

REVISION VDA 19.1

Dokumentation, Arbeitssicherheit, Fallbeispiele und Definition

– Änderungen und Ergänzungen

Niklas Burger

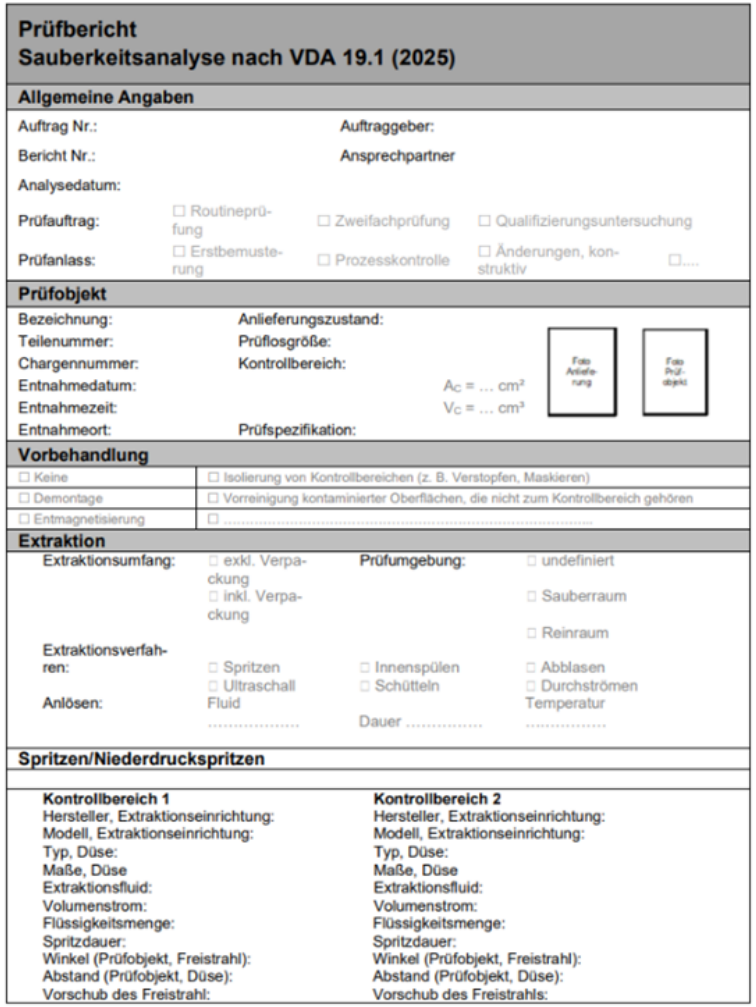
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Kurzer Überblick

- Regelt die Dokumentation der Sauberkeitsprüfung
- Ziel: Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse
  - Sicherstellung reproduzierbarer Prüfungen
  - Transparenz für Audits und Lieferantenkommunikation

NEW

- Erweiterte Angaben zu Extraktion & Analyse
- Integration der **Konformitätsbewertung**
- Bemerkungen zur Durchführung und Dokumentenumfang



Prüfbericht
Sauberkeitsanalyse nach VDA 19.1 (2025)

Allgemeine Angaben

Auftrag Nr.: Auftraggeber:
Bericht Nr.: Ansprechpartner
Analysedatum:
Prüfauftrag: ☐ Routineprüfung ☐ Zweifachprüfung ☐ Qualifizierungsuntersuchung
Prüfanlass: ☐ Erstbemusterung ☐ Prozesskontrolle ☐ Änderungen, konstruktiv ☐....

Prüfobjekt

Bezeichnung: Anlieferungszustand:
Teilenummer: Prüflosgröße:
Chargennummer: Kontrollbereich:
Entnahmedatum: A_C = … cm²
Entnahmezeit: V_C = … cm³
Entnahmeort: Prüfspezifikation:
Foto Anlieferung
Foto Prüfobjekt

Vorbehandlung

☐ Keine	☐ Isolierung von Kontrollbereichen (z. B. Verstopfen, Maskieren)
☐ Demontage	☐ Vorreinigung kontaminierter Oberflächen, die nicht zum Kontrollbereich gehören
☐ Entmagnetisierung	☐ .....

Extraktion

Extraktionsumfang: ☐ exkl. Verpackung ☐ inkl. Verpackung
Prüfumgebung: ☐ undefiniert ☐ Sauberraum ☐ Reinraum
Extraktionsverfahren: ☐ Spritzen ☐ Ultraschall ☐ Innenspülen ☐ Schütteln ☐ Abblasen ☐ Durchströmen
Anlösen: Fluid ..... Dauer ..... Temperatur .....

Spritzen/Niederdruckspritzen

Kontrollbereich 1	Kontrollbereich 2
Hersteller, Extraktionseinrichtung:	Hersteller, Extraktionseinrichtung:
Modell, Extraktionseinrichtung:	Modell, Extraktionseinrichtung:
Typ, Düse:	Typ, Düse:
Maße, Düse	Maße, Düse
Extraktionsfluid:	Extraktionsfluid:
Volumenstrom:	Volumenstrom:
Flüssigkeitsmenge:	Flüssigkeitsmenge:
Spritzdauer:	Spritzdauer:
Winkel (Prüfobjekt, Freistrahl):	Winkel (Prüfobjekt, Freistrahl):
Abstand (Prüfobjekt, Düse):	Abstand (Prüfobjekt, Düse):
Vorschub des Freistrahl:	Vorschub des Freistrahls:

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Änderung von Dokumentennamen der Sauberkeitsprüfung

- Änderung von Dokumentennamen der Sauberkeitsprüfung
  - Aus **Prüfprotokoll** wird **Prüfbericht**
  - Aus **Qualifizierungs - protokoll** wird **Qualifizierungs-Prüfbericht**

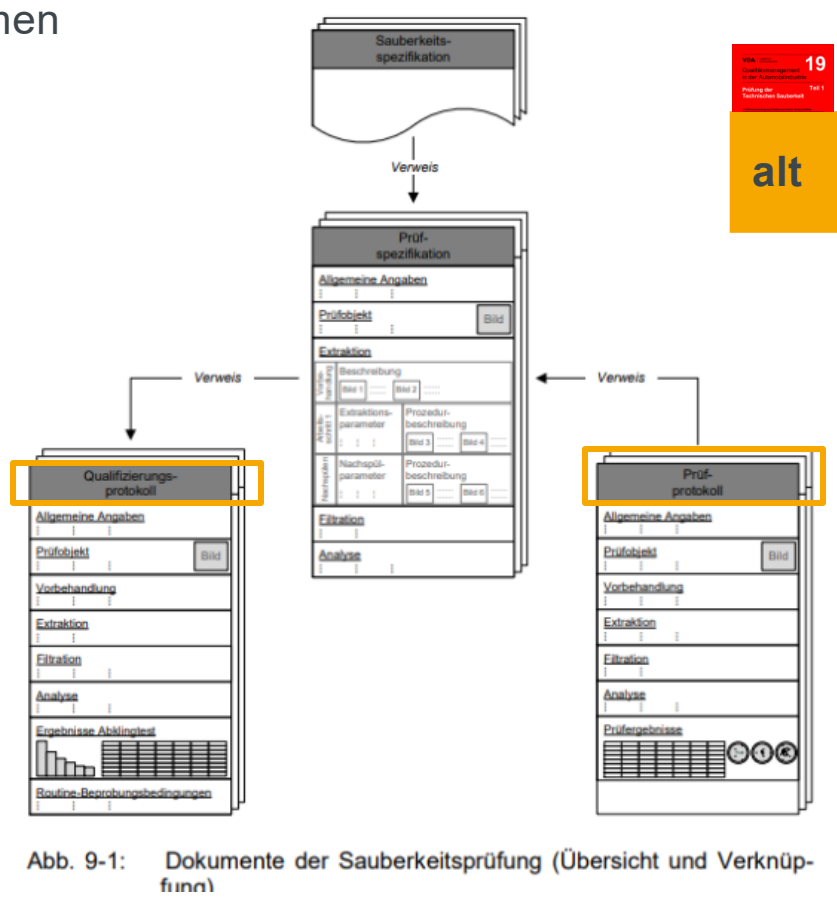


Abb. 9-1: Dokumente der Sauberkeitsprüfung (Übersicht und Verknüpfung)

