

	<h1>ZFN 1132</h1>	Beiblatt / <i>Supplement</i> : - Ausgabe / <i>Issue</i> : 2019-11 Sprache / <i>Language</i> : de / en Seite / <i>Page</i> : 1 (29)
---	-------------------	---

ZF-Werknorm

Technische Sauberkeit von ZF-Produkten

Inhalt:

- 1 Geltungs- / Anwendungsbereich
 - 2 Zweck
 - 3 Normative Verweisungen
 - 4 Begriffe und Abkürzungen
 - 5 Sauberkeitsspezifikation
 - 5.1 Allgemeines
 - 5.2 Partikelgröße
 - 5.3 Rückstandsgewicht
 - 5.4 Sonderpartikel
 - 6 Sauberkeitsgerechte Handhabung
 - 6.1 Personal
 - 6.2 Räumlichkeit zur Sauberkeitsprüfung
 - 6.3 Arbeitsschritte / Arbeitsanweisung
 - 7 Qualifizierungsuntersuchung und Blindwert
 - 7.1 Qualifizierungsuntersuchung
 - 7.2 Blindwert
 - 8 Extraktion
 - 8.1 Allgemeines
 - 8.2 Extraktion durch Spritzen
 - 8.3 Ultraschallextraktion
 - 8.4 Spülen
 - 8.5 Luftextraktion
 - 9 Analysefiltration
 - 10 Analyseverfahren
 - 10.1 Allgemeines
 - 10.2 Gravimetrie
 - 10.3 Lichtoptische Analyse
 - 10.4 Verkürzte Analyse
 - 11 Dokumentation
 - 11.1 Allgemeines
 - 11.2 Prüfvorschrift
 - 11.3 Prüfprotokoll
 - 12 Reaktion
- Anhang A (normativ) Anforderungen an Prüfmedien
- A.1 Kaltreiniger
 - A.2 Zusätze für deionisiertes Wasser (VE-Wasser)
- Anhang B (normativ) Freigegebene Analysefilter
- Anhang C (informativ) Erläuterung von möglichen Sauberkeitsspezifikationen
- Literaturhinweise

Änderung(en)

Frühere Ausgabe(n)

ZF Company Standard

Technical Cleanliness of ZF Products

Contents:

- 1 Scope / Field of application
 - 2 Object
 - 3 Normative references
 - 4 Terms and abbreviations
 - 5 Cleanliness specification
 - 5.1 General
 - 5.2 Particle size
 - 5.3 Residue weight
 - 5.4 Special particles
 - 6 Handling components cleanly
 - 6.1 Staff
 - 6.2 Facilities for inspecting cleanliness
 - 6.3 Working steps / Work instruction
 - 7 Qualification test and blank value
 - 7.1 Qualification test
 - 7.2 Blank value
 - 8 Extraction
 - 8.1 General
 - 8.2 Extraction by pressure-rinsing
 - 8.3 Ultrasonic extraction
 - 8.4 Internal rinsing
 - 8.5 Air extraction
 - 9 Analysis filtration
 - 10 Analysis methods
 - 10.1 General
 - 10.2 Gravimetry
 - 10.3 Light-optical analysis
 - 10.4 Shortened analysis
 - 11 Documentation
 - 11.1 General
 - 11.2 Test specification
 - 11.3 Inspection report
 - 12 Reaction
- Annex A (normative) Requirements to test media
- A.1 Cold cleaner
 - A.2 Additives for deionized water (DI water)
- Annex B (normative) Released analysis filters
- Annex C (informative) Explanation of possible cleanliness specifications
- Bibliography

Amendment(s)

Previous issue(s)

Herausgeber: **ZF Friedrichshafen AG**
Konzern F&E, Normung
 Schutzvermerk ISO 16016 beachten
Deutscher Text ist bindend
Übersetzung nur zur Information

Editor: **ZF Friedrichshafen AG**
Corporate R&D, Standardization
 Refer to protection notice ISO 16016
German text is binding
Translation for reference only

1 Geltungs- / Anwendungsbereich

Diese ZF-Werknorm gilt für Einzelteile und Baugruppen (im Folgenden „Bauteile“ genannt), wenn durch eine Sauberkeitsspezifikation in technischen Unterlagen (z. B. Zeichnungen, Qualitätsvorschriften) und / oder Bestellungen darauf verwiesen wird.

Diese ZF-Werknorm gilt innerhalb der ZF Friedrichshafen AG für folgende Divisionen:

- Pkw-Antriebstechnik (P-Division)
- Pkw-Fahrwerktechnik (C-Division)
- Nutzfahrzeugtechnik (T-Division)
- Industrietechnik (I-Division)
- E-Mobility (E-Division)

Im Folgenden wird hierfür die Bezeichnung ZF verwendet.

Diese ZF-Werknorm stellt eine Ergänzung zum VDA Band 19 Teil 1 (im Folgenden VDA 19.1) dar. Die in dieser ZF-Werknorm enthaltenen ZF-spezifischen Festlegungen sind **immer** dem VDA 19.1 vorzuziehen. Der Hersteller und Lieferant von Bauteilen ist für die Prüfung und die Einhaltung der technischen Sauberkeit entsprechend der Sauberkeitsspezifikation verantwortlich (siehe Abschnitt 5).

Die Sauberkeitsanforderungen beziehen sich, wenn nicht abweichend geregelt, auf den einbaufertigen Zustand, d. h. bei Hausteilen (am ZF-Standort gefertigte Bauteile) auf den zur Montage freigegebenen Zustand und bei einbaufertigen Kaufteilen auf den Anlieferzustand an ZF.

Die Entwicklung und Auswahl von Extraktions- und Analyseverfahren für Sauberkeitsprüfungen (einschließlich Erstellung der Prüfvorschriften) und Sauberkeitsprüfungen können in von ZF freigegebenen Laboren durchgeführt werden.

Dies bezieht sich auf interne Labore des Lieferanten und auf Labordienstleister, die vom Lieferanten beauftragt werden.

Die Verfahrensfreigabe erfolgt durch die für die Bauteile zuständige Fachstelle Technische Sauberkeit (Fachstelle TecSa).

2 Zweck

Diese ZF-Werknorm dient der Qualitätssicherung durch Festlegung einer standardisierten Systematik zur Dokumentation von Anforderungen und von einheitlichen Verfahren zur Prüfung der technischen Sauberkeit von Bauteilen.

Die Ergebnisse der Prüfungen von unterschiedlichen Laboren sollen hiermit bestmöglich vergleichbar werden.

1 Scope / Field of application

This ZF Company Standard applies for single parts and assemblies (in the following called “components”) if it is referred to by a cleanliness specification in technical documents (e.g. drawings, quality specifications) and / or orders.

This ZF Company Standard applies within ZF Friedrichshafen AG to the following divisions:

- Car Powertrain Technology (P Division)
- Car Chassis Technology (C Division)
- Commercial Vehicle Technology (T Division)
- Industrial Technology (I Division)
- E-Mobility (E Division)

In the following, the term ZF is used for this purpose.

This ZF Company Standard is a supplement to VDA Volume 19 Part 1 (hereinafter VDA 19.1). The ZF-specific specifications contained in this ZF Company Standard shall **always** be preferred to VDA 19.1. The manufacturer and supplier of components is responsible for testing and compliance with technical cleanliness according to the cleanliness specification (see Section 5).

Unless otherwise specified, the cleanliness requirements refer to the ready-to-install condition, i.e. for in-house components (components manufactured at the ZF location) to the condition released for assembly and in case of ready-to-install purchased parts to the delivery condition to ZF.

The development and selection of extraction and analysis methods for cleanliness inspections (including the creation of test specifications) and cleanliness inspections may be performed in laboratories approved by ZF.

This refers to the supplier's internal laboratories and laboratory service providers contracted by the supplier.

The procedure is released by the technical cleanliness department responsible for the components (department TecCl).

2 Object

This ZF Company Standard serves for quality assurance by defining a standardized system for the documentation of requirements and standardized procedures for testing the technical cleanliness of components.

The results of the tests of different laboratories shall be able to be compared as best as possible.

3 Normative Verweisungen**3 Normative references**

VDA Band 19 Teil 1 <i>VDA Volume 19 Part 1</i>	Prüfung der Technischen Sauberkeit - Partikelverunreinigung funktionsrelevanter Automobilteile <i>Inspection of Technical Cleanliness - Particulate contamination of functionally-relevant automotive components</i>
VDA Band 19 Teil 2 <i>VDA Volume 19 Part 2</i>	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie - Technische Sauberkeit in der Montage - Umgebung, Logistik, Personal und Montageeinrichtungen <i>Quality Management in the Automotive Industry - Technical cleanliness in assembly - Environment, logistics, personnel and assembly equipment</i>
DIN EN ISO 14644-1	Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche - Teil 1: Klassifizierung der Luftreinheit anhand der Partikelkonzentration <i>Cleanrooms and associated controlled environments - Part 1: Classification of air cleanliness by particle concentration</i>

4 Begriffe und Abkürzungen**4 Terms and abbreviations**

Tabelle 1 – Begriffe
Table 1 – Terms

Begriff <i>Term</i>	Erläuterung <i>Explanation</i>
Fachstelle TecSa <i>Department TecCI</i>	Fachstelle Technische Sauberkeit Die Fachstelle beinhaltet die Disziplinen „Prüfung der Technischen Sauberkeit“ (VDA Band 19 Teil 1) und zur Vollständigkeit nach Möglichkeit die „Technische Sauberkeit in der Montage“ (VDA Band 19 Teil 2). <i>Technical Cleanliness department</i> <i>The department includes the disciplines “Inspection of Technical Cleanliness” (VDA Volume 19 Part 1) and for completeness, if possible, also “Technical cleanliness in assembly” (VDA Volume 19 Part 2).</i> Anmerkung zum Eintrag: Der Kontakt zur Fachstelle TecSa kann durch das Zentrallabor, Abteilung Technische Sauberkeit (OPL6) vermittelt werden. <i>Note to entry:</i> <i>The contact to the department TecCI can be provided by the central laboratory, Technical Cleanliness department (OPL6)</i>
Überschreiter <i>Exceeder</i>	Partikel, die die zulässige Partikelgröße der Standardsauberkeitsanforderung überschreiten, jedoch entsprechend der Überschreiterregelung in der Sauberkeitsspezifikation bezüglich Größe und Anzahl zulässig sind. <i>Particles which exceed the permissible particle size of the standard cleanliness requirement, but are permissible according to the exceeder regulation in the cleanliness specification with regard to size and number.</i>
Ausreißer <i>Outlier</i>	Partikel, die bezüglich Größe und / oder Anzahl die Sauberkeitsanforderung nicht erfüllen und somit nicht zulässig sind. <i>Particles which are not permissible according to the cleanliness requirement with regard to size and / or number.</i>

Tabelle 2 – Abkürzungen
Table 2 – Abbreviations

Abkürzung <i>Abbreviation</i>	Erläuterung <i>Explanation</i>
EDX	Energiedispersive Röntgenspektroskopie <i>Energy-dispersive x-ray spectroscopy</i>
PR	Spritzen <i>Pressure-rinsing</i>
REM SEM	Rasterelektronenmikroskop <i>Scanning electron microscope</i>
US	Ultraschall <i>Ultrasonic</i>

5 Sauberkeitspezifikation

5.1 Allgemeines

In der Sauberkeitspezifikation ist sowohl die Sauberkeitsanforderung als auch die Prüfspezifikation festzulegen, da die Prüfspezifikation maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis der Sauberkeitsprüfung hat (siehe Bild 1).

Die Standardsauberkeitsanforderung beinhaltet die maximal zulässige Partikelgröße (maximal zulässiger Wert der spezifizierten ZF-Größenklasse) pro Prüfling und das zulässige Rückstandsgewicht pro Bauteil (siehe Bild 2).

Folgende erweiterte Sauberkeitsanforderungen sind möglich:

- Regelung von zulässigen Überschreitern (siehe Bild 3)
- Typisierung (Einteilung) in „metallische“ und „nicht-metallische“ Partikel (siehe Bild 4)
- Festlegung eines abweichenden Analysefilters (siehe Bild 5 und Abschnitt 9)
- Einschränkung der Länge für Sonderpartikel (siehe Bild 6, Bild 7 und Abschnitt 5.4)

Erweiterte Sauberkeitsanforderungen sind mit der Fachstelle TecSa abzustimmen.

Als Sonderfall ist eine Sauberkeitsanforderung mit ZF-Größenklasse „X“ (ZF-Größenklassen siehe Tabelle 3) nach Bild 8 auszuführen.

Die Spezifikation eines zulässigen Rückstandsgewichts ist in Verbindung mit der ZF-Größenklasse „X“ optional zulässig.

Hinweis:

Während dem Produktentstehungsprozess sind unvollständige Spezifikationen der Sauberkeitsprüfung (z. B. „PR“ oder „US“) möglich. Diese sind zur Serienfreigabe durch vollständige Spezifikationen zu ersetzen (z. B. „PR2.5“ oder „USW“).

5 Cleanliness specification

5.1 General

Both, the cleanliness requirement and the inspection specification shall be specified in the cleanliness specification entry, since inspection specification has a major impact on the result of the cleanliness inspection (see Figure 1).

The standard cleanliness requirement includes the maximum permissible particle size (maximum permissible value of the specified ZF size class) per inspection lot and the permissible residue weight per component (see Figure 2).

The following extended cleanliness requirements are possible:

- Regulation on permissible exceeders (see Figure 3)
- Typification (classification) into “metallic” and “non-metallic” particles (see Figure 4)
- Specification of a deviating analysis filter (see Figure 5 and Section 9)
- Length restriction for special particles (see Figure 6, Figure 7 and Section 5.4)

Extended cleanliness requirements are to be coordinated with the department TecCl.

As a special case, a cleanliness requirement with ZF size class “X” (for ZF size classes, see Table 3) shall be implemented according to Figure 8.

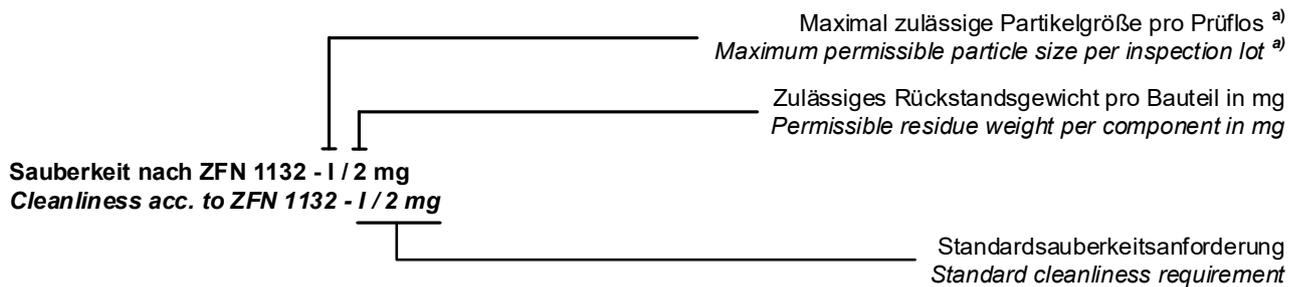
The specification of a permissible residue weight is permissible as an option in conjunction with the ZF size class “X”.

Note:

During the product development process, the specifications of the cleanliness test (e.g. “PR” or “US”) may be incomplete. They shall be replaced by complete specifications for volume production release (e.g. “PR2.5” or “USW”).



Bild 1 – Sauberkeitspezifikation
Figure 1 – Cleanliness specification



- a) Entspricht dem Maximalwert der ZF-Größenklasse nach Tabelle 3
 Corresponds to the maximum value of the ZF size class acc. to Table 3

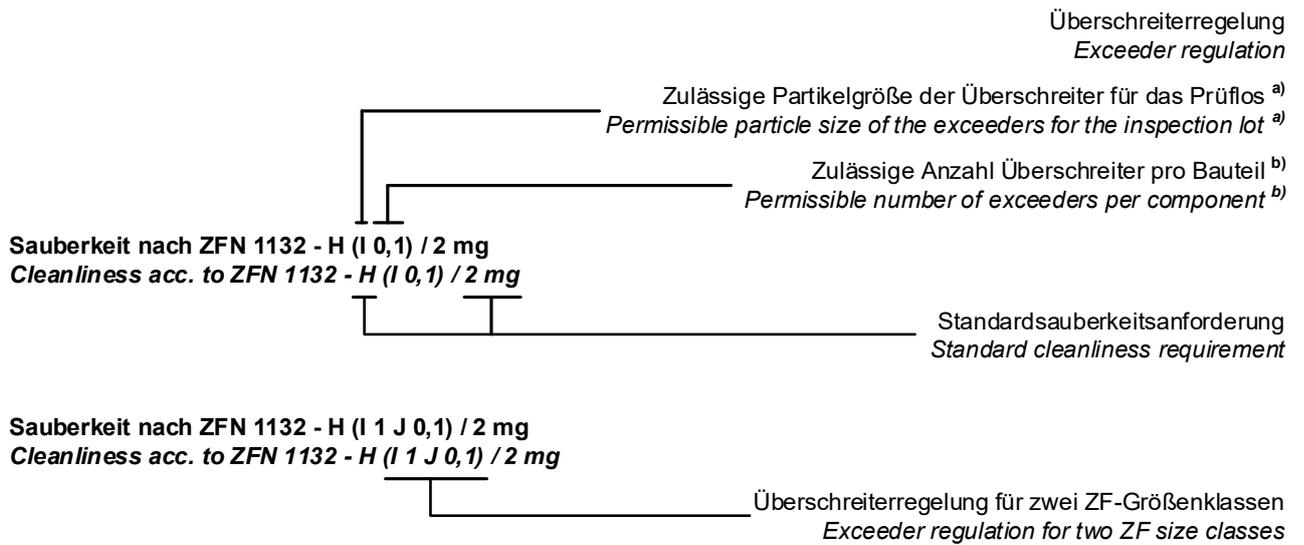
Bild 2 – Standardsauberkeitsanforderung
Figure 2 – Standard cleanliness requirement

Gelegentlich vorkommende einzelne Partikel, die oberhalb der zulässigen Partikelgröße der Standardsauberkeitsanforderung liegen, können als Überschreiter zugelassen werden, sofern diese keine Instabilität des Prozesses oder gar ein schlechteres Sauberkeitsprozessniveau darstellen.

Single particles that occasionally occur and exceed the permissible particle size of the standard cleanliness requirement may be permitted as exceeders provided that they do not represent an instability of the process or even lead to a lower level of cleanliness.

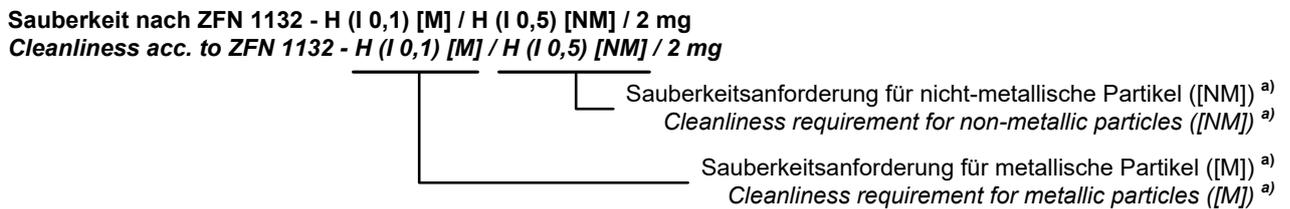
Überschreiter sind bis maximal zwei Größenklassen über der Größenklasse der Standardsauberkeitsanforderung zulässig (siehe Bild 3).

Exceeders are permitted up to a maximum of two size classes above the size class specified in the standard cleanliness requirement (see Figure 3).



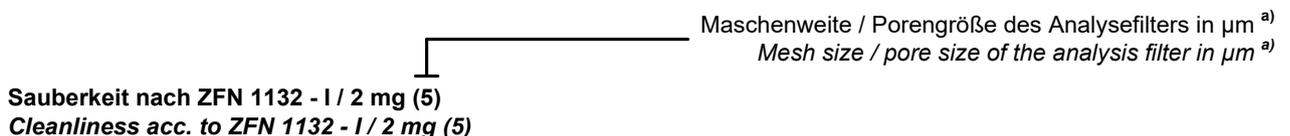
- a) ZF-Größenklasse nach Tabelle 3
ZF size class acc. to Table 3
- b) Bei der Wahl der Prüflotgröße ist darauf zu achten, dass der zulässige Wert (Anzahl der Überschreiter, bezogen auf die zugeordnete ZF-Größenklasse) ganzzahlig wird.
When selecting the inspection lot size, it shall be ensured that the permissible value (number of exceeders, related to the assigned ZF size class) becomes an integer.

Bild 3 – Erweiterte Sauberkeitsanforderung mit Überschreiterregelung
Figure 3 – Extended cleanliness requirement with exceeder regulation



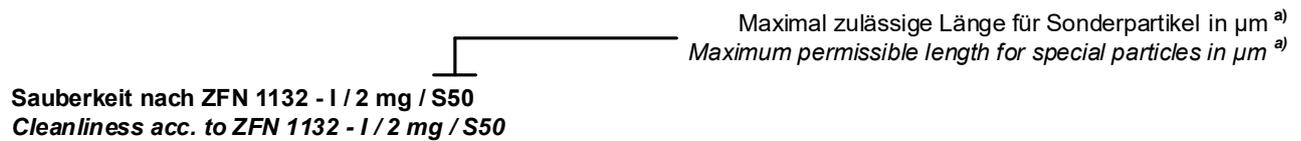
- a) Typisierung (Einteilung) „metallisch“ / „nicht-metallisch“ erfolgt bei Standardanalyse durch den Glanzgrad der Partikel
Typification (classification) “metallic” / “non-metallic” is carried out in standard analysis by means of the shine level of the particles

Bild 4 – Erweiterte Sauberkeitsanforderung mit Typisierung und Überschreiterregelung
Figure 4 – Extended cleanliness requirement with typification and exceeder regulation



- a) Angabe bei Abweichung vom Standardanalysefilter (siehe auch Abschnitt 9)
Specification in case of deviation from standard analysis filter (see also Section 9)

Bild 5 – Erweiterte Sauberkeitsanforderung mit Angabe eines abweichenden Analysefilters
Figure 5 – Extended cleanliness requirement with specification of a deviating analysis filter



- a) Siehe auch Abschnitt 5.4
 See also Section 5.4

Bild 6 – Erweiterte Sauberkeitsanforderung mit Angabe der zulässigen Länge für Sonderpartikel
Figure 6 – Extended cleanliness requirement with specification of the permissible length for special particles

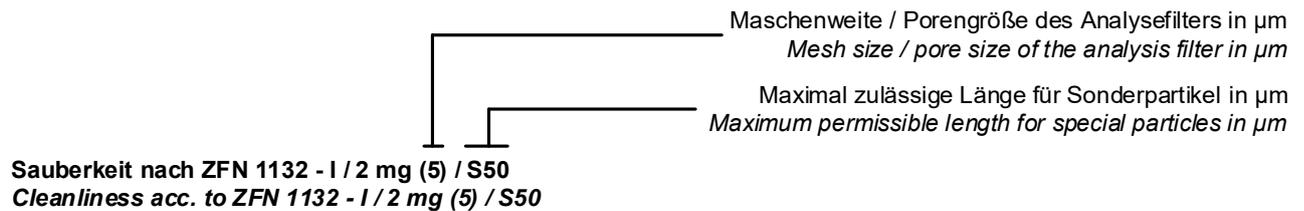
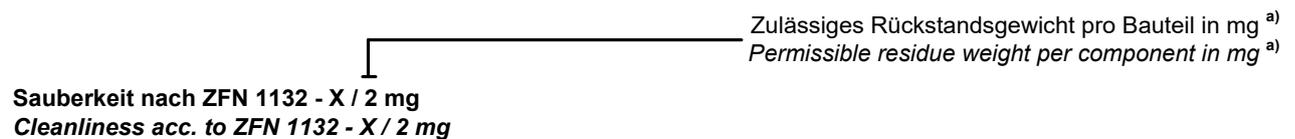


Bild 7 – Erweiterte Sauberkeitsanforderung mit Angabe eines abweichenden Analysefilters und mit Angabe der zulässigen Länge für Sonderpartikel
Figure 7 – Extended cleanliness requirement with specification of a deviating analysis filter and specification of the permissible length for special particles



- a) Angabe optional
 Specification optional

Bild 8 – Sauberkeitsanforderung mit ZF-Größenklasse „X“ (Sonderfall)
Figure 8 – Cleanliness requirement with ZF size class “X” (special case)

Unabhängige Sauberkeitsanforderungen und unterschiedliche Prüfspezifikationen für abgegrenzte Bauteilbereiche sind zulässig (siehe Tabelle C.1, Beispiel 5). Die Bereiche müssen in diesem Fall eindeutig gekennzeichnet (z. B. in der Zeichnung) und separat prüfbar sein.

In Anhang C, Tabelle C.1 sind Beispiele möglicher Sauberkeitsspezifikationen mit Erläuterungen dargestellt.

Independent cleanliness requirements and different inspection specifications for delimited component areas are permitted (see Table C.1, Example 5).

In this case the areas shall be clearly marked (e.g. in the drawing) and it shall be possible to check them separately.

Annex C, Table C.1 provides examples of possible cleanliness specifications with explanations.

5.2 Partikelgröße

Die ZF-Größenklasse (siehe Tabelle 3) definiert in Anlehnung an VDA 19.1 Bereiche für Partikelgrößen als Teil der Sauberkeitsanforderung.

5.2 Particle size

The ZF size class (see Table 3) defines ranges for particle sizes based on VDA 19.1 as part of the cleanliness requirement.

Tabelle 3 – ZF-Größenklassen
Table 3 – ZF size classes

ZF-Größenklasse ^{a)} ZF size class ^{a)}	Partikelgröße ^{b) c)} Particle size ^{b) c)} [µm]
G	150 bis / to < 200
H	200 bis / to < 400
I	400 bis / to < 600
J	600 bis / to < 1.000
K	1.000 bis / to < 1.500
L	1.500 bis / to < 2.000
M	2.000 bis / to < 3.000
X ^{e)}	Frei von sichtbaren Produktions- und / oder Transportrückständen ^{d)} Free of visible production and / or transportation residues ^{d)}

- a) Die Standardsauberkeitsanforderung sollte auf die ZF-Größenklassen „G“ bis „K“ eingeschränkt werden.
The standard cleanliness requirement should be limited to the ZF size classes “G” to “K”.
- b) Bei Spezifikation der ZF-Größenklasse in der Standardsauberkeitsanforderung sind Partikel von > 0 µm bis zum oberen Grenzwert der genannten Größenklasse zulässig.
When specifying the ZF size class in the standard cleanliness requirement, particles from > 0 µm up to the upper limit value of the size class mentioned are permissible.
- c) Wenn nicht abweichend geregelt (z. B. Zeichnung, Prüfvorschrift), werden nicht-metallische Fasern (Definition siehe VDA 19.1) nicht berücksichtigt.
Unless otherwise specified (e.g. drawing, test specification), non-metallic fibers (see VDA 19.1 for definition) are not taken into consideration.
- d) Nachweis der Anforderung durch visuelle Prüfung
The requirement can be verified by a visual inspection
- e) Größenklasse weicht von Größenklasse nach VDA 19.1 ab
Size class deviates from size class acc. to VDA 19.1

5.3 Rückstandsgewicht

Das Rückstandsgewicht entspricht der Masse der Partikel, die extrahiert und im Analysefilter (Summe der Partikelmassen bei Filterkaskaden) zurückgehalten werden.

5.3 Residue weight

The residue weight corresponds to the mass of particles extracted and retained in the analysis filter (sum of particle masses in filter cascades).

5.4 Sonderpartikel

Aufgrund des hohen Schädigungspotenzials sind Sonderpartikel auf ZF-Bauteilen unerwünscht.

Folgende Partikelarten gelten unter anderem als Sonderpartikel:

- Strahlmittel
- Schweißperlen
- Schleifmittel
- Partikel und Fasern aus sehr harten Materialien (z. B. Quarz, Sand, Glas, Korund, Siliziumcarbid)

Sonderpartikel sind nach Möglichkeit im Prozess zu vermeiden oder durch wirksame Maßnahmen im Gesamtprozess auf ein Minimum zu reduzieren.

Wenn die Notwendigkeit besteht, die zulässige Länge von Sonderpartikeln zu beschränken, ist dies durch eine entsprechende Sauberkeitsanforderung in Verbindung mit dem Kennbuchstaben „S“ zu spezifizieren (Beispiele siehe Bild 6 und Bild 7).

Strahlmittel aus Glas sind bei Spezifikation von Sonderpartikeln mit dem Kennbuchstaben „S“ (auch ohne Längenangabe) nicht zulässig.

Erweiterte Anforderungen an Sonderpartikel (z. B. zulässige Anzahl von Sonderpartikeln) sind ergänzend in der Produktdokumentation (z. B. Zeichnung) zu spezifizieren.

In Verdachtsfällen entscheidet das freigegebene Labor in Abstimmung mit der Fachstelle TecSa, ob eine weitergehende Analyse zu Sonderpartikeln durchzuführen ist.

Für die weitergehende Analyse ist der Einsatz von REM / EDX zulässig. Es sind mindestens alle Partikel $\geq 50 \mu\text{m}$ in der Analyse zu berücksichtigen.

5.4 Special particles

Due to the high damage potential, special particles are not desirable on ZF components.

The following particle types are considered as special particles:

- Blast-cleaning abrasives
- Welding beads
- Abrasives
- Particles and fibers of very hard materials (e.g. quartz, sand, glass, corundum, silicon carbide)

If possible, special particles should be avoided in the process or reduced to a minimum by effective measures in the overall process.

If it is necessary to limit the permissible length of special particles, this shall be specified by a corresponding cleanliness requirement in conjunction with the letter “S” (for example, see Figure 6 and Figure 7).

In case of specifying special particles with the code letter “S” (also without length specification) blast-cleaning abrasives made of glass are not permitted.

Extended requirements for special particles (e.g. permissible number of special particles) shall be specified supplementary in the product documentation (e.g. drawing).

In cases of suspicion, the approved laboratory in coordination with the department TecCI decides if a further analysis to special particles is required.

SEM / EDX may be used for further analysis. At least all particles $\geq 50 \mu\text{m}$ shall be considered in the analysis.

6 Sauberkeitsgerechte Handhabung

6.1 Personal

Da das Personal einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis der Sauberkeitsuntersuchung hat, ist eine fachbezogene Qualifikation erforderlich. Entsprechende Qualifizierungen sind zu planen und durchzuführen. In Abhängigkeit von den Aufgabengebieten müssen die Inhalte dieser ZF-Werknorm und des VDA 19.1 bekannt, verstanden und eigenständig angewendet werden.

6.2 Räumlichkeit zur Sauberkeitsprüfung

Wenn nicht abweichend geregelt, muss die Prüfung der technischen Sauberkeit in einem Sauberraum nach VDA Band 19 Teil 2 erfolgen. Dies gilt unabhängig vom Erreichen des Blindwertes.

Hinweis:

Bei hohen Sauberkeitsanforderungen kann ein Reinraum nach DIN EN ISO 14644-1 erforderlich sein.

6.3 Arbeitsschritte / Arbeitsanweisung

Ein Partikelverlust vom oder eine Querkontamination auf den Prüfling und / oder Filter ist generell durch sauberkeitsgerechte Handhabung zu vermeiden.

Im Prüflabor muss dazu eine allgemeine Arbeitsanweisung zur sauberkeitsgerechten Handhabung von Prüflingen und Laborausüstung als gelenktes Dokument vorliegen.

Die Arbeitsanweisung beschreibt dazu bebildert alle Arbeitsschritte entlang der Prüfprozesskette von der Probenentnahme bis zur Analyse.

Hinweis:

Die beschriebene Arbeitsanweisung entspricht nicht der Prüfvorschrift nach Abschnitt 11.2.

6 Handling components cleanly

6.1 Staff

Since the staff has a decisive influence on the result of the cleanliness inspection, a professional qualification is required. Corresponding qualifications shall be planned and carried out.

Depending on the areas of responsibility, the contents of this ZF Company Standard and VDA 19.1 shall be known, understood and independently applied.

6.2 Facilities for inspecting cleanliness

Unless otherwise specified, the technical cleanliness shall be tested in a cleanliness room acc. to VDA Volume 19 Part 2.

This applies whether the blank value has been reached or not.

Note:

A cleanroom acc. to DIN EN ISO 14644-1 may be required for high cleanliness requirements.

6.3 Working steps / Work instruction

Particle loss from or cross-contamination on the specimen and / or filter shall generally be avoided by proper handling in line with cleanliness requirements.

The test laboratory shall have a general work instruction as controlled document for ensuring that specimens and laboratory equipment are handled in line with cleanliness requirements.

The work instruction describes with figures all work steps along the test process chain, from sampling up to analysis.

Note:

The described work instruction does not correspond to the test specification acc. to Section 11.2.

7 Qualifizierungsuntersuchung und Blindwert

7.1 Qualifizierungsuntersuchung

Der Ablauf einer Qualifizierungsuntersuchung erfolgt analog dem Vorgehen nach VDA 19.1 und umfasst folgende Schritte:

- a) Abklingmessung
- b) Ausarbeitung der vorläufigen Prüfvorschrift
- c) Validierung der Routineprüfprozedur durch Zweifachprüfung (zwingend erforderlich, in VDA 19.1 nur optional)

Bei der Abklingmessung und Zweifachprüfung werden mindestens folgende Sauberkeitswerte betrachtet und bewertet:

- Anzahl von Partikeln
 - mit Größe > 200 µm, wenn bei der ersten Beprobung der Abklingmessung und Zweifachprüfung ≥ 20 Partikel mit Größe > 200 µm vorliegen
 - mit Größe > 50 µm, wenn bei der ersten Beprobung der Abklingmessung und Zweifachprüfung < 20 Partikel mit Größe > 200 µm vorliegen
- Rückstandsgewicht, wenn dieses bei der ersten Beprobung der Abklingmessung und Zweifachprüfung $\geq 1,0$ mg beträgt.
In folgenden Fällen ist Rücksprache mit der Fachstelle TecSa erforderlich:
 - Rückstandsgewicht < 1,0 mg
 - 10%-Kriterium bei der Abklingprüfung wird nicht erfüllt
 - 30%-Kriterium bei der Zweifachprüfung wird nicht erfüllt

Die Größe des Prüfloses (Anzahl Bauteile) der Abklingmessung ist entsprechend der Vorgaben zur Gesamtoberfläche nach Tabelle 4 festzulegen.

Hinweis:

Ziel ist dabei ein zulässiges Rückstandsgewicht > 2 mg pro Prüflos.

Die Abklingmessung ist mit den Startparametern nach Tabelle 4 durchzuführen.

Achtung:

Wenn das 10%-Kriterium nach VDA 19.1, Abschnitt 5.1 für die oben genannten Sauberkeitswerte bei Extraktionsmethode Spritzen innerhalb der ersten 6 Beprobungen bzw. bei Ultraschallextraktion innerhalb der ersten 5 Beprobungen erfüllt ist, dann sind für die vorläufige Routineprüfprozedur die Parameter nach Tabelle 4 anzuwenden.

Bei der Extraktionsmethode Spritzen ist in diesem Fall eine Reduzierung auf das nach VDA 19.1 abgeleitete Spritzvolumen zulässig, wenn das 10%-Kriterium vor der sechsten Beprobung erreicht wird.

7 Qualification test and blank value

7.1 Qualification test

The procedure of a qualification test is similar to the procedure acc. to VDA 19.1 and includes the following steps:

- a) Declining test
- b) Preparation of the preliminary test specification
- c) Validation of the routine test procedure by double inspection (mandatory, in VDA 19.1 only optional)

At least the following cleanliness values are considered and evaluated in the declining test and double inspection:

- Number of particles
 - with size > 200 µm, if ≥ 20 particles with size > 200 µm are detected at the first sampling of the declining test and double inspection
 - with size > 50 µm, if < 20 particles with size > 200 µm are detected at the first sampling of the declining test and double inspection

- Residue weight, if this is ≥ 1.0 mg at the first sampling of the declining test and double inspection.

In the following cases, the department TecCI shall be consulted:

- Residue weight < 1.0 mg
- 10% criterion at the declining test is not fulfilled
- 30% criterion at the double inspection is not fulfilled

The size of the inspection lot (number of components) of the declining test shall be determined in accordance with the specifications for the total surface acc. to Table 4.

Note:

The target is to achieve a permissible residue weight > 2 mg per inspection lot.

The declining test shall be carried out with the start parameters acc. to Table 4.

Attention:

If the 10% criterion acc. to VDA 19.1, Section 5.1 for the above mentioned cleanliness values is fulfilled by pressure-rinsing extraction method within the first 6 samplings or by ultrasonic extraction within the first 5 samplings respectively, the parameters acc. to Table 4 shall be applied for the preliminary routine test procedure.

With the pressure-rinsing extraction method, a reduction to the pressure-rinsing volume derived from VDA 19.1 is in this case permissible if the 10% criterion is reached before the sixth sampling.

Die vorläufige Routineprüfprozedur gilt als bestätigt, wenn das 30%-Kriterium der Zweifachprüfung nach VDA 19.1, Abschnitt 5.2.3 erfüllt ist.

The preliminary routine test procedure is considered confirmed if the 30% criterion of the double inspection acc. to VDA 19.1, Section 5.2.3 is fulfilled.

Die Freigabe der Routineprüfprozedur erfolgt als Teil der Prüfvorschrift (siehe Abschnitt 11.2) durch die zuständige Fachstelle TecSa. Hierzu ist auch der Qualifizierungsnachweis vorzulegen.

The release of the routine test procedure takes place as part of the test specification (see Section 11.2) by the responsible department TecCl. The qualification verification shall also be submitted for this purpose.

Tabelle 4 – Prüfparameter
Table 4 – Test parameters

Bauteiloberfläche <i>Component surface</i> [cm ²]		Gesamtoberfläche pro Untersuchung ^{a)} <i>Total surface per inspection ^{a)}</i> [cm ²]	Losgröße pro Untersuchung ^{b)} <i>Batch size per inspection ^{b)}</i> [Stück / <i>Pieces</i>]		Startparameter für Abklingmessung <i>Start parameters for declining test</i>		Parameter für Routineprüfung ^{a)} <i>Parameters for routine test ^{a)}</i>	
von <i>from</i>	bis <i>to</i>		von <i>from</i>	bis <i>to</i>	Spritzen <i>Pressure- rinsing</i> [ml/cm ²]	Ultraschall <i>Ultrasonic</i> [s]	Spritzen <i>Pressure- rinsing</i> [ml/cm ²]	Ultraschall <i>Ultrasonic</i> [s]
	≤ 10	≈ 250	250	≈ 25	4	30 ^{c)}	20	150 ^{d)}
> 10	≤ 100	≈ 500	≈ 50	≈ 5	2		10	
> 100	≤ 2.000	≥ 1.000	≈ 10	≥ 1	1		5	
> 2.000	≤ 20.000 ^{e)}	≥ 2.000	≥ 1		0,5		2,5	

^{a)} Werte entsprechen ZF Best Practice / *Values correspond to ZF Best Practice*

^{b)} In der Regel Beprobung von Losgrößen > 50 Stück als Schüttgut, Losgrößen > 250 Stück sind nicht zulässig.
Usually sampling of lot sizes > 50 pieces as bulk material, lot sizes > 250 pieces are not permitted.

^{c)} Vor jeder der sechs Beprobungen der Abklingmessung ist das Medium zu entgasen. Dies erfolgt durch eine Beschallung des Mediums (ohne Bauteil) für 30 s.
The medium shall be degassed before each of the six declining test samplings. This is achieved by sonicating the medium (without component) for 30 s.

^{d)} Eine vorgeschaltete Entgasung des Mediums ist bei der Zweifach- und der späteren Routineprüfung nicht durchzuführen, da die Entgasung des Mediums durch die Gesamtzeit der Ultraschallextraktion gewährleistet ist.
Degassing the medium upstream during the double inspection and subsequent routine test is not required, since the degassing of the medium is ensured by the total time of the ultrasonic extraction.

^{e)} Bei Bauteilen mit Oberflächen > 20.000 cm² sind die Startparameter für die Abklingmessung in Abstimmung mit der Fachstelle TecSa ggf. anzupassen.
For components with surfaces > 20 000 cm², the start parameters for the declining test shall be adjusted, where necessary, in coordination with the department TecCl.

7.2 Blindwert

Die Ermittlung des Blindwerts erfolgt analog der späteren Routineprüfung (siehe Prüfvorschrift, Abschnitt 11.2), jedoch ohne Bauteile, d. h. es sind bei der Extraktion, Filtration und Analyse **exakt** dieselben Gerätschaften, Materialien, Einstellungen und Prüfparameter zu verwenden wie bei der Routineprüfung.

Der Blindwert muss mindestens einmal täglich (vor dem Beginn der Untersuchungen) ermittelt werden.

Achtung:

Bei Verschärfung der Sauberkeitsanforderung an die Bauteile oder bei Änderung der Prüfbedingungen ist die Blindwertprüfung zu wiederholen.

7.2 Blank value

The blank value is determined in the same way as for the subsequent routine test (see test specification, Section 11.2), but without components, i.e. **exact** the same equipment, materials, settings and test parameters shall be used for extraction, filtration and analysis as for the routine test.

The blank value shall be determined at least once a day (before the start of the examinations).

Attention:

If the cleanliness requirements for the components become stricter or if the test conditions change, the blank value test shall be repeated.

Der für ZF mindestens einzuhaltende Blindwert ist wie folgt definiert:

- Partikelgröße: < 200 µm
(Ausnahme: Bei Standardsauberkeitsanforderung mit ZF-Größenklasse „G“ gilt < 100 µm)
- Rückstandsgewicht: ≤ 0,2 mg

Sonderpartikel sind im Verdachtsfall zu prüfen.

8 Extraktion

8.1 Allgemeines

Die in folgenden Abschnitten beschriebenen Extraktionsverfahren sind grundsätzlich bei ZF zulässig.

Die Verfahren „Spülen“ und „Luftextraktion“ sind nur im Sonderfall und in Abstimmung mit der Fachstelle TecSa anzuwenden.

Nicht genannte Verfahren, z. B. Schütteln, sind nicht zulässig.

8.2 Extraktion durch Spritzen

8.2.1 Prüfmedium

Beim Spritzen wird Kaltreiniger als Prüfmedium eingesetzt, wenn nicht abweichend geregelt.

Anforderungen an die Eigenschaften von Kaltreinigern und von ZF freigegebene Kaltreiniger siehe Anhang A.1.

8.2.2 Spritzparameter

Für die Extraktion durch Spritzen sind die Parametersätze nach Tabelle 5 festgelegt.

The minimum blank value to be observed for ZF is defined as follows:

- Particle size: < 200 µm
(Exception: In case of standard cleanliness requirement with ZF size class “G” < 100 µm applies)
- Residue weight: ≤ 0.2 mg

Special particles should only be examined in case of suspicions.

8 Extraction

8.1 General

The extraction procedures described in the following sections are generally permissible at ZF.

The procedures “internal rinsing” and “air extraction” shall only be used in special cases and in coordination with the department TecCl.

Procedures not mentioned, e.g. shaking, are not permitted.

8.2 Extraction by pressure-rinsing

8.2.1 Test medium

Unless otherwise specified, cold cleaner is used as test medium for pressure-rinsing.

Requirements for the properties of cold cleaners and cold cleaners released by ZF, see Annex A.1.

8.2.2 Pressure-rinsing parameters

The parameter sets for extraction by pressure-rinsing are specified in Table 5.

Tabelle 5 – Parameter für Extraktionsverfahren Spritzen
Table 5 – Parameters for extraction procedure pressure-rinsing

Bezeichnung Parametersatz <i>Designation of parameter set</i>	Durchmesser Vollstrahlronddüse <i>Diameter of round full-jet nozzle</i> [mm]	Einzustellender Volumenstrom <i>Flow rate to be set</i> [l/min]	Resultierender Druck an der Düse ^{b)} <i>Resulting pressure at the nozzle ^{b)}</i> [bar]
PR2.5 ^{a)}	2,5	1,5	≈ 0,3
PR1.5 ^{c)}	1,5	2	≈ 1,8

^{a)} Entspricht Parametersatz nach VDA 19.1 / *Corresponds to parameter set acc. to VDA 19.1*

^{b)} Werte nur zur Information / *Values only for information*

^{c)} Mögliche Aerosolbildung beachten (siehe VDA 19.1) / *Pay attention to possible aerosol formation (see VDA 19.1)*

8.2.3 Spritzkammer

Um eine Gefährdung der Mitarbeiter auszuschließen, sind für die Parametersätze nach Tabelle 5 nur Spritzkammern nach Tabelle 6 zulässig.

8.2.3 Pressure-rinsing chamber

In order to rule out any hazards to employees, only pressure-rinsing chambers acc. to Table 6 are permissible for the parameter sets acc. to Table 5.

Tabelle 6 – Zulässige Ausführung der Spritzkammer
Table 6 – Permitted version of the pressure-rinsing chamber

Ausführung der Spritzkammer ^{a)} <i>Version of the pressure-rinsing chamber ^{a)}</i>	Freigegebener Parametersatz <i>Released parameter set</i>
Vollständig geschlossene Spritzkammer <i>Fully enclosed pressure-rinsing chamber</i>	PR2.5 PR1.5
Geschlossene Spritzkammer mit Luftversorgung, Leckagen und Absaugung (Rückspritzen auf nicht abspülbare Flächen ist zu vermeiden) <i>Enclosed pressure-rinsing chamber with air supply, leakages and air removal (avoid pressure-rinsing back onto non-rinsable surfaces)</i>	PR2.5 PR1.5 ^{b)}
^{a)} Siehe / See VDA 19.1 ^{b)} nur bei Beprobung in separater Extraktionsbox / <i>only for sampling in a separate extraction box</i>	

8.2.4 Nachspülen

Für das Nachspülen ist der Parametersatz PPR („Post Pressure-Rinsing“) nach Tabelle 7 anzuwenden, wenn nicht abweichend festgelegt.
Die Qualität des Nachspülens muss mindestens einmalig bei der Erstellung der Nachspülprozedur über eine anschließende Blindwertbeprobung validiert werden.
Genügt das nach Tabelle 7 berechnete Spülvolumen hierfür nicht, so muss dieses erhöht und in der Prüfvorschrift dokumentiert werden.

8.2.4 Final rinsing

The parameter set PPR (“Post Pressure-Rinsing“) according to Table 7 shall be used for the final rinsing, unless otherwise specified.
The quality of the final rinsing shall be validated at least once during the preparation of the final rinsing procedure via a subsequent blank value sampling.
If the rinsing volume calculated acc. to Table 7 is not sufficient for this, it shall be increased and documented in the test specification.

Tabelle 7 – Parameter für das Nachspülen
Table 7 – Parameters for the final rinsing

Bezeichnung Parametersatz <i>Designation of parameter set</i>	Düsenform <i>Nozzle shape</i>	Einzustellender Volumenstrom <i>Flow rate to be set</i> [l/min]	Flächenabhängiges Spülvolumen ^{b)} <i>Surface-dependent rinsing volume ^{b)}</i> [ml/cm ²]
PPR	Flachstrahl-, Parallelstrahl- oder Vollstrahlrunddüse ^{a)} <i>Flat-jet nozzle, parallel-jet nozzle or round full-jet nozzle ^{a)}</i>	≥ 1,5	0,25 bis / to 0,5
^{a)} Bei Spritzeinrichtungen mit verschiedenen, umschaltbaren Düsen sind Flachstrahl- bzw. Parallelstrahldüsen für das Nachspülen bevorzugt zu verwenden. Ein Austausch der Düse während der Extraktion und zwischen Extraktion und Nachspülen ist nicht zulässig. Die verwendete Düsenform ist im Prüfbericht zu dokumentieren. Ergänzendes Nachspülen mit einer in der Spritzkammer eingebauten Ringspüleleitung ist zulässig. <i>Flat-jet or parallel-jet nozzles are preferred to use for the final rinsing in pressure-rinsing devices with different, switchable nozzles. Replacing the nozzle during extraction and between extraction and final rinsing is not permitted. The nozzle shape used shall be documented in the test report. Supplementary final rinsing by a ring rinsing line installed in the pressure-rinsing chamber is permitted.</i>			
^{b)} Zur Berechnung des Spülvolumens ist die Oberfläche der Spritzkammer bzw. die Oberfläche der Extraktionsbox maßgebend. <i>The surface of the pressure-rinsing chamber or the surface of the extraction box respectively is decisive for the calculation of the rinsing volume.</i>			

8.3 Ultraschallextraktion

8.3.1 Prüfmedium

Bei der Ultraschallextraktion wird deionisiertes Wasser (VE-Wasser) mit Zusätzen oder Kaltreiniger als Prüfmedium eingesetzt.

Von ZF freigegebene Zusätze zu VE-Wasser siehe Anhang A.2.

Anforderungen an die Eigenschaften von Kaltreinigern und von ZF freigegebene Kaltreiniger siehe Anhang A.1.

8.3.2 Ultraschallparameter

Bei der Ultraschallextraktion werden folgende Varianten unterschieden:

- **Direkte** Ultraschallextraktion
Bauteileeinbringung in das Ultraschallbad auf Rost / Korb
→ Parametersatz USW (siehe Tabelle 8)
- **Indirekte** Ultraschallextraktion
Bauteilextraktion in separatem Extraktionsgefäß
→ Parametersatz USW oder USC (siehe Tabelle 8)
Die Schallübertragung zwischen Ultraschallbad und separatem Extraktionsgefäß muss immer durch VE-Wasser erfolgen.

Hinweis:

Nach entsprechender Qualifizierungsuntersuchung (siehe Abschnitt 7) wird bei Ultraschallextraktion in der bestätigten Routineprüfprozedur im Allgemeinen eine Extraktionsdauer von 150 s angewendet.

8.3 Ultrasonic extraction

8.3.1 Test medium

During ultrasonic extraction, deionized water (DI water) with additives or cold cleaner is used as test medium.

Additives for DI water released by ZF, see Annex A.2.

Requirements for the properties of cold cleaners and cold cleaners released by ZF, see Annex A.1.

8.3.2 Ultrasonic parameters

The following variants are differentiated for ultrasonic extraction:

- **Direct** ultrasonic extraction
Placement of components in the ultrasonic bath on grate / basket
→ Parameter set USW (see Table 8)
- **Indirect** ultrasonic extraction
Component extraction in separate extraction vessel
→ Parameter set USW or USC (see Table 8)
The sound transmission between the ultrasonic bath and the separate extraction vessel shall always be performed using DI water.

Note:

In the confirmed routine test procedure generally an extraction duration of 150 s is used for the ultrasonic extraction after appropriate qualification test (see Section 7).

Tabelle 8 – Parameter für Ultraschallextraktion
Table 8 – Parameters for ultrasonic extraction

Bezeichnung Parametersatz <i>Designation of parameter set</i>	Ultraschallfrequenz <i>Ultrasonic frequency</i> [kHz]	Kavitations- rauschpegel ^{a) b)} <i>Cavitation noise level ^{a) b)}</i> [dB]	Empfohlene Schallmodulation ^{c)} <i>Recommended sound modulation ^{c)}</i>	Prüfmedium <i>Test medium</i>
USW	35 bis / to 40	32 bis / to 34	Pulsmodulation <i>Pulse modulation</i>	Deionisiertes Wasser (VE-Wasser) mit Zusätzen ^{e)} <i>Deionized water (DI water) with additives ^{e)}</i>
USC	35 bis / to 40	32 bis / to 34	Pulsmodulation <i>Pulse modulation</i>	Kaltreiniger ^{d)} <i>Cold cleaner ^{d)}</i>

a) Gemessen im Ultraschallbad mit Rost / Korb, nicht im eingestellten Extraktionsgefäß
Measured in ultrasonic bath with grate / basket, not in put in extraction vessel

b) Zulässige Abweichungen siehe Abschnitt 8.3.3
Permitted deviations see Section 8.3.3

c) Eine abweichende Schallmodulation ist im Prüfprotokoll zu dokumentieren.
A deviating sound modulation shall be documented in the test report.

d) Verwendung des Mediums nur innerhalb des separaten Extraktionsgefäßes zulässig
Usage of the medium is only permitted within the separate extraction vessel

e) Vorgeschriebener Massenanteil von Zusätzen im Prüfmedium: 1 %
Required mass fraction of additives in the test medium: 1%

8.3.3 Ultraschallbad

Als Maß für die Einstellung der Reinigungsleistung von Ultraschallbädern gilt der Kavitationsrauschpegel nach Tabelle 8.

Folgende Abweichungen sind in Abstimmung mit der Fachstelle TecSa zulässig:

- Indirekte Einstellung der Reinigungsleistung über das Füllvolumen abhängig von der Nennleistung des Ultraschallbads nach Tabelle 9, wenn die Messung des Kavitationsrauschpegels am Standort des Ultraschallbads nicht möglich ist.

Hinweis:

Die Messung des Kavitationsrauschpegels ist derzeit nur eingeschränkt möglich.

- Erweiterung des zulässigen Bereiches des Kavitationsrauschpegels auf 30 dB bis 36 dB für aktuell genutzte Ultraschallbäder, deren Leistung nicht einstellbar ist bzw. deren Einstellbereich für die Leistung zum Erreichen des Kavitationsrauschpegels nach Tabelle 8 nicht ausreichend ist.

Hinweis:

Bei Austausch / Neubeschaffung eines Ultraschallbads ist ein Kavitationsrauschpegel nach Tabelle 8 anzustreben.

Zusätzlich gelten folgende Punkte:

- Die Extraktion ist nur in einem Ultraschallbad zulässig und nicht in einer Spritzkammer mit Nebenfunktion Ultraschall.
- Die Ultraschallschwinger müssen am Boden der Ultraschallwanne angebracht sein.
- Die Bauteile müssen eingetaucht und entlüftet werden.
- Bei der indirekten Ultraschallextraktion dürfen ausschließlich separate Extraktionsgefäße aus dünnwandigem Edelstahl (Wanddicke ≤ 1 mm) oder Glas (Wanddicke ≤ 2 mm) verwendet werden.

Im Gegensatz zur VDA 19.1 ist es nicht erforderlich während der Ultraschallextraktion das Bauteil in vertikaler Richtung zu oszillieren. Eine seitliche Eigenbewegung (Rutschen der Bauteile) ist zulässig.

8.3.3 Ultrasonic bath

The cavitation noise level acc. to Table 8 applies as a measure for setting the cleaning power of ultrasonic baths.

The following deviations are permissible in coordination with the department TecCI:

- Indirect adjustment of the cleaning power via the filling volume depending on the rated power of the ultrasonic bath according to Table 9 if the measurement of the cavitation noise level is not possible at the location of the ultrasonic bath.

Note:

The measurement of the cavitation noise level is currently only possible to a limited extent.

- Extension of the permitted cavitation noise level range to 30 dB up to 36 dB for currently used ultrasonic baths whose power is not adjustable or whose setting range for the power is insufficient to achieve the cavitation noise level acc. to Tabelle 8 respectively.

Note:

In case of exchange / new procurement of an ultrasonic bath a cavitation noise level acc. to Table 8 is to achieve.

In addition, the following points apply:

- Extraction is only permitted in an ultrasonic bath and not in a pressure-rinsing chamber with an ultrasonic secondary function.
- The ultrasonic transducers shall be mounted at the bottom of the ultrasonic tank.
- The components shall be immersed and vented.
- Only separate extraction vessels made of thin-walled stainless steel (wall thickness ≤ 1 mm) or glass (wall thickness ≤ 2 mm) may be used for indirect ultrasonic extraction.

In opposite to VDA 19.1, it is not required to oscillate the component in vertical direction during ultrasonic extraction. Lateral intrinsic movement (slipping of the components) is permissible.

Tabelle 9 – Indirekte Einstellung der Reinigungsleistung über das Füllvolumen und Leistung des Ultraschallbads
Table 9 – Indirect adjustment of the cleaning power via filling volume and power of the ultrasonic bath

	Nennleistung Ultraschallbad Rated power of the ultrasonic bath [W]									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1.000
Soll-Füllvolumen Required filling volume [l]	1,1	4,5	10	18	28	40	55	70	90	110
	Nennleistung Ultraschallbad Rated power of the ultrasonic bath [W]									
	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000
Soll-Füllvolumen Required filling volume [l]	135	160	190	220	250	285	320	360	400	445

8.3.4 Nachspülen

Es sind die Bauteile, das verwendete Extraktionsgefäß (indirekte Extraktion) bzw. das Ultraschallbad (direkte Extraktion) und die Filtrationsapparatur in genannter Reihenfolge zu spülen.

Das Nachspülen ist abhängig von der Art der zuvor durchgeführten Ultraschallextraktion (siehe Abschnitt 8.3.2):

- **Direkte** Extraktion mit Parametersatz USW:
Für das Nachspülen ist der Parametersatz PUS nach Tabelle 10 anzuwenden, wenn nicht abweichend festgelegt.
Beispiel für die Berechnung des Nachspülvolumens:
Bei drei beprobten Bauteilen mit jeweils 4.000 cm² Oberfläche und einem Ultraschallbad mit einer inneren Oberfläche von 72.000 cm² ergibt sich ein Nachspülvolumen von 2 l bis 4 l für jedes Bauteil und 36 l bis 72 l für das Ultraschallbad.

8.3.4 Final rinsing

Rinse the components, the extraction vessel used (indirect extraction) or the ultrasonic bath (direct extraction) respectively and the filtration device in the order indicated.

The final rinsing depends on the type of ultrasonic extraction previously performed (see Section 8.3.2):

- **Direct** extraction with parameter set USW:
Unless otherwise specified, the PUS parameter set acc. to Table 10 shall be used for the final rinsing.

Example for calculating the final rinsing volume:
With three sampled components, each with a surface area of 4 000 cm² and an ultrasonic bath with an inner surface area of 72 000 cm², the final rinsing volume is 2 l to 4 l for each component and 36 l to 72 l for the ultrasonic bath.

Tabelle 10 – Parameter für das Nachspülen
Table 10 – Parameters for the final rinsing

Bezeichnung Parametersatz Designation of parameter set	Düsenform Nozzle shape	Flächenabhängiges Spülvolumen ^{a)} Surface-dependent rinsing volume ^{a)} [ml/cm ²]
PUS	Brause Sprinkler	0,5 bis / to 1
^{a)} Zur Berechnung des Spülvolumens sind alle bei der Extraktion voraussichtlich benetzten Oberflächen (z. B. Bauteil, Ultraschallbad oder Extraktionsgefäß, Filtrationsapparatur) maßgebend. <i>All surfaces expected to be wetted during extraction (e.g. component, ultrasonic bath or extraction vessel, filtration device) are decisive for calculating the rinsing volume.</i>		

- **Indirekte** Extraktion mit Parametersatz USW:
 - Anwendung von Parametersatz PUS nach Tabelle 10:
Dabei sind die Bauteile über dem separaten Extraktionsgefäß abzuspülen.
Anschließend wird das Medium abfiltriert und sowohl das Extraktionsgefäß als auch die verwendete Filtrationsapparatur gespült (i. d. R. Glas- oder Edelstahltrichter).
 - Alternativ darf das Bauteil / Prüflos, das Extraktionsgefäß und die Filtrationsapparatur mit einer Handspritzflasche gespült werden, wenn nur ein geringes Nachspülvolumen benötigt wird, z. B. bei Prüfung kleiner Bauteile oder Verwendung eines kleinen Extraktionsgefäßes.
Dabei ist ein Mindestnachspülvolumen von 1 Liter für das Bauteil / Prüflos gefordert. Das Nachspülvolumen für das Extraktionsgefäß und die Filtrationsapparatur beträgt ebenfalls mindestens 1 Liter.
- **Indirekte** Extraktion mit Parametersatz USC:
 - Nachspülen mit Parametersatz PPR nach Tabelle 7:
Dabei sind die Bauteile und das Extraktionsgefäß in einer Spritzkammer abzuspülen. Anschließend wird das gesamte Medium über die Filtrationsapparatur der Spritzkammer abfiltriert und die Spritzkammer gespült.
 - Alternativ darf das Bauteil / Prüflos, das Extraktionsgefäß und die Filtrationsapparatur mit einer Handspritzflasche gespült werden, wenn z. B. keine Spritzkammer vorhanden ist.
Dabei ist ein Mindestnachspülvolumen von 1 Liter für das Bauteil / Prüflos gefordert. Das Nachspülvolumen für das Extraktionsgefäß und die Filtrationsapparatur beträgt ebenfalls mindestens 1 Liter.
- **Indirect** extraction with parameter set USW:
 - Application of parameter set PUS acc. to Table 10:
The components shall be rinsed above the separate extraction vessel.
Subsequently the medium is filtered off and the extraction vessel as well as the used filtration device are rinsed (usually a glass or stainless steel funnel).
 - Alternatively, the component / inspection lot, the extraction vessel and the filtration device may be rinsed with a hand spray bottle if only a small rinse volume is required, e.g. when testing small components or using a small extraction vessel.

A minimum final rinsing volume of 1 liter is required for the component / inspection lot. The final rinsing volume for the extraction vessel and the filtration device is also at least 1 liter.
- **Indirect** extraction with parameter set USC:
 - Final rinsing with parameter set PPR acc. to Table 7:
The components and the extraction vessel shall be rinsed in a pressure-rinsing chamber.
Subsequently, the entire medium is filtered off via the pressure-rinsing chamber's filtration device and the pressure-rinsing chamber is rinsed.
 - Alternatively, the component / inspection lot, the extraction vessel and the filtration device may be rinsed with a hand spray bottle if, for example, no pressure-rinsing chamber is available.
A minimum final rinsing volume of 1 liter is required for the component / inspection lot. The final rinsing volume for the extraction vessel and the filtration device is also at least 1 liter.

Als Medium für das Nachspülen ist jeweils das Prüfmedium der zuvor durchgeführten Ultraschallextraktion zu verwenden.

Die Qualität des Nachspülens muss mindestens einmalig bei der Erstellung der Nachspülprozedur über eine anschließende Blindwertbeprobung validiert werden. Genügt das berechnete Spülvolumen hierfür nicht, so muss dieses erhöht und in der Prüfvorschrift dokumentiert werden.

8.4 Spülen

Die Extraktion durch Spülen ist zulässig in Verbindung mit Spritzkammern und Spülständen.

Die Bauteile sollen funktionsgerecht beprobt werden (z. B. Rotationsbewegung einer Pumpe, Durchspülen eines Kühlkanals).

Das einzusetzende Prüfmedium hängt von der Anwendung ab.

Bei der Festlegung der Spülparameter ist ein turbulenter Volumenstrom anzustreben.

Für die Qualifizierung der Routineprüfprozedur und die Ermittlung bzw. Bewertung des Blindwerts gelten die anwendbaren Regelungen nach Abschnitt 7.

Die komplette Prüfung ist in einer Prüfvorschrift nach Abschnitt 11.2 zu dokumentieren.

The test medium of the previously performed ultrasonic extraction shall be used as the medium for the final rinsing.

The quality of the final rinsing shall be validated at least once during the preparation of the final rinsing procedure via a subsequent blank value sampling. If the calculated rinsing volume is not sufficient for this, it shall be increased and documented in the test specification.

8.4 Internal rinsing

Extraction by internal rinsing is permitted in conjunction with pressure-rinsing chambers and internal rinsing systems.

The components shall be sampled in a manner appropriate to their function (e.g. rotational movement of a pump, rinsing through a cooling channel).

The test medium to be used depends on the application.

When specifying the internal rinsing parameters, efforts should be made to achieve a turbulent volume flow.

For the qualification of the routine test procedure and the determination or evaluation of the blank value, the applicable regulations acc. to Section 7 apply.

The complete test shall be documented in a test specification in accordance with Section 11.2.

8.5 Luftextraktion

Luftextraktion ist im Sonderfall und in Abstimmung mit der Fachstelle TecSa zulässig.
Für die Qualifizierung der Routineprüfprozedur und die Ermittlung bzw. Bewertung des Blindwerts gelten die anwendbaren Regelungen nach Abschnitt 7.
Die komplette Prüfung ist in einer Prüfvorschrift nach Abschnitt 11.2 zu dokumentieren.

9 Analysefiltration

Für die Standardfiltration sind Analysefilter aus Siebgewebe mit einer Maschenweite von 20 µm (Standardanalysefilter) einzusetzen.

Bei Bedarf darf ein Analysefilter mit Porengröße von 5 µm durch eine erweiterte Sauberkeitsanforderung spezifiziert werden.

Bei Einsatz eines Analysefilters mit Porengröße von 5 µm ist ein geschäumter Filter aus Polyamid zu verwenden.

Von ZF freigegebene Filter siehe Anhang B.

Ergänzend zum vorgegebenen Analysefilter sind weitere Filter mit abweichenden Maschenweiten / Porengrößen in einer Kaskade zulässig.

Vorbereitung und Nachbereitung der Analysefilter:

- Filter für mindestens 20 Minuten bei 100 °C im Ofen trocknen
- getrocknete Filter für mindestens 20 Minuten im Exsikkator (mit Trocknungsmittel) auskühlen lassen

Hinweis:

Der Umgang mit vorhandenen chemischen Rückständen sollte in der Prüfvorschrift (siehe Abschnitt 11.2) geklärt und die Nachspülprozedur des Filters eindeutig definiert sein.

10 Analyseverfahren

10.1 Allgemeines

Die Standardanalyse der Filter beinhaltet die Gravimetrie (Ermittlung des Rückstandsgewichts) und die lichtoptische Analyse der Partikel.

10.2 Gravimetrie

Die gravimetrische Analyse erfolgt nach VDA 19.1, Abschnitt 8.2.1.

Für die Bestimmung des Rückstandsgewichts sind Waagen mit einer Mindestauflösung von 0,1 mg in Kombination mit einem geeigneten Wägetisch zu verwenden.

8.5 Air extraction

Air extraction is permitted in special cases and in coordination with the department TecCl.
For the qualification of the routine test procedure and the determination or evaluation of the blank value, the applicable regulations acc. to Section 7 apply.
The complete test shall be documented in a test specification in accordance with Section 11.2.

9 Analysis filtration

For standard filtration, analysis filters made of sieve cloth with a mesh size of 20 µm (standard analysis filter) are to be used.

If required, an analysis filter with a pore size of 5 µm may be specified by an extended cleanliness requirement.

If an analysis filter with a pore size of 5 µm is used, a foamed filter made of polyamide shall be used.

For filters released by ZF, see Annex B.

In addition to the specified analysis filter, additional filters with deviating mesh sizes / pore sizes in a cascade are permitted.

Preparation and post-processing of the analysis filters:

- Dry the filter in the oven for at least 20 minutes at 100°C
- Allow the dried filter to cool for at least 20 minutes in the desiccator (with desiccant)

Note:

The handling of existing chemical residues should be clarified in the test specification (see Section 11.2) and the final rinsing procedure of the filter should be clearly defined.

10 Analysis methods

10.1 General

The standard analysis of the filters includes gravimetry (determination of the residue weight) and the light-optical analysis of the particles.

10.2 Gravimetry

The gravimetric analysis is performed acc. to VDA 19.1, Section 8.2.1.

To determine the residue weight, scales with a minimum resolution of 0.1 mg shall be used in combination with a suitable weighing table.

10.3 Lichtoptische Analyse

10.3.1 Allgemeines

Für die lichtoptische Analyse sind automatisierte Mikroskope manuellen Mikroskopen vorzuziehen.

In jedem Fall ist mindestens 10-fache Vergrößerung gefordert.

Scanner sind zur Standardanalyse nicht zugelassen.

Die Analyseverfahren für die lichtoptische Analyse ist abhängig von der Prüfaufgabe bzw. den Sauberkeitsvorgaben (siehe Tabelle 11).

Für ZF gelten folgende Festlegungen als Standard:

- Bestimmung der Partikellänge: **Feret_{max}** (siehe VDA 19.1, Abb. 8-7)
- Bestimmung der Partikelbreite: **Durchmesser des maximalen Inkreises** (abweichend zum Standard nach VDA 19.1)

10.3 Light-optical analysis

10.3.1 General

Automated microscopes are preferred over manual microscopes for light-optical analysis.

In any case, at least tenfold magnification is required.

Scanners are not permitted for standard analysis.

The analysis method for the light-optical analysis depends on the testing task or the cleanliness specifications respectively (see Table 11).

The following specifications apply as standard for ZF:

- Determining the particle length: **Feret_{max}** (see VDA 19.1, Fig. 8-7)
- Determining the particle width: **Diameter of the maximum inscribed circle** (deviating from the standard acc. to VDA 19.1)

Tabelle 11 – Prüfaufgaben und Analysemethoden
Table 11 – Testing tasks and analysis methods

Prüfaufgabe <i>Testing task</i>	Mögliche Analyseverfahren <i>Possible analysis methods</i>
Bestimmung der Länge und / oder Breite von einzelnen Partikeln <i>Determining the length and / or width of single particles</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle oder automatisierte Lichtmikroskopie inkl. Kamera und Software zur Partikelvermessung <i>Manual or automated light microscopy incl. camera and software for particle measurement</i>
Partikelzählung <i>Particle counting</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Lichtmikroskopie inkl. Kamera <i>Manual light microscopy incl. camera</i> • Automatisierte Lichtmikroskopie (Stereomikroskopie) inkl. Polarisator (Messung im Dunkelfeld bei gekreuzten Polarisatoren), Kamera und Software zur Partikelzählung <i>Automated light microscopy (stereomicroscopy) incl. polarizer (measurement in the dark field with crossed polarizers), camera and software for particle counting</i>
Einteilung in metallisch glänzende und nicht-metallisch glänzende Partikel (Typisierung) <i>Classification into metallic shiny and non-metallic shiny particles (typification)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Manuelle Lichtmikroskopie ohne Polarisator inkl. Kamera und Software zur Partikelvermessung <i>Manual light microscopy without polarizer incl. camera and software for particle measurement</i> • Automatisierte Lichtmikroskopie (Stereomikroskopie) inkl. Polarisator (Messung im Dunkelfeld bei gekreuzten Polarisatoren, Unterscheidung erfolgt durch anschließende Umstellung auf parallele Polarisatoren), Kamera und Software zur Partikeltypisierung <i>Automated light microscopy (stereomicroscopy) incl. polarizer (measurement in the dark field with crossed polarizers, differentiation by subsequent conversion to parallel polarizers), camera and software for particle typification</i>

10.3.2 Nachkontrolle, Dokumentation, Überprüfung

Bei der manuellen Lichtmikroskopie erfolgt im Bedarfsfall die Nachkontrolle durch einen zweiten Prüfer.

Bei der automatisierten Lichtmikroskopie ist grundsätzlich eine manuelle Nachkontrolle durchzuführen.

Hinweis:

Die manuelle Nachkontrolle muss nicht durch einen zweiten Prüfer erfolgen.

Folgende Partikel sind bei der automatisierten Lichtmikroskopie manuell zu kontrollieren:

- Partikel größer als die zulässige ZF-Größenklasse der Standardsauberkeitsanforderung
- Partikel innerhalb der ZF-Größenklasse der Standardsauberkeitsanforderung

Beispiel:

Bei einer nach Standardsauberkeitsanforderung vorgegebenen ZF Größenklasse „I“ sind alle Partikel mit einer Partikelgröße von $\geq 400 \mu\text{m}$ zu kontrollieren.

Das Ergebnis der automatisierten Analyse ist bei der Nachkontrolle, wenn erforderlich, wie folgt zu korrigieren:

- Trennen oder Zusammenfügen falsch erkannter Partikel
- Umklassifizierung von Fasern, die als Partikel erkannt wurden
- Korrektur der Zuordnung von Partikeln zu „metallisch“ / „nicht-metallisch“ bei erweiterter Sauberkeitsanforderung mit Typisierung

Die Dokumentation der manuellen Lichtmikroskopie erfolgt im Standardfall ab der ZF-Größenklasse unterhalb der Standardsauberkeitsanforderung.

Hierbei sind die Längen der 10 größten Partikel, wenn vorhanden, zu dokumentieren.

Bei der automatisierten Lichtmikroskopie sind bei der Standardanalyse die Partikelzahlen als Mindestanforderung wie folgt anzugeben:

- Partikelzahlen bezogen auf ZF-Größenklasse „H“ bis einschließlich ZF-Größenklasse der Standardsauberkeitsanforderung in Bild 2
- Gesamtsumme der Partikel mit einer Größe oberhalb der ZF-Größenklasse der Standardsauberkeitsanforderung

Die Angabe der Partikelanzahlen bezogen auf Größenklassen nach VDA 19.1 ist optional zulässig.

Bei manueller und automatisierter Lichtmikroskopie sind die vier Partikel mit der größten Partikellänge mit Bild zu dokumentieren, wobei hier jeweils die Länge und optional beim längsten Partikel auch die Breite zu erfassen sind.

Bei Sauberkeitsanforderung an die Typisierung sind mindestens die beiden größten metallischen und die beiden größten nicht-metallischen Partikel mit Bild zu dokumentieren, wobei hier jeweils die Länge und optional beim längsten Partikel auch die Breite zu erfassen sind.

10.3.2 Double-check, documentation, validation

In case of manual light microscopy, a second inspector carries out the double-check if necessary.

With automated light microscopy, a manual double-check shall always be carried out.

Note:

The manual double-check does not have to be carried out by a second inspector.

The following particles shall be checked manually in case of automated light microscopy:

- Particles larger than the permissible ZF size class specified in the standard cleanliness requirement
- Particles within the ZF size class specified in the standard cleanliness requirement

Example:

For ZF size class “I” specified according to standard cleanliness requirements, all particles with a particle size of $\geq 400 \mu\text{m}$ shall be checked.

The result of the automated analysis shall be corrected, if necessary, during the double-check as follows:

- Separate or merge particles that were detected incorrectly
- Reclassification of fibers which were identified as particles
- Correction of the particle assignment “metallic” / “non-metallic” in case of extended cleanliness requirement with typification

In the standard case the documentation of the manual light microscopy is carried out starting from the ZF size class below the standard cleanliness requirement.

The lengths of the 10 largest particles, if any, shall be documented.

In case of automated light microscopy, as minimum requirement the particle numbers are to indicate for the standard analysis as follows:

- Particle numbers related to ZF size class “H” up to and including ZF size class of the standard cleanliness requirement in Figure 2
- Total sum of particles with a size above the ZF size class of the standard cleanliness requirement

The indication of particle numbers related to size classes according to VDA 19.1 is optionally permitted.

In manual and automated light microscopy, the four particles with the largest particle length shall be documented with an image. The length and, optionally in the case of the longest particle, the width shall also be recorded.

In the case of cleanliness requirements for typification, at least the two largest metallic and the two largest non-metallic particles shall be documented with an image. The length and, optionally in the case of the longest particle, the width shall also be recorded.

Die Überprüfung der Mikroskope ist in Anweisungen zu regeln und auditfähig zu dokumentieren. Hierzu gehören Abgleiche mit Vergleichsnormalen. Bei automatisierten Mikroskopen hat dies durch Prüfung von Nullpunkt, Partikelanzahl und Partikelversatz mittels Partikelnormal zu erfolgen.

10.4 Verkürzte Analyse

Die Anwendung von verkürzten Analyseverfahren (z. B. Flüssigkeitspartikelzähler, Siebverblockung) sind im Rahmen der technischen Sauberkeitsuntersuchung nicht zulässig, können aber intern zur Überwachung der Montagesauberkeit eingesetzt werden.

11 Dokumentation

11.1 Allgemeines

Im Rahmen einer Sauberkeitsuntersuchung entstehen die im Folgenden beschriebenen Dokumente.

11.2 Prüfvorschrift

Jedem Bauteil ist eine Prüfvorschrift zuzuordnen. Nach Freigabe durch ZF ist die Prüfvorschrift im Rahmen des Produktionsteil-Abnahmeverfahrens (PPAP) dem Erstmusterprüfbericht (EMPB) beizulegen.

Diese Prüfvorschrift muss für ZF mindestens folgende Informationen beinhalten:

- ZF-Bauteilbenennung ¹⁾
- Qualifizierungsnachweis bzw. Verweis auf Qualifizierungsprotokoll
- Prüflabor und Ersteller / Verantwortlicher
- Angaben zur Routineprüfprozedur (siehe Abschnitt 7.1) inkl. Extraktion, Filtration und Analyse
 - Prüflosgröße
 - Extraktionsmethode (z. B. Spritzen, Ultraschall) inkl. der gewählten Parameter
 - Prüfmedium
 - Genaue Abfolge der Prozedur (z. B. Volumenangaben für Teilflächen, Reihenfolge, usw.)
 - Eingesetzte Filter (Material, Typ, Maschenweite / Porengröße)
 - Regelung zur Weiterverwendung der Prüfobjekte
- Optional detaillierte Angaben bezüglich zu prüfender Oberflächen
- Bei Bedarf sind einzelne Arbeitsschritte durch Bilder und / oder ergänzende Videos zu dokumentieren.

¹⁾ Es wird empfohlen der Prüfvorschrift zusätzlich die betroffenen ZF-Materialnummern zuzuordnen.

The inspection of the microscopes shall be regulated in instructions and documented so that it can be audited. This includes comparisons with reference standards. With automated microscopes, this shall be achieved by checking the zero point, particle number and particle offset using a particle standard.

10.4 Shortened analysis

The use of shortened analysis procedures (e.g. liquid particle counters, sieve blocking) is not permitted within the scope of the technical cleanliness inspection but can be used internally to monitor the assembly cleanliness.

11 Documentation

11.1 General

The documents described below are created as part of a cleanliness inspection.

11.2 Test specification

A test specification shall be assigned to each component. After release by ZF, the test specification shall be attached to the Initial Sample Inspection Report (ISIR) as part of the Production Part Approval Process (PPAP).

This test specification shall contain at least the following information for ZF:

- ZF component designation ¹⁾
- Verification of qualification or reference to qualification report
- Testing laboratory and creator / responsible person
- Information about the routine test procedure (see Section 7.1) incl. extraction, filtration and analysis
 - Inspection lot size
 - Extraction method (e.g. pressure-rinsing, ultrasound) incl. the selected parameters
 - Test medium
 - Exact sequence of the procedure (e.g. volume specifications for parts of surfaces, sequence, etc.)
 - Filters used (material, type, mesh width / pore size)
 - Regulation for further use of test objects
- Optional detailed information regarding surfaces to be tested
- If required, individual work steps are to be documented by images and / or supplementary videos.

¹⁾ It is recommended to assign additionally the affected ZF material numbers to the test specification.

11.3 Prüfprotokoll

Zu jedem Prüfauftrag muss ein Prüfprotokoll mit mindestens folgenden Informationen erstellt werden:

- Laborinterne Auftragsnummer
- ZF-Bauteilbenennung und ZF-Materialnummer
- Bauteilstatus (z. B. letzter Prozessschritt, Wareneingang, Erstmuster, Prototyp, usw.)
- Spezifizierte Grenzwerte und Analyseergebnisse aus Abschnitt 10
Das ermittelte Rückstandsgewicht des Analysefilters ist auf eine Nachkommastelle mathematisch zu runden.
- Prüflosgröße und ggf. Flächenbezug
- Bewertung „i. O.“ oder „n. i. O.“
- Verweis auf die angewendete Prüfvorschrift
- Verwendetes Equipment mit Maschinen- oder Inventarnummer (z. B. Ultraschallbad, Spritzkammer, Waage, Mikroskop)
- Prüflabor und Prüfer / Verantwortlicher
- Prüfdatum

12 Reaktion

Wenn bei der Herstellung von Bauteilen einzelne Ausreißer vorkommen und diese keine Instabilität und kein schlechteres Sauberkeitsniveau des Prozesses darstellen, können die Bauteile nach Risikobewertung und nach folgenden Aktivitäten freigegeben werden:

- Kontrolle der Bedingungen im Fertigungsprozess / Reinigungsprozess
 - Wiederholprüfung:
Eine Wiederholprüfung ist **einmalig** unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - Es liegen ≤ 5 Partikel innerhalb der zwei direkt auf die Größenklasse der Standardsauberkeitsanforderung folgenden Größenklassen vor. Dabei wird eine ggf. vorhandene Überschreiterregelung nicht berücksichtigt.
 - Es liegt kein Partikel ≥ 3 Größenklassen oberhalb der Größenklasse der Standardsauberkeitsanforderung vor.
- Beispiel:**
Bei Standardsauberkeitsanforderung mit Größenklasse „H“ dürfen maximal 5 Partikel in den Größenklassen „I“ und „J“ kumuliert vorhanden sein. Ab Größenklasse „K“ dürfen keine Partikel vorhanden sein.
- Entscheidung zur Losfreigabe mittels eines Bauabweichungsantrags
 - Ggf. Umsetzung von abweichungsabhängigen Maßnahmen

11.3 Inspection report

An inspection report with at least the following information shall be created for each inspection order:

- In-house order number for the laboratory
- ZF component designation and ZF material number
- Component status (e.g. last process step, incoming goods, initial sample, prototype, etc.)
- Specified limit values and analysis results from Section 10
The determined residue weight of the analysis filter shall be rounded mathematically to one digit after the decimal point.
- Inspection lot size and possibly surface reference
- Evaluation “OK” or “not OK”
- Reference to the applied test specification
- Equipment used with machine or inventory number (e.g. ultrasonic bath, pressure-rinsing chamber, scale, microscope)
- Testing laboratory and inspector / responsible person
- Inspection date

12 Reaction

If single outliers occur when manufacturing components and they do not represent any instability or poorer cleanliness level of the process, the components can be released after risk assessment and the following activities:

- Control of the conditions in the manufacturing process / cleaning process
 - Repeat test:
A repeat test is permitted **once** only under the following conditions:
 - There are ≤ 5 particles within the two size classes that directly follow the size class of the standard cleanliness requirement. Any existing exceeder regulation is not taken into consideration.
 - There is no particle ≥ 3 size classes above the size class of the standard cleanliness requirement.
- Example:**
For standard cleanliness requirement with size class “H”, a maximum of 5 particles in size classes “I” and “J” may exist cumulatively.
From size class “K”, no particles may exist.
- Decision on lot release by means of a deviation request
 - If necessary, implementation of deviation-dependent measures

Bei Überschreitung des zulässigen Rückstandsgewichts ist eine **einmalige** Wiederholprüfung zulässig, wenn oben genannte Bedingungen an die Partikelgrößen eingehalten werden.

If the permissible residue weight is exceeded, a **single** repeat test is permissible if the above-mentioned particle size conditions are met.

Anhang A (normativ)

Annex A (normative)

Anforderungen an Prüfmedien

Requirements to test media

A.1 Kaltreiniger

A.1 Cold cleaner

Kaltreiniger mit folgenden Eigenschaften dürfen für die Extraktion eingesetzt werden:

Cold cleaners with the following properties may be used for extraction:

- Reine Isoparaffine
- Flammpunkt: 60 °C ±3 °C
- Viskosität bei 20 °C: ≈ 2 mm²/s
- Siedebereich: 175 °C - 210 °C

- Pure isoparaffin
- Flash point: 60°C ±3°C
- Viscosity at 20°C: ≈ 2 mm²/s
- Boiling range: 175°C - 210°C

Von ZF freigegebene Kaltreiniger siehe Tabelle A.1.

For cold cleaners released by ZF, see Table A.1.

Tabelle A.1 – Freigegebene Kaltreiniger
Table A.1 – Released cold cleaners

Herstellerbezeichnung <i>Manufacturer designation</i>	Hersteller <i>Manufacturer</i>
Feroclean L261	PETROFER-CHEMIE H. R. Fischer GmbH + Co. KG
WBC 16 KWL-Entfetter	BCD Chemie GmbH
HAKU 1025-921	Kluthe GmbH
G 60 Spezial	Glogar Umwelttechnik GmbH

A.2 Zusätze für deionisiertes Wasser (VE-Wasser)

A.2 Additives for deionized water (DI water)

Von ZF freigegebene Zusätze für deionisiertes Wasser siehe Tabelle A.2.

For additives released by ZF for deionized water, see Table A.2.

Davon abweichende Zusätze sind mit der Fachstelle TecSa abzustimmen und im Prüfprotokoll zu dokumentieren.

Any additives deviating from these shall be coordinated with the department TecCl and documented in the inspection report.

Tabelle A.2 – Freigegebene Zusätze zu VE-Wasser
Table A.2 – Released additives for DI water

Herstellerbezeichnung <i>Manufacturer designation</i>	Hersteller <i>Manufacturer</i>
Feroclean N 610	PETROFER-CHEMIE H. R. Fischer GmbH + Co. KG

Anhang B (normativ)**Annex B** (normative)**Freigegebene Analysefilter****Released analysis filters**

Von ZF freigegebene Analysefilter siehe Tabelle B.1.

For the analysis filters released by ZF, see Table B.1.

Tabelle B.1 – Freigegebene Analysefilter
Table B.1 – Released analysis filters

Maschenweite / Porengröße <i>Mesh size / pore size</i>	Werkstoff <i>Material</i>	Durchmesser <i>Diameter</i>	Art des Zuschnitts <i>Type of cut</i>	Hersteller- bezeichnung <i>Manufacturer designation</i>	Hersteller <i>Manufacturer</i>	Artikel-Nr. <i>Article no.</i>
20 µm	Polyester	47 mm	Lasergeschnitten <i>Laser cut</i>	Petex 07-20/13	Sefar AG	D061-1000-039-00
				--	JOMESA	PE-47L-20
			Kaltgestanzt <i>Cold stamped</i>	Petex 07-20/13	Sefar AG	D061-0020-115-00
	Polyamid <i>Polyamide</i>	47 mm	Lasergeschnitten <i>Laser cut</i>	Nitex 03-20/14	Sefar AG	D061-1000-089-00
				--	JOMESA	NY-47L-20
			Kaltgestanzt <i>Cold stamped</i>	Nitex 03-20/14	Sefar AG	D061-0020-024-00
5 µm	Polyamid <i>Polyamide</i>	47 mm	Gestanzt <i>Stamped</i>	NCG 047100	Pall Corporation	--

Anhang C (informativ)**Annex C** (informative)**Erläuterung von möglichen Sauberkeitsspezifikationen****Explanation of possible cleanliness specifications**

Tabelle C.1 – Erläuterung von möglichen Sauberkeitsspezifikationen
Table C.1 – Explanation of possible cleanliness specifications

Beispiel 1 Example 1	Sauberkeit nach ZFN 1132 - I / 2 mg Pruefung nach ZFN 1132 - USW <i>Cleanliness acc. to ZFN 1132 - I / 2 mg</i> <i>Inspection acc. to ZFN 1132 - USW</i>
Erläuterung Standardsauberkeitsanforderung: <ul style="list-style-type: none"> • Zulässige Partikelgröße pro Prüflös: < 600 µm • Zulässiges Rückstandsgewicht pro Bauteil: ≤ 2 mg Sauberkeitsprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Direkte oder indirekte Ultraschallextraktion mit VE-Wasser (USW) • Nachspülen mit Parametersatz PUS • Analysefiltration mit Analysefilter aus Siebgewebe mit Maschenweite 20 µm 	Explanation Standard cleanliness requirement: <ul style="list-style-type: none"> • Permissible particle size per inspection lot: < 600 µm • Permissible residue weight per component: ≤ 2 mg Cleanliness inspection: <ul style="list-style-type: none"> • Direct or indirect ultrasonic extraction with DI water (USW) • Final rinsing with parameter set PUS • Analysis filtration with analysis filter made of sieve cloth with 20 µm mesh size
Beispiel 2 Example 2	Sauberkeit nach ZFN 1132 - I (J 1) / 2 mg Pruefung nach ZFN 1132 - USW <i>Cleanliness acc. to ZFN 1132 - I (J 1) / 2 mg</i> <i>Inspection acc. to ZFN 1132 - USW</i>
Erläuterung Standardsauberkeitsanforderung: <ul style="list-style-type: none"> • Zulässige Partikelgröße pro Prüflös: < 600 µm • Zulässiges Rückstandsgewicht pro Bauteil: ≤ 2 mg Erweiterte Sauberkeitsanforderung: <ul style="list-style-type: none"> • Überschreiterregelung: 1 Partikel pro Bauteil mit Partikelgröße von 600 µm bis < 1.000 µm zulässig Sauberkeitsprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Direkte oder indirekte Ultraschallextraktion mit VE-Wasser (USW) • Nachspülen mit Parametersatz PUS • Analysefiltration mit Analysefilter aus Siebgewebe mit Maschenweite 20 µm 	Explanation Standard cleanliness requirement: <ul style="list-style-type: none"> • Permissible particle size per inspection lot: < 600 µm • Permissible residue weight per component: ≤ 2 mg Extended cleanliness requirement: <ul style="list-style-type: none"> • Exceeder regulation: 1 particle per component with particle size from 600 µm to < 1 000 µm permissible Cleanliness inspection: <ul style="list-style-type: none"> • Direct or indirect ultrasonic extraction with DI water (USW) • Final rinsing with parameter set PUS • Analysis filtration with analysis filter made of sieve cloth with 20 µm mesh size

Tabelle C.1 – Fortgesetzt
Table C.1 – Continued

Beispiel 3 Example 3	Sauberkeit nach ZFN 1132 - I (J 0,1) / 2 mg Pruefung nach ZFN 1132 - PR2.5 <i>Cleanliness acc. to ZFN 1132 - I (J 0,1) / 2 mg</i> <i>Inspection acc. to ZFN 1132 - PR2.5</i>
Erläuterung	Explanation
<p>Standardsauberkeitsanforderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zulässige Partikelgröße pro Prüflös: < 600 µm • Zulässiges Rückstandsgewicht pro Bauteil: ≤ 2 mg <p>Erweiterte Sauberkeitsanforderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überschreiterregelung: 0,1 Partikel pro Bauteil mit Partikelgröße von 600 µm bis < 1.000 µm zulässig → Die Prüflösgröße ist so zu wählen, dass die zulässige Anzahl der Überschreiter pro Prüflös ganzzahlig wird. <p>Sauberkeitsprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraktion durch Spritzen mit Kaltreiniger unter Anwendung von Parametersatz „PR2.5“ (Vollstrahlrunddüse mit Durchmesser 2,5 mm) • Nachspülen unter Anwendung von Parametersatz „PPR“ • Analysefiltration mit Analysefilter aus Siebgewebe mit Maschenweite 20 µm 	<p>Standard cleanliness requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permissible particle size per inspection lot: < 600 µm • Permissible residue weight per component: ≤ 2 mg <p>Extended cleanliness requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exceeder regulation: 0.1 particle per component with particle size from 600 µm to < 1 000 µm permissible → The inspection lot size is to choose in a way, that the permissible number of exceeders becomes an integer. <p>Cleanliness inspection:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraction by pressure-rinsing with cold cleaner with application of parameter set “PR2.5” (round full-jet nozzle with diameter 2.5 mm) • Final rinsing with application of parameter set “PPR” • Analysis filtration with analysis filter made of sieve cloth with 20 µm mesh size
Beispiel 4 Example 4	Sauberkeit nach ZFN 1132 - H / 2 mg (5) / S50 Pruefung nach ZFN 1132 - PR2.5 <i>Cleanliness acc. to ZFN 1132 - H / 2 mg (5) / S50</i> <i>Inspection acc. to ZFN 1132 - PR2.5</i>
Erläuterung	Explanation
<p>Standardsauberkeitsanforderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zulässige Partikelgröße pro Prüflös: < 400 µm • Zulässiges Rückstandsgewicht pro Bauteil: ≤ 2 mg <p>Erweiterte Sauberkeitsanforderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sonderpartikel mit einer Länge ≤ 50 µm zulässig → Strahlmittel aus Glas sind nicht zulässig. <p>Sauberkeitsprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraktion durch Spritzen mit Kaltreiniger unter Anwendung von Parametersatz „PR2.5“ (Vollstrahlrunddüse mit Durchmesser 2,5 mm) • Nachspülen unter Anwendung von Parametersatz „PPR“ • Analysefiltration mit Analysefilter mit Porengröße 5 µm 	<p>Standard cleanliness requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permissible particle size per inspection lot: < 400 µm • Permissible residue weight per component: ≤ 2 mg <p>Extended cleanliness requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Special particles with a length ≤ 50 µm permissible → Blast-cleaning abrasives made of glass are not permitted. <p>Cleanliness inspection:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extraction by pressure-rinsing with cold cleaner with application of parameter set “PR2.5” (round full-jet nozzle with diameter 2.5 mm) • Final rinsing with application of parameter set “PPR” • Analysis filtration with analysis filter with 5 µm pore size

Tabelle C.1 – Fortgesetzt
Table C.1 – Continued

Beispiel 5 Example 5	Sauberkeit in Bereich A nach ZFN 1132 - H (I 1) / 0,5 mg Pruefung nach ZFN 1132 - PR1.5 Sauberkeit in Bereich B nach ZFN 1132 - I (J 1) / 2 mg Pruefung nach ZFN 1132 - USW <i>Cleanliness in area A acc. to ZFN 1132 - H (I 1) / 0,5 mg</i> <i>Inspection acc. to ZFN 1132 - PR1.5</i> <i>Cleanliness in area B acc. to ZFN 1132 - I (J 1) / 2 mg</i> <i>Inspection acc. to ZFN 1132 - USW</i>
Erläuterung allgemein	Explanation general
<ul style="list-style-type: none"> • Unabhängige Sauberkeitsanforderungen und unterschiedliche Prüfspezifikationen für abgegrenzte Bauteilbereiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Independent cleanliness requirements and different inspection specifications for limited component areas
Erläuterung „Bereich A“	Explanation “area A”
Standardsauberkeitsanforderung: <ul style="list-style-type: none"> • Zulässige Partikelgröße pro Prüflös: < 400 µm • Zulässiges Rückstandsgewicht pro Bauteil: ≤ 0,5 mg Erweiterte Sauberkeitsanforderung: <ul style="list-style-type: none"> • Überschreiterregelung: 1 Partikel pro Bauteil mit Partikelgröße von 400 µm bis < 600 µm zulässig Sauberkeitsprüfung: <ul style="list-style-type: none"> • Extraktion durch Spritzen mit Kaltreiniger unter Anwendung von Parametersatz „PR1.5“ (Vollstrahlronddüse mit Durchmesser 1,5 mm) • Nachspülen unter Anwendung von Parametersatz „PPR“ • Analysefiltration mit Analysefilter aus Siebgewebe mit Maschenweite 20 µm 	Standard cleanliness requirement: <ul style="list-style-type: none"> • Permissible particle size per inspection lot: < 400 µm • Permissible residue weight per component: ≤ 0,5 mg Extended cleanliness requirement: <ul style="list-style-type: none"> • Exceeder regulation: 1 particle per component with particle size from 400 µm to < 600 µm permissible Cleanliness inspection: <ul style="list-style-type: none"> • Extraction by pressure-rinsing with cold cleaner with application of parameter set “PR1.5” (round full-jet nozzle with diameter 1.5 mm) • Final rinsing with application of parameter set “PPR” • Analysis filtration with analysis filter made of sieve cloth with 20 µm mesh size
Erläuterung „Bereich B“	Explanation “area B”
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Beispiel 2 	<ul style="list-style-type: none"> • See example 2

Tabelle C.1 – Fortgesetzt
Table C.1 – Continued

Beispiel 6 Example 6	Sauberkeit nach ZFN 1132 - H (I 1) [M] / I (J 1) [NM] / 2 mg Prüfung nach ZFN 1132 - USW <i>Cleanliness acc. to ZFN 1132 - H (I 1) [M] / I (J 1) [NM] / 2 mg</i> <i>Inspection acc. to ZFN 1132 - USW</i>
Erläuterung	Explanation
<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Sauberkeitsanforderungen für metallische [M] und nicht-metallische [NM] Partikel <p>Standardsauberkeitsanforderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zulässige Partikelgröße für metallische Partikel [M] pro Prüflot: < 400 µm • Zulässige Partikelgröße für nicht-metallische Partikel [NM] pro Prüflot: < 600 µm • Zulässiges Rückstandsgewicht pro Bauteil: ≤ 2 mg <p>Erweiterte Sauberkeitsanforderung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überschreiterregelung für metallische Partikel [M]: 1 Partikel pro Bauteil mit Partikelgröße von 400 µm bis < 600 µm zulässig • Überschreiterregelung für nicht-metallische Partikel [NM]: 1 Partikel pro Bauteil mit Partikelgröße von 600 µm bis < 1.000 µm zulässig <p>Sauberkeitsprüfung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direkte oder indirekte Ultraschallextraktion mit VE-Wasser (USW) • Nachspülen mit Parametersatz PUS • Analysefiltration mit Analysefilter aus Siebgewebe mit Maschenweite 20 µm • Typisierung (Einteilung) „metallisch“ / „nicht-metallisch“ erfolgt bei Standardanalyse durch den Glanzgrad der Partikel 	<ul style="list-style-type: none"> • Different cleanliness requirements for metallic [M] and non-metallic [NM] particles <p>Standard cleanliness requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permissible particle size for metallic particles [M] per inspection lot: < 400 µm • Permissible particle size for non-metallic particles [NM] per inspection lot: < 600 µm • Permissible residue weight per component: ≤ 2 mg <p>Extended cleanliness requirement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exceeder regulation for metallic particles [M]: 1 particle per component with particle size from 400 µm to < 600 µm permissible • Exceeder regulation for non-metallic particles [NM]: 1 particle per component with particle size from 600 µm to < 1 000 µm permissible <p>Cleanliness inspection:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direct or indirect ultrasonic extraction with DI water (USW) • Final rinsing with parameter set PUS • Analysis filtration with analysis filter made of sieve cloth with 20 µm mesh size • Typification (classification) “metallic“ / “non-metallic“ is carried out in standard analysis by means of the shine level of the particles

Literaturhinweise

Bibliography

- | | |
|------------------------------------|--|
| ISO 16232 | Road vehicles - Cleanliness of components and systems
<i>Straßenfahrzeuge - Sauberkeit von Komponenten und Systemen</i> |
| ZVEI Leitfaden:
ZVEI Guideline: | Technische Sauberkeit in der Elektrotechnik - Schmutz ist Materie am falschen Ort
<i>Technical Cleanliness in Electrical Engineering - Dirt is simply matter in the wrong place</i> |