,79 %.

Die elektrostatischen Abscheider gliedern sich in die Filterklasse der HEPA-Filter nach EN 1822-1 ein. Der Abscheider AC 3001-R mit der Filterklasse H11 (Integraler Abscheidegrad > 95%) und der Abscheider AC 3002-R mit der Filterklasse H12 (Integraler Abscheidegrad >99,5%).



Bericht über Abscheideleistung und
 Fraktionsabscheidegrad

Meßprotokoll
ILK-B-33-08-1469/01

13.10.2008

Seitenzahl 2

1. Allgemeine Angaben

Länge × Breite × Höhe	590 × 610 × 740 mm
Filtermedium/ Bezeichnung	AC 3001 R 1 elektrostatische Reinigungsstufe

2. Prüfbedingungen:

Prüfstandsaufbau:	
Prüfmedium	Luft
Prüfaerosol	KSS Wiolan SH 10
Aerosoldosierung	Zweistoffdüsensystem, Fabrikat Fa. TOPAS ATM 243
Nenn- Aerosolkonzentration	35 mg/m³
Prüfluft - Volumenstrom	1260 m³/h

3. Messergebnisse

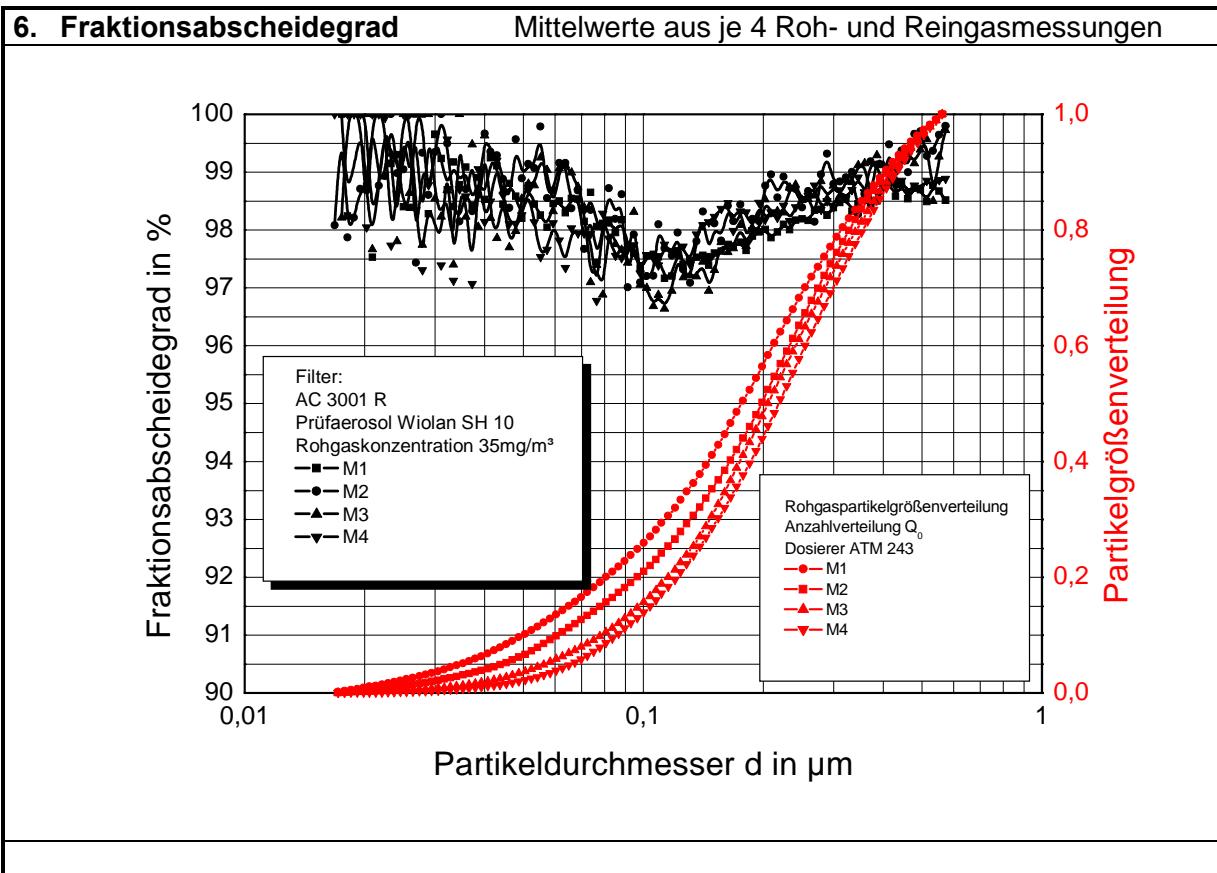
Prüf- Nr.		1	2		3		4
Datum der Prüfung		13.10.08	13.10.08		13.10.08		13.10.08
Prüfbeginn	Uhrzeit	10:41	10:41	11:21	10:41	12:40	12:07
Prüfdauer	min	30	70	30	70	30	63
Luftvolumenstrom (Mittelwert)	m³/h	1250	1250	1255	1250	1260	1255
Barometerstand	hPa	1008	1008	1007	1008	1006	1006
Lufttemperatur (Mittelwert)	°C	24,0	24,4	24,8	24,4	25,6	25,5
relative Luftfeuchte (Mittelwert)	%	41,0	40,0	40,0	40,0	39,0	39,0
Taupunkttemperatur (Mittelwert)	°C	9,9	9,9	10,3	9,9	10,6	10,5
Wassergehalt (Mittelwert)	Vol.-%	1,19	1,19	1,21	1,19	1,24	1,24
Wasseranteil (Mittelwert)	kg/m³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Betriebsdichte (Mittelwert)	kg/m³	1,171	1,170	1,167	1,170	1,163	1,163
Normdichte, trocken	kg/m³	1,287	1,287	1,287	1,287	1,287	1,287

4. Probenahme

Probenahmeverfahren	isokinetische Probenahme nach VDI 2066							
Messort	Roh	Rein	Roh	Rein	Roh	Rein	Roh	Rein
Absaugdüse Ø	10	10	10	10	10	10	10	10
Sammler - Nr.	6	7	2	7	5	4	6	8
Gesammelte Staubmasse	mg	11,08	0,57	11,55	0,57	17,15	0,77	10,87
Abgesaugtes Volumen	m³	0,373	1,020	0,367	1,020	0,389	0,855	0,371
Aerosolkonzentration (KSS)	mg/m³	29,7	0,56	31,5	0,56	44,1	0,90	29,3

5. Auswertung der Analysenergebnisse

Gesamt- Abscheidegrad	%	98,12%	98,22%	97,96%	98,29%
Mittlerer Gesamt- Abscheidegrad	%			98,15%	





Bericht über Abscheideleistung und
 Fraktionsabscheidegrad

Meßprotokoll
ILK-B-33-08-1469/02

13.10.2008

Seitenzahl 2

1. Allgemeine Angaben

Länge × Breite × Höhe	590 × 610 × 1065 mm
Filtermedium/ Bezeichnung	AC 3002 R 2 elektrostatische Reinigungsstufen

2. Prüfbedingungen:

Prüfstandsaufbau:	
Prüfmedium	Luft
Prüfaerosol	KSS Wiolan SH 10
Aerosoldosierung	Zweistoffdüsensystem, Fabrikat Fa. TOPAS ATM 243
Nenn- Aerosolkonzentration	70 mg/m³
Prüfluft - Volumenstrom	1270 m³/h

3. Messergebnisse

Prüf- Nr.		1	2	3	4
Datum der Prüfung		13.10.08	13.10.08	13.10.08	13.10.08
Prüfbeginn	Uhrzeit	15:04	15:04	16:15	16:15
Prüfdauer	min	30	65	30	64
Luftvolumenstrom (Mittelwert)	m³/h	1245	1260	1270	1270
Barometerstand	hPa	1003	1003	1003	1002
Lufttemperatur (Mittelwert)	°C	25,4	25,3	25,4	25,7
relative Luftfeuchte (Mittelwert)	%	40,0	40,0	40,0	39,0
Taupunkttemperatur (Mittelwert)	°C	10,8	10,7	10,8	11,1
Wassergehalt (Mittelwert)	Vol.-%	1,26	1,25	1,26	1,28
Wasseranteil (Mittelwert)	kg/m³	0,010	0,010	0,010	0,010
Betriebsdichte (Mittelwert)	kg/m³	1,160	1,160	1,160	1,159
Normdichte, trocken	kg/m³	1,287	1,287	1,287	1,287

4. Probenahme

Probenahmeverfahren	isokinetische Probenahme nach VDI 2066							
Messort	Roh	Rein	Roh	Rein	Roh	Rein	Roh	Rein
Absaugdüse Ø	10	10	10	10	10	10	10	10
Sammler - Nr.	2	3	5	6	2	6	7	8
Gesammelte Staubmasse	mg	23,24	0,12	27,03	0,12	22,31	0,12	25,78
Abgesaugtes Volumen	m³	0,364	0,844	0,350	0,868	0,360	0,868	0,381
Aerosolkonzentration (KSS)	mg/m³	63,8	0,14	77,2	0,14	61,9	0,14	67,6

5. Auswertung der Analysenergebnisse

Gesamt- Abscheidegrad	%	99,78%	99,82%	99,77%	99,79%
Mittlerer Gesamt- Abscheidegrad	%			99,79%	



6. Fraktionsabscheidegrad

Mittelwerte aus je 4 Roh- und Reingasmessungen