alt neu

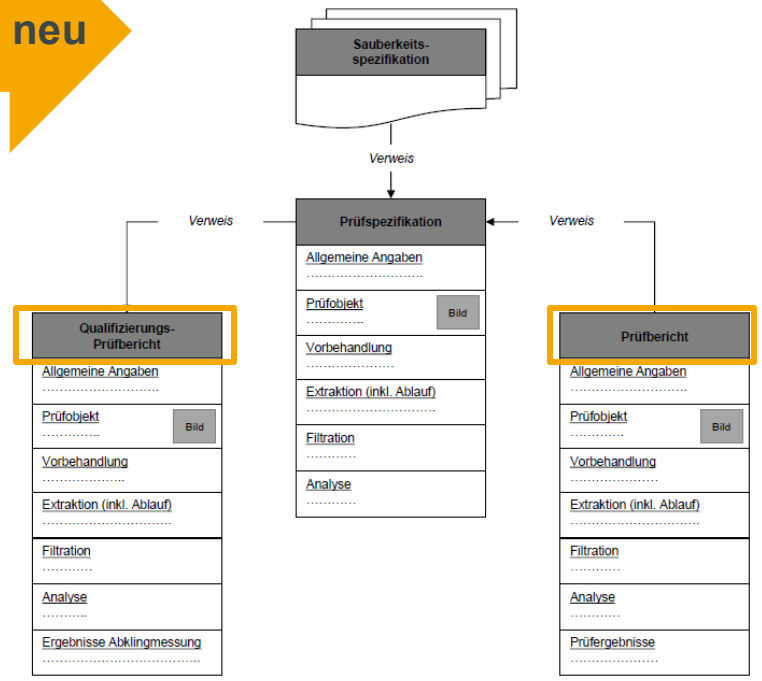


Abbildung 9-1: Dokumente der Sauberkeitsprüfung (Übersicht und Verknüpfung)

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Änderung von Dokumentennamen der Sauberkeitsprüfung

NEW Bei der Übermittlung von Prüfberichten kann auf das weitergeben von Prüfspezifikation und Qualifizierung-Prüfbericht verzichtet werden wenn diese archiviert oder gespeichert werden.

Qualifizierung- Prüfbericht und Prüfspezifikation kann zusammen in einem Dokument sein.

Für den Firmeninternen Gebrauch dürfen den Dokumenten gegebenenfalls gekürzt werden.

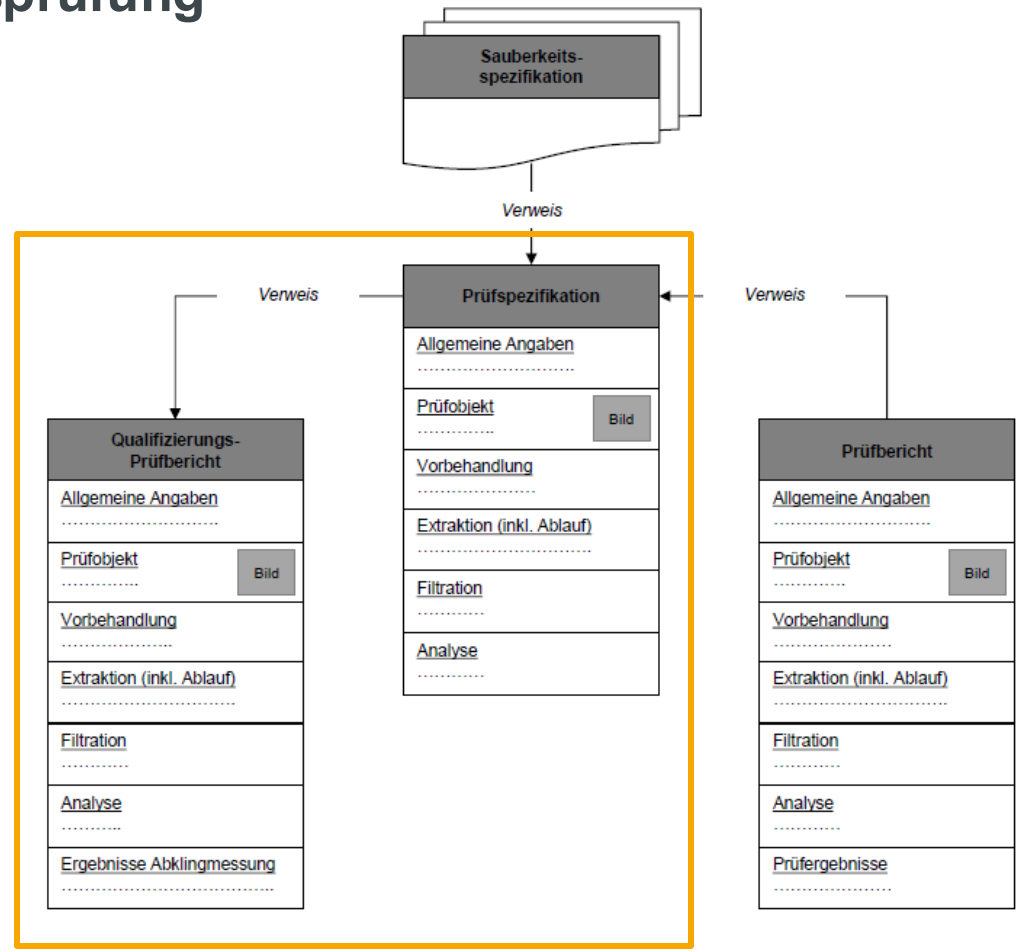


Abbildung 9-1: Dokumente der Sauberkeitsprüfung (Übersicht und Verknüpfung)

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Änderungen / Ergänzungen Prüfbericht

Prüfbericht
Sauberkeitsanalyse nach VDA 19.1 (2025)

Allgemeine Angaben

Auftrag Nr.: Auftraggeber:
Bericht Nr.: Ansprechpartner
Analysedatum:
Prüfauftrag: ☐ Routineprüfung ☐ Zweifachprüfung ☐ Qualifizierungsuntersuchung
Prüfanlass: ☐ Erstbemusterung ☐ Prozesskontrolle ☐ Änderungen, konstruktiv ☐....

Prüfobjekt

Bezeichnung: Anlieferungszustand:
Teilenummer: Prüflosgröße:
Chargennummer: Kontrollbereich:
Entnahmedatum: A_C = … cm²
Entnahmezeit: V_C = … cm³
Entnahmeort: Prüfspezifikation:
Foto Anlieferung
Foto Prüfobjekt

Vorbehandlung

☐ Keine	☐ Isolierung von Kontrollbereichen (z. B. Verstopfen, Maskieren)
☐ Demontage	☐ Vorreinigung kontaminierter Oberflächen, die nicht zum Kontrollbereich gehören
☐ Entmagnetisierung	☐ .....

Extraktion

Extraktionsumfang: ☐ exkl. Verpackung ☐ inkl. Verpackung
Prüfumgebung: ☐ undefiniert ☐ Sauberraum ☐ Reinraum
Extraktionsverfahren: ☐ Spritzen ☐ Ultraschall ☐ Innenspülen ☐ Schütteln ☐ Abblasen ☐ Durchströmen
Anlösen: Fluid ..... Dauer ..... Temperatur .....

Spritzen/Niederdruckspritzen

Kontrollbereich 1	Kontrollbereich 2
Hersteller, Extraktionseinrichtung:	Hersteller, Extraktionseinrichtung:
Modell, Extraktionseinrichtung:	Modell, Extraktionseinrichtung:
Typ, Düse:	Typ, Düse:
Maße, Düse	Maße, Düse
Extraktionsfluid:	Extraktionsfluid:
Volumenstrom:	Volumenstrom:
Flüssigkeitsmenge:	Flüssigkeitsmenge:
Spritzdauer:	Spritzdauer:
Winkel (Prüfobjekt, Freistrahl):	Winkel (Prüfobjekt, Freistrahl):
Abstand (Prüfobjekt, Düse):	Abstand (Prüfobjekt, Düse):
Vorschub des Freistrahl:	Vorschub des Freistrahls:

Allgemeine Angaben

Angaben zum Prüfobjekt

Angaben zur Vorbehandlung

Angaben zur Extraktion

Prüfbericht: (Standard-)Sauberkeitsprüfung nach VDA 19.1 (2025)

Filtration

Filter 1 gegebenenfalls weitere Filter
Hersteller:
Typ:
Filtermaterial:
Durchmesser:
Porengröße:

Trocknung Vorkonditionierung
Hersteller: ☐ ja ☐ nein
Modell:
Temperatur:
Dauer: Nachbehandlung
Flüssigkeit:
Flüssigkeitsmenge:

Lichtoptische Analyse

Hersteller: Art der Analyse: ☐ Standardanalyse ☐ freie Analyse
Modell: Helligkeit:
Maßstab/Vergrößerung: Schwellwert: Angabe, wenn abweichend von der Standardanalyse …
Auswertedurchmesser:

Prüfergebnisse

Partikelgrößenverteilung

Typisierung	Länge ($Feret_{max}$) bzw. Breite ($Feret_{min}$) in µm	Partikelanzahl pro 1000 cm²												
		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		5 ≤ x < 15	15 ≤ x < 25	25 ≤ x < 50	50 ≤ x < 100	100 ≤ x < 150	150 ≤ x < 200	200 ≤ x < 400	400 ≤ x < 600	600 ≤ x < 1000	1000 ≤ x < 1500	1500 ≤ x < 2000	2000 ≤ x < 3000	3000 ≤ x
	alle Partikel ohne Fasern													
	metallisch glänzende Partikel													
	Fasern													

Bildmaterial



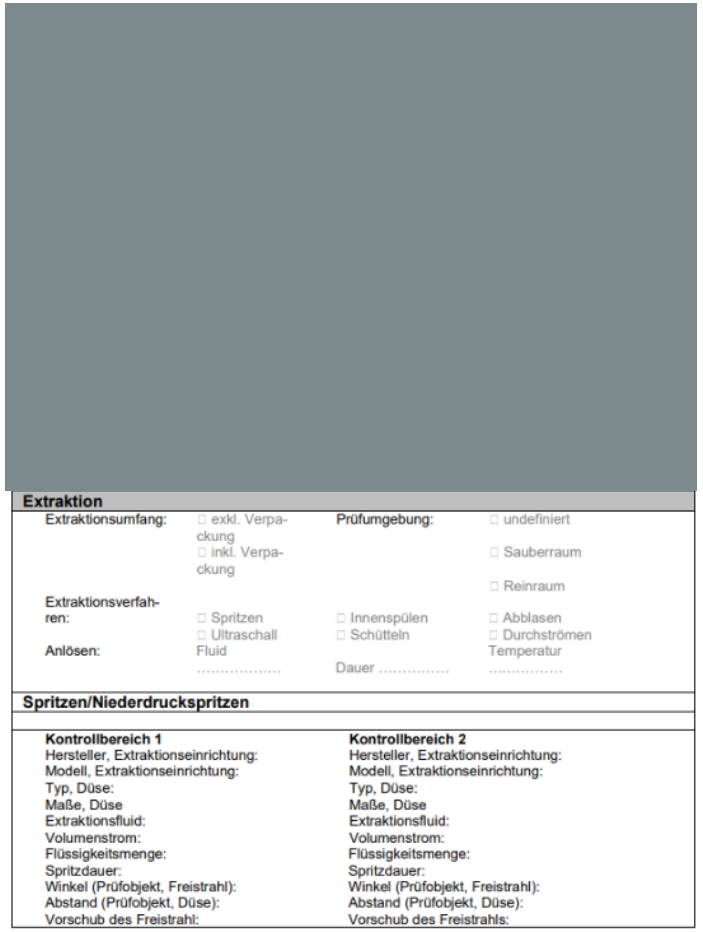
Angaben zur Filtration

Angaben zur Analyse

Angabe der Prüfergebnisse

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Änderungen / Ergänzungen Prüfbericht



Extraktion

Extraktionsumfang:	☐ exkl. Verpackung ☐ inkl. Verpackung	Prüfumgebung:	☐ undefiniert ☐ Sauberraum ☐ Reinraum
Extraktionsverfahren:	☐ Spritzen ☐ Ultraschall	☐ Innenspülen ☐ Schütteln	☐ Abblasen ☐ Durchströmen
Anlösen:	Fluid	Dauer	Temperatur .....

Spritzen/Niederdruckspritzen

Kontrollbereich 1	**Kontrollbereich 2**
Hersteller, Extraktionseinrichtung:	Hersteller, Extraktionseinrichtung:
Modell, Extraktionseinrichtung:	Modell, Extraktionseinrichtung:
Typ, Düse:	Typ, Düse:
Maße, Düse	Maße, Düse
Extraktionsfluid:	Extraktionsfluid:
Volumenstrom:	Volumenstrom:
Flüssigkeitsmenge:	Flüssigkeitsmenge:
Spritzdauer:	Spritzdauer:
Winkel (Prüfobjekt, Freistrahl):	Winkel (Prüfobjekt, Freistrahl):
Abstand (Prüfobjekt, Düse):	Abstand (Prüfobjekt, Düse):
Vorschub des Freistrahl:	Vorschub des Freistrahls:

Allgemeine Angaben

Angaben zum Prüfobjekt

Angaben zur Vorbehandlung

Angaben zur Extraktion

Prüfbericht: (Standard-)Sauberkeitsprüfung nach VDA 19.1 (2025)

Filtration

Filter 1	gegebenenfalls weitere Filter
Hersteller:	
Typ:	
Filtermaterial:	
Durchmesser:	
Porengröße:	
Trocknung	Vorkonditionierung
Hersteller:	☐ ja ☐ nein
Modell:	
Temperatur:	
Dauer:	Nachbehandlung
	Flüssigkeit:
	Flüssigkeitsmenge:

Lichtoptische Analyse

Hersteller:	Art der Analyse:	☐ Standardanalyse ☐ freie Analyse
Modell:	Helligkeit:	Angabe, wenn abweichend von der Standardanalyse …
Maßstab/Vergrößerung:	Schwellwert:	
Auswertedurchmesser:		

Prüfergebnisse

Partikelgrößenverteilung

	Länge ($Feret_{max}$) bzw. Breite ($Feret_{min}$) in µm	Partikelanzahl pro 1000 cm²												
		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		5 ≤ x < 15	15 ≤ x < 25	25 ≤ x < 50	50 ≤ x < 100	100 ≤ x < 150	150 ≤ x < 200	200 ≤ x < 400	400 ≤ x < 600	600 ≤ x < 1000	1000 ≤ x < 1500	1500 ≤ x < 2000	2000 ≤ x < 3000	3000 ≤ x
Typisierung	alle Partikel ohne Fasern													
	metallisch glänzende Partikel													
	Fasern													

Bildmaterial



Angaben zur Filtration

Angaben zur Analyse

Angabe der Prüfergebnisse

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Angaben zur Extraktion

Extraktion		
Extraktionsumfang:	☐ exkl. Verpackung ☐ inkl. Verpackung	Prüfumgebung:
Extraktionsverfahren:	☐ Spritzen ☐ Ultraschall	☐ Innenspülen ☐ Schütteln
Anlösen:	Fluid ……	Dauer ……

Ultraschall
Hersteller Extraktionseinrichtung:
Modell Extraktionseinrichtung:
Extraktionsmedium:
Füllstand US-Becken:
Füllstand Becherglas:
Frequenz:
Kavitationsrauschpegel:
Beschallungsdauer:

Innenspülen satt spülen S. 329 Änderung

Kavitationsrauschpegel satt Leistungsdichte S. 329 Änderung

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Angaben zur Extraktion - (Bürst-)Saugen

NEW Dokumentationsangaben für Bürst- Saugen

Kontrollbereiche und Düsentypen dokumentieren



9.5.7 (Bürst-)Saugen

In Tabelle 9-11 sind die zum Extraktionsverfahren (Bürst-)Saugen zu dokumentierenden Angaben aufgeführt.

Tabelle 9-11: VDA 19.1 Angaben zum Extraktionsverfahren (Bürst-)Saugen

(Bürst-)Saugen	
Kontrollbereich 1	**Kontrollbereich 2**
Hersteller Extraktionseinrichtung:	Hersteller Extraktionseinrichtung:
Modell Extraktionseinrichtung:	Modell Extraktionseinrichtung:
Eintrittsfläche der Saugdüse:	Eintrittsfläche der Saugdüse:
Saugdüse mit/ohne Bürstaufsatz:	Saugdüse mit/ohne Bürstaufsatz:
Saugvolumenstrom:	Saugvolumenstrom:
Saugabstand:	Saugabstand:
Saugzeit:	Saugzeit:
Abscheiden (mit/ohne Zyklon):	Abscheiden (mit/ohne Zyklon):
Abscheiden (verwendeter Träger):	Abscheiden (verwendeter Träger):

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Angaben zur Extraktion - Stempeltest

NEW Dokumentationsangaben für Stempeltest

Kontrollbereiche und Anzahl der Stempel dokumentieren

Fehler im Gelbdruck!
~~(Bürst-)Saugen~~ → Stempeltest



9.5.8 Stempeltest

In Tabelle 9-12 befinden sich die Dokumentationsangaben zum Stempeltest.

Tabelle 9-12: VDA 19.1 Angaben zum Stempeltest

(Bürst-)Saugen	
Kontrollbereich 1	**Kontrollbereich 2**
Verwendeter Stempel:	Verwendeter Stempel:
Ausführung:	Ausführung:
Fläche Stempel:	Fläche Stempel:
Anzahl verwendeter Stempel:	Anzahl verwendeter Stempel:
Anzahl der Stempelvorgänge:	Anzahl der Stempelvorgänge:

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

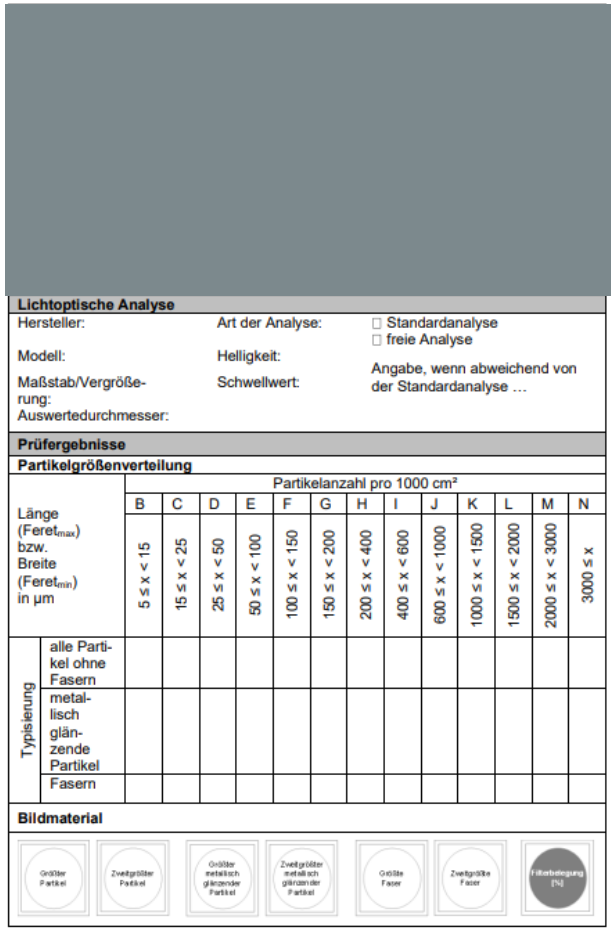
Änderungen / Ergänzungen Prüfbericht

Allgemeine Angaben

Angaben zum Prüfobjekt

Angaben zur Vorbehandlung

Angaben zur Extraktion



Lichtoptische Analyse

Hersteller:	Art der Analyse:	☐ Standardanalyse ☐ freie Analyse
Modell:	Helligkeit:	Angabe, wenn abweichend von der Standardanalyse …
Maßstab/Vergrößerung:	Schwellwert:	
Auswertedurchmesser:		

Prüfergebnisse

Partikelgrößenverteilung

		Partikelanzahl pro 1000 cm²												
		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Länge ($Feret_{max}$) bzw. Breite ($Feret_{min}$) in µm		5 ≤ x < 15	15 ≤ x < 25	25 ≤ x < 50	50 ≤ x < 100	100 ≤ x < 150	150 ≤ x < 200	200 ≤ x < 400	400 ≤ x < 600	600 ≤ x < 1000	1000 ≤ x < 1500	1500 ≤ x < 2000	2000 ≤ x < 3000	3000 ≤ x
Typisierung	alle Partikel ohne Fasern													
	metallisch glänzende Partikel													
	Fasern													

Bildmaterial

Angaben zur Filtration

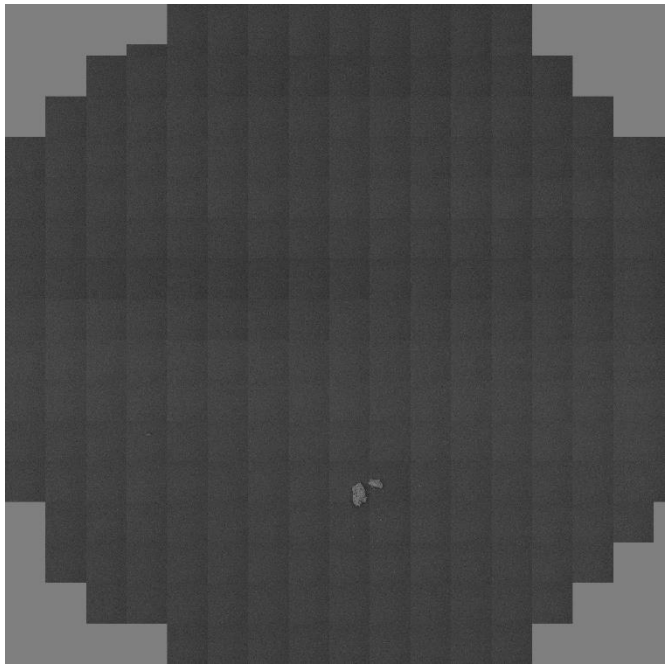
Angaben zur Analyse

Angabe der Prüfergebnisse

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Prüfbericht Angaben zur Analyse - REM/EDX-Analyse

Bei der REM/EDX müssen diese Angaben festgehalten werden.



9.7.3 REM/EDX-Analyse

Zur REM/EDX-Analyse sind die in Tabelle 9-16 aufgeführten Angaben zu dokumentieren.

Tabelle 9-16: VDA 19.1 Angaben zur REM/EDX-Analyse

REM/EDX-Analyse		
Hersteller:	Art der Analyse:	☐ Standardanalyse ☐ freie Analyse
Modell:		
Maßstab/Vergrößerung:		
Auswertedurchmesser:		
Beschleunigungsspannung:		
Arbeitsabstand:		
Vakuummodus:		

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Änderungen / Ergänzungen Prüfbericht

- Allgemeine Angaben
- Angaben zum Prüfobjekt
- Angaben zur Vorbehandlung
- Angaben zur Extraktion
- Angaben zur Filtration
- Angaben zur Analyse
- **Angabe der Prüfergebnisse**

Prüfergebnisse

Partikelgrößenverteilung

Länge ($Feret_{max}$) bzw. Breite ($Feret_{min}$) in µm		Partikelanzahl pro 1000 cm²												
		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
		5 ≤ x < 15	15 ≤ x < 25	25 ≤ x < 50	50 ≤ x < 100	100 ≤ x < 150	150 ≤ x < 200	200 ≤ x < 400	400 ≤ x < 600	600 ≤ x < 1000	1000 ≤ x < 1500	1500 ≤ x < 2000	2000 ≤ x < 3000	3000 ≤ x
Typisierung	alle Partikel ohne Fasern													
	metallisch glänzende Partikel													
	Fasern													

Bildmaterial

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Prüfbericht Angabe der Prüfergebnisse - Gravimetrische Analyse

9.8.1 Gravimetrische Analyse

Das Ergebnis einer gravimetrischen Analyse ist das Rückstandsgewicht $M = M2 - M1$, welches in der letzten Stelle mathematisch zu runden ist. Das Ablesen der Gewichte M2 und M1 erfolgt unter Ausnutzung des Auflösungsvermögens der Waage. Zu dokumentieren ist die resultierende Partikelmasse G, die sich aus dem Verhältnis von Rückstandsgewicht zu Bezugsgröße ergibt.



9.9.1 Gravimetrische Analyse

Das Ergebnis einer gravimetrischen Analyse ist das Rückstandsgewicht $M = M2 - M1$, welches in der letzten Stelle aufzurunden ist. Das Ablesen der Gewichte M2 und M1 erfolgt unter Ausnutzung des Auflösungsvermögens der Waage. Zu dokumentieren ist die resultierende Partikelmasse G, die sich aus dem Verhältnis von Rückstandsgewicht zu Bezugsgröße ergibt.

- Klarstellung das die letzte stelle Aufzurunden ist.
- Die letzte stelle der Waage wird zum runden nicht zum Messen verwendet.
- Jetzt mit Beispiel

Wurde beispielsweise ein Prüflos mit 10 Bauteilen geprüft (n = 10), bei dem in der gravimetrischen Analyse ein Rückstandsgewicht von 4 mg ermittelt wurde, dann ergibt sich daraus das normierte Rückstandsgewicht $G_C = 0{,}4$ (aufgerundet auf mindestens eine Nachkommastelle).

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Prüfbericht Angabe der Prüfergebnisse - Lichtoptische Analyse

Partikelanzahl bezogen auf die normierte Fläche

$$H_A = \frac{h * 1000}{A_C} \; in \; \frac{Partikel}{1000\ cm^2}$$

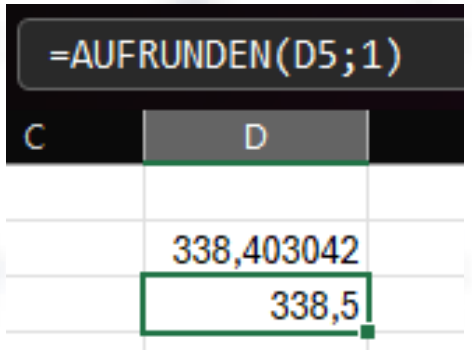
H_A:	Partikelanzahl bezogen auf 1000 cm²
h:	Absolute Partikelanzahl für das Prüflos
A_C:	Beprobte Fläche eines Prüfloses

Wurden beispielsweise bei einem Bauteil, dessen benetzte Bauteilfläche $A_C = 263\ cm^2$ beträgt, 89 Partikel in Größenklasse H (200 ≤ x < 400 µm) gezählt, dann ergibt sich aus der Formel die normierte Partikelanzahl $H_A = 338{,}4$ (aufgerundet auf mindestens eine Nachkommastelle).

Eine Nachkommastelle wird verwendet, um Ausreißer bei Grenzwerten in großen Größenklassen und bei niedrigen Partikelzahlen zu berücksichtigen.

Achtung!
Eigentlich sollte aufgerundet auf 338,5 werden

$$H_A = \frac{h * 1000}{A_C} = \frac{89 * 1000}{263 cm^2}$$
$$= 338{,}403041825095057034220532319 39$$
$$\approx 338{,}5$$



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Prüfbericht Optionale Codierung

$$CCC = \underbrace{A}_{\text{Bezugs-größe}} \; (\; \underbrace{D}_{\text{Größen-klasse}} \; \underbrace{20}_{\text{Konzen-trations-klasse}} \; \underbrace{/}_{\text{Trenn-zeichen}} \; E16/F18/\ldots)$$

- $1000\ cm^2$ benetzte Fläche des Prüfobjektes (Kennzeichnung: A),
- $100\ cm^3$ benetztes Volumen des Prüfobjektes (Kennzeichnung: V) oder
- $1\ Bauteil$ (Kennzeichnung: N) beziehen.

Tabelle 9-18: (Partikel-)Größenklassen nach VDA 19.1

Größenklasse	Größe x in µm		
B	5	≤ x <	15
C	15	≤ x <	25
D	25	≤ x <	50
E	50	≤ x <	100
F	100	≤ x <	150
G	150	≤ x <	200
H	200	≤ x <	400
I	400	≤ x <	600
J	600	≤ x <	1000
K	1000	≤ x <	1500
L	1500	≤ x <	2000
M	2000	≤ x <	3000
N	3000	≤ x	

Tabelle 9-21: Partikelkonzentrationsklassen

Particle concentration classes (Partikelkonzentrationsklassen)	Anzahl der Partikel (pro 100 cm³ oder 1000 cm³) bis einschließlich
00	0
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	130
8	250
9	500
10	1000
11	2000
12	4000
13	8000
14	16.000
15	32.000
16	64.000
17	130.000
18	250.000
19	500.000
20	1.000.000
...	...

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Konformitätsbewertung

Bei einer Konformitätsbewertung im Prüfbericht, also der Prüfung der Einhaltung eines Grenzwerts, sind folgende Punkte zu beachten.

- Grenzwert im Prüfbericht angeben
- Konformitätsbewertungen nach VDA 19.1 ohne Messunsicherheitsberücksichtigung, sofern nicht anders angegeben
- Bewertung mit „**Spezifikation erfüllt/nicht erfüllt**“ Angaben; keine i. O./n. i. O.-Angaben
- Blindwert in Bewertung und Prüfbericht besonders bei relevanter Ergebnisinterpretation berücksichtigen

NEW

Analyseergebnis (Zusammenfassung) / *Analysis result (summary)*

Type	Area [mm²]	Size [1]	Shape	Material	Classification	Actual value / Component	Result
1	>0,2	-	any	Any [2]	NOT allowed	0	✓
2	>0,1	-	any	Hard (metallic, minerals, rubber) [3][5]	NOT allowed	0	✓
3	>0,1	-	any	Soft (KTL, paper, other) [4][5]	allowed	1	-
4	>0,05	B>40µm	ball or flake	Hard (metallic, minerals, rubber) [3][5]	NOT allowed	0	✓
5	>0,05	B<40µm	fibers	Hard (metallic, minerals, rubber) [3][5]	allowed	0	-
6	>0,05	-	any	Soft (KTL, paper, other) [4][5]	allowed	1	-
7	<0,05	-	any	Any [2]	allowed	153	-

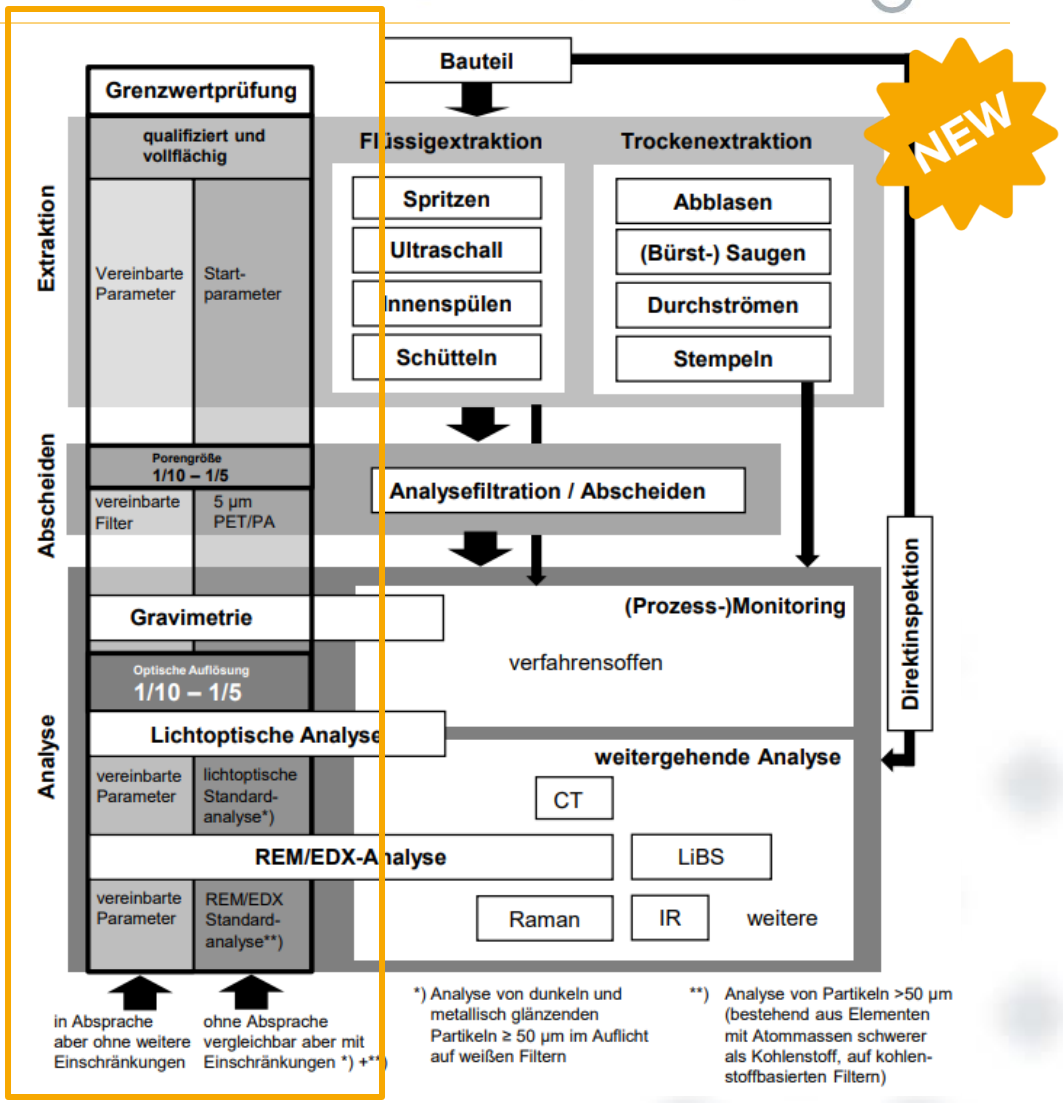
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Kapitel 9 Dokumentation

Bemerkungen zur Durchführung der Sauberkeitsprüfung

Unter Bemerkungen sind ergänzende Informationen aufzuführen wie z. B.

- Abweichungen von der Vorgehensweise nach VDA 19.1
- Begründung für die Abweichung von den Startparametern für die Extraktion
- Bei nicht sauberkeitsgerechter Anlieferungszustand des Prüfteils
- Bei eingeschränkter Auswertbarkeit des Filters
- Einschränkungen bei der Korrektur im Rahmen der Nachkontrolle



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com



KAPITEL 11

ARBEITSSICHERHEIT UND UMWELT

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Übersicht Arbeitssicherheit und Umwelt

- Regelt die Arbeitssicherheit im Sauberkeitslabor
- Ziel: Schutz von Mitarbeitenden und Umwelt
  - Sicherer Umgang mit Lösemitteln
  - Vermeidung von Gesundheits- und Brandrisiken



NEW

- Integration von technischen und organisatorischen Maßnahmen
- Präzisierte Anforderungen an Spritzextraktion (offene Kammern nicht mehr Stand der Technik)

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Einleitung Arbeitssicherheit und Umwelt

NEW

- Betreiber sind verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen
- Ziel: Ermittlung unterschiedlicher Gefährdungsfaktoren
  - Maßnahmen zur Absicherung bei festgestellten Gefahren
- Fokus dieses Kapitels: Verwendung von Lösemitteln



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Allgemeine Hinweise

NEW

- Potenzielle Gefahr durch unter Spannung stehende Teile (z. B. Akkus, Steuerung bei Bauteilextraktion)
- Bei Verwendung von wasserbasierten Extraktionsflüssigkeiten (z. B. wässriger Neutralreiniger) sind biologische Gefährdungen, wie Verkeimung, zu beachten.
- Altanlagen entsprechen möglicherweise nicht dem aktuellen Sicherheitsstandard
  - Herstellerpflichten (z. B. CE-Kennzeichnung)
  - Betreiberpflichten, insbesondere bezüglich Explosions-Schutzes
- Sicherheitshinweise aus gerätespezifischen Betriebsanweisungen und stoffspezifischen Sicherheitsdatenblättern sind zu berücksichtigen

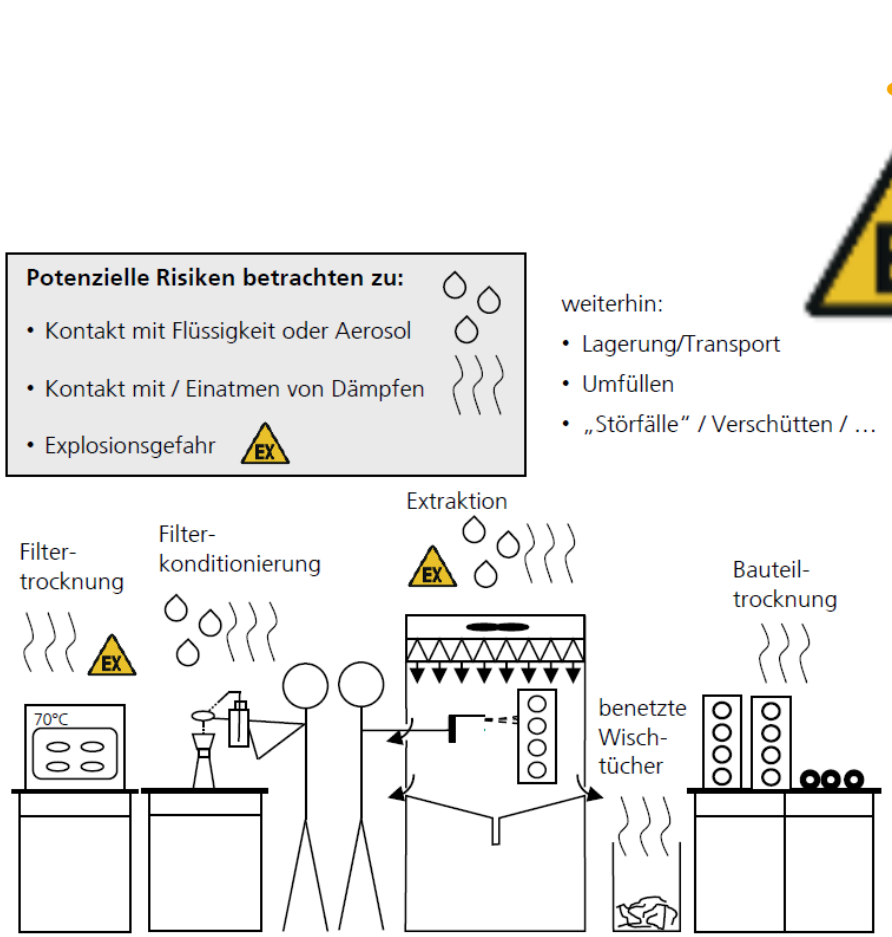


© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Risiken bei der Prüfung mit Lösungsmittel









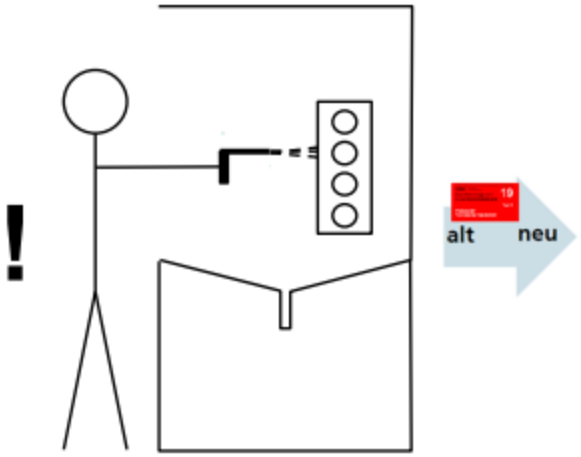
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Risiken Offene Spritzkammer ohne Absaugung

D) offene Spritzkammer:

- Arbeitsplatzgrenzwerte und
- Explosionsgefahr bewerten.
- Aerosolexposition nicht sicher vermeidbar
- Lösemittelkontakt sehr wahrscheinlich

Nur mit persönlicher Schutzausrüstung und nicht als Dauertätigkeit zulässig



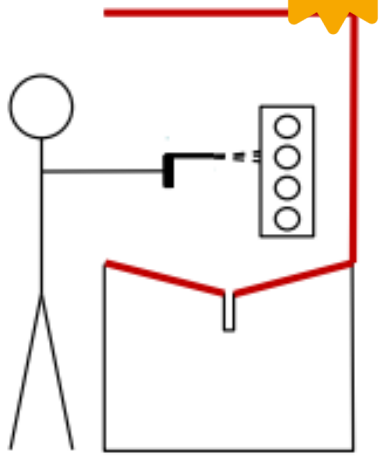
Achtung!
Nicht mehr Stand der Technik

NEW

D) offene Spritzkammer ohne Absaugung (nicht mehr Stand der Technik):

- Arbeitsplatzgrenzwerte und
- Explosionsgefahr bewerten.
- Aerosolexposition nicht sicher vermeidbar
- Lösemittelkontakt sehr wahrscheinlich

Nur mit persönlicher Schutzausrüstung und nicht als Dauertätigkeit zulässig





© CleanControlling - www.cleancontrolling.com



KAPITEL 12

FALLBEISPIELE

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Übersicht Fallbeispiele

- Kapitel 12 enthält sechs Fallbeispiele
- Zielgruppe: Neueinsteiger in die Prüfung der Technischen Sauberkeit
- Fokus auf Schritte: Extraktion, Filtration, Analyse, Qualifizierung der Prüfprozedur, Interpretation der Ergebnisse

NEW

- Deutlich überarbeitet mit neuen Beispielen
  - Trockenextraktion durch Saugen
  - Optischer Sensor als Beispiel für hohe Sauberkeitsanforderungen
- Erweiterte Erklärungen mit Bauteilbildern

	Beispiel/ Prüfobjekt	Extraktions-verfahren	Analyse-verfahren	Zielsetzung
	12.2 Kunststoffgehäuse	Spritzen	Lichtmikroskop (automatisiert)	Erarbeitung einer Prüfspezifikation, Abklingmessung
	12.3 Kolbenringe, beschichtet	Ultraschall, Spritzen	Lichtmikroskop (automatisiert)	Erarbeitung einer Prüfspezifikation, Fehlschlagen einer Abklingmessung und Optimierung der Extraktionsprozedur
NEW	12.4 Hydraulikzylinder	Spritzen	Gravimetrie, Lichtmikroskop (automatisiert)	Erarbeitung einer Prüfspezifikation, Abklingmessung, Interpretation der Analyseergebnisse
NEW	12.5 optischer Sensor	Niederdruck-Spritzen		Erarbeitung einer Prüfspezifikation für kleine Bauteile mit hohen Sauberkeitsanforderungen
	12.6 Kurbelwelle	Spritzen + Innenspülen	Lichtmikroskop (automatisiert)	Erarbeitung von zwei Extraktionsprozeduren für verschiedene Funktionsbereiche eines Bauteils
NEW	12.7 Batterie- und Antriebselektronik	Saugen	Lichtmikroskop (automatisiert), Auswertung mehrerer Filter aus Filterkaskade	Ausarbeitung einer trockenen Extraktionsprozedur für große Bauteil, die wiederverwendet werden

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Kunststoffgehäuse - Spritzen

Fallbeispiel 12.2	
Prüfobjekt	Kunststoffgehäuse
Extraktionsverfahren	Spritzen mit Wässrigem Reiniger
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• **Erarbeitung** einer Prüfspezifikation • **Durchführen** einer Abklingmessung

Bauteiltyp	Kunststoffgehäuse		ca. 10 cm x 10 cm
Fläche Kontrollbereich	350 cm²		
Grenzwert Partikel	Größenklasse in µm	Partikelanzahl	
	50 ≤ x < 100	500	
	100 ≤ x < 150	200	
	150 ≤ x < 200	20	
	200 ≤ x < 400	2	
	400 ≤ x	0	
Grenzwert Gravimetrie	-		



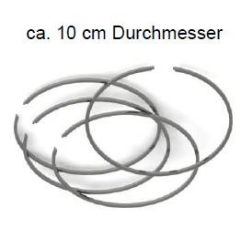
	Größenkanal in µm				
	50 ≤x< 100	100 ≤x< 150	150 ≤x< 200	200 ≤x< 400	x≥ 400
Grenzwert pro Bauteil	500	200	20	2	0
zulässiger Blindwert	50	20	2	0	0

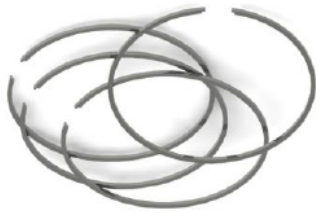
NEW

Abklingmessung	Größenkanal in µm						Abklingwerte
	50≤x<100	100≤x<150	150≤x<200	200≤x<400	x≥400	∑ ≥ 50µm	
Extraktion 1	245	90	6	0	0	341	
Extraktion 2	98	43	4	1	0	146	0,30
Extraktion 3	65	24	1	0	0	90	0,16
Extraktion 4	41	17	2	0	0	60	0,09
Extraktion 5	32	12	1	0	0	45	0,07
Extraktion 6	18	9	0	0	0	27	0,04

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Kolbenringe, beschichtet – Ultraschall, Spritzen

Fallbeispiel 12.3	
Prüfobjekt	Kolbenringe beschichtet 
Extraktionsverfahren	Ultraschall
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• **Erarbeitung** einer Prüfspezifikation, • **Fehlschlagen** einer Abklingmessung • **Optimierung** der Extraktionsprozedur

Bauteilangaben		
Bauteiltyp	Kolbenringe, Stahl beschichtet	ca. 10 cm Durchmesser 
Fläche Kontrollbereich	50 cm²	
Grenzwert Partikel	-	
Grenzwert Gravimetrie	-	

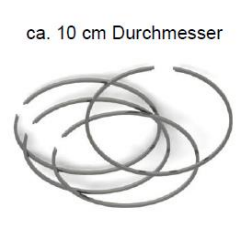
Keine Angabe eines Grenzwerts!
Deshalb wurden Partikelgrößenverteilung ab 50 µm berücksichtigt

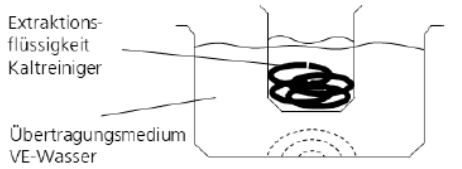
12.3.3 Auswahl Filtration

Es soll eine Standardanalyse durchgeführt werden, deshalb ist der **5-µm-PET-Siebgewebefilter** zu verwenden (siehe auch Kapitel 7.1.1 und Abbildung 7-3).

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Kolbenringe, beschichtet – Ultraschall, Spritzen

Fallbeispiel 12.3	
Prüfobjekt	Kolbenringe beschichtet 
Extraktionsverfahren	Ultraschall
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• **Erarbeitung** einer Prüfspezifikation, • **Fehlschlagen** einer Abklingmessung • **Optimierung** der Extraktionsprozedur

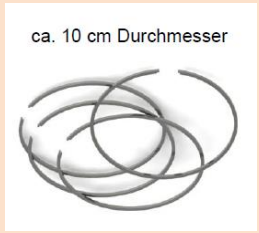
Auswahl Extraktionsverfahren			Kapitel
Extraktions-verfahren	Die Kolbenringe eignen sich aufgrund der Größe und Zugänglichkeit der gesamten Oberfläche für das Extraktionsverfahren **Ultraschall.**		3.1.1.2 3.1.3.2 Tabelle 3-4
Extraktions-medium	Da es sich um ein Stahlbauteil handelt, das auch in der Anwendung im Motor mit Kraftstoff in Kontakt kommt, ist es lösemittelbeständig; es wird ein Kaltreiniger gewählt (Lösemittel unpolar). 		Tabelle 6-2
Prüflos-größe	Es wird empfohlen bei kleineren Bauteilen eine Mindestprüffläche von 200 cm² zu wählen, was **vier Bauteilen** entspricht.		6.4.3.2
Start-parameter	Ultraschallfrequenz	38 kHz	Tabelle 6-7
	Kavitationsrauschpegel	≥ 206 dB	
	Dauer	30 s	

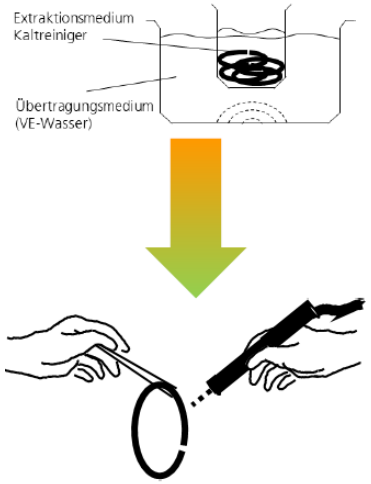
NEU: 38kHz da US Geräte mit festem Herz zahl verbreitet

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Kolbenringe, beschichtet – Ultraschall, Spritzen

Fallbeispiel 12.3

Prüfobjekt	Kolbenringe beschichtet 
Extraktionsverfahren	Ultraschall, **Spritzen**
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• **Erarbeitung** einer Prüfspezifikation, • **Fehlschlagen** einer Abklingmessung • **Optimierung** der Extraktionsprozedur



Abklingmessung	Größenkanal in µm								Abklingwerte
	50≤x <100	100≤x <150	150≤x <200	200≤x <400	400≤x <600	600≤x <1000	x≥1000	∑ ≥ 50µm	
Extraktion 1	3593	746	272	129	12	4	2	4758	
Extraktion 2	889	180	64	33	7	2	0	1175	0,20
Extraktion 3	1031	224	70	27	7	0	0	1359	0,19
Extraktion 4	1208	349	126	59	2	1	0	1745	0,19
Extraktion 5	875	204	80	34	4	0	0	1197	0,12
Extraktion 6	1157	242	78	28	2	0	0	1507	0,13

Abklingmessung	Größenkanal in µm								Abklingwerte
	50≤x <100	100≤x <150	150≤x <200	200≤x <400	400≤x <600	600≤x <1000	x≥1000	∑ ≥ 50µm	
Extraktion 1	1121	191	113	47	21	6	0	1499	
Extraktion 2	180	35	22	8	0	0	0	245	0,14
Extraktion 3	349	23	11	11	1	0	0	395	0,18
Extraktion 4	101	34	19	7	0	0	0	161	0,07
Extraktion 5	79	21	7	3	0	0	0	110	0,05
Extraktion 6	87	31	9	4	1	0	0	132	0,05

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Hydraulikzylinder–Spritzen

Fallbeispiel 12.4	
Prüfobjekt	Hydraulikzylinder **800cm²** 
Extraktionsverfahren	Spritzen
Analyseverfahren	Gravimetrie, Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• Erarbeitung einer Prüfspezifikation, • Abklingmessung, • Interpretation der Analyseergebnisse

Auswahl Extraktionsverfahren:

Bauteilangaben		
Bauteil-typ	Hydraulikzylinder, Stahl, Innenbereich mit Öl gehont	
Fläche Kontroll-bereich	800 cm² (Innenbereich)	
Grenz-wert Partikel / 1000 cm²	Größenklasse in µm	Partikelanzahl
	100 ≤ x < 150	250
	150 ≤ x < 200	80
	200 ≤ x < 400	18
	400 ≤ x < 600	3
	600 ≤ x	0

Grenz-wert Gravi-metrie / 1000 cm²	4 mg

12.4.2 Auswahl Extraktionsverfahren

Im ersten Schritt erfolgt die Auswahl des Extraktionsverfahrens anhand der Größe, Geometrie und Lage der relevanten Bauteilflächen, des Materials und der hier zu erwartenden Begleitverunreinigung (Öl, siehe Bauteilangaben).

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Hydraulikzylinder–Spritzen

Fallbeispiel 12.4	
Prüfobjekt	Hydraulikzylinder **800cm²** 
Extraktionsverfahren	Spritzen
Analyseverfahren	Gravimetrie, Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• Erarbeitung einer Prüfspezifikation, • Abklingmessung, • Interpretation der Analyseergebnisse

Auswahl Analyse Verfahren

Grenz-wert Gravi-metrie / 1000 cm²	4 mg

Vorhandenes Labor Equipment 4-stellige Waage (0,1mg)

	Größenkanal in µm						Rückstands-gewicht in mg
	100 ≤x< 150	150 ≤x< 200	200 ≤x< 400	400 ≤x< 600	600 ≤x< 1000	x≥ 1000	
Grenzwert pro 1000 cm²	250	80	18	3	0	0	4,0
Grenzwert pro Bauteil	200	64	14	2	0	0	3,2
geforderter Blindwert	20	6	1	0	0	0	0,32

Umrechnung von 1000cm² zu 800cm²

Problem: Waage nicht geeignet für die Blindwertermittlung

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Hydraulikzylinder–Spritzen

Fallbeispiel 12.4	
Prüfobjekt	Hydraulikzylinder **800cm²** 
Extraktionsverfahren	Spritzen
Analyseverfahren	Gravimetrie, Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• Erarbeitung einer Prüfspezifikation, • Abklingmessung, • Interpretation der Analyseergebnisse

Abkling-messung	Rückstandgewicht in mg	
	Waage abgelesen	korrekt angegebener Messwert
Extraktion 1	2,4	3
Extraktion 2	0,6	< 1
Extraktion 3	0,3	< 1
Extraktion 4	0,5	< 1
Extraktion 5	0,2	< 1
Extraktion 6	0,4	< 1



Die letzte stelle der Waage wird zum runden nicht zum Messen verwendet.

Bei der AKM wird die Bestimmungsgrenze unterschritten, weshalb die Abklingmessung mittels lichtoptischer Verfahren durchgeführt wird.



Abkling-messung	Größenkanal in µm						Abkling-werte
	100≤x<150	150≤x<200	200≤x<400	400≤x<600	600≤x<1000	∑ ≥ 100µm	
Extraktion 1	310	120	25	4	2	461	
Extraktion 2	48	19	4	1	0	72	0,14
Extraktion 3	15	7	2	0	0	24	0,04
Extraktion 4	16	9	1	0	0	26	0,04
Extraktion 5	12	6	2	1	0	21	0,03
Extraktion 6	13	7	1	0	0	21	0,03

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Hydraulikzylinder–Spritzen

Fallbeispiel 12.4	
Prüfobjekt	Hydraulikzylinder **800cm²** 
Extraktionsverfahren	Spritzen
Analyseverfahren	Gravimetrie, Lichtmikroskop (automatisiert)
Zielsetzung	• Erarbeitung einer Prüfspezifikation, • Abklingmessung, • Interpretation der Analyseergebnisse

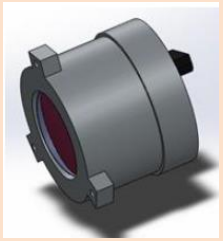
In diesem Beispiel ist die Vorgehensweise zur Verifikation der Nachspülprozedur gezeigt an einer durchgeführten Routineanalyse nach der AKM.

- Blindwert nach der ersten Routinekontrolle zur Überprüfung, ob die Nachspülprozedur ordnungsgemäß durchgeführt wurde.
- Obwohl der gravimetrische Blindwert nicht messbar ist, ist das Ergebnis dennoch nutzbar, da der zulässige Grenzwert eingehalten wurde.

Routineprüfung	Rückstandsgewicht in mg	
	Waage abgelesen	korrekt angegebener Wert
Blindwert soll	0,32	0,32
Blindwert vor	0,4	< 1
Sauberkeitsspezifikation	3,2	3,2
Ergebnis Routineprüfung	2,6	< 3
Blindwert nach	0,5	< 1

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Optischer Sensor – Niederdruck Spritzen

Fallbeispiel 12.4	
Prüfobjekt	Optischer Sensor **45cm²** 
Extraktionsverfahren	Niederdruck - Spritzen
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert) **2,5µm/pxl**
Zielsetzung	Erarbeitung einer Prüfspezifikation für kleine Bauteile mit **hohen Sauberkeitsanforderungen**

	Größenklasse in µm	Partikel-anzahl
Grenzwert Partikel	15 ≤ x < 25	200
	25 ≤ x < 50	40
	50 ≤ x < 100	10
	100 ≤ x < 200	1
	200 ≤ x	0

Hohe Anforderungen!

Freie Analyse

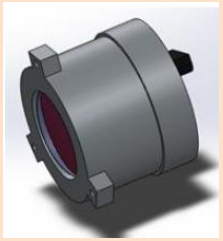
Auswahl Extraktionsverfahren:

- Bauteil mit empfindlichen elektronischen und optischen Komponenten
- Methode: Niederdruckspritzen mit wässrigem Reiniger im Becherglas
  - Geringere Blindwerte bei der Extraktion
- Mindestprüffläche von 200 cm² wird nicht erreicht; Startparameter werden per Formel berechnet.

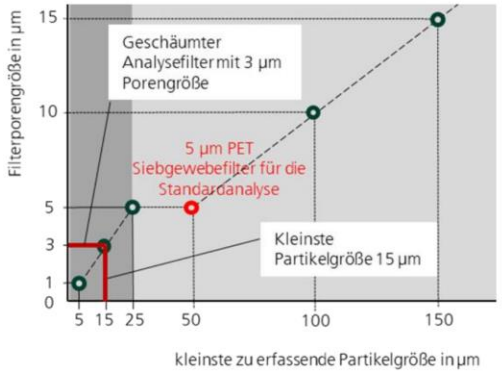
Startpara-meter	Düse	2,5-mm-Runddüse
	Volumenstrom	0,5 L/min
	Spritzabstand	max. 5–10 cm
	Startmenge pro cm²	$V_{St/A} = 5\frac{mL}{cm^2} \times \sqrt{\frac{200\ cm^2}{A_{cp}}}$

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Optischer Sensor – Niederdruck Spritzen

Fallbeispiel 12.4	
Prüfobjekt	Optischer Sensor **45cm²** 
Extraktionsverfahren	Niederdruck - Spritzen
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert) **2,5µm/pxl**
Zielsetzung	Erarbeitung einer Prüfspezifikation für kleine Bauteile mit **hohen Sauberkeitsanforderungen**

Auswahl Filtration:



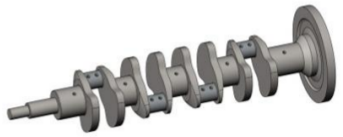
Auswahl Analyseverfahren:

Partikelgröße	Erfassung mit
≥ 50 µm	≤ 5,0 µm/pxl
≥ 25 µm	≤ 2,5 µm/pxl
≥ 15 µm	≤ 2,5 µm/pxl
≥ 5 µm	≤ 1,0 µm/pxl

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Kurbelwelle – Spritzen + Innenspülen

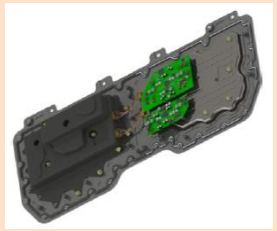
Fallbeispiel 12.4	
Prüfobjekt	Kurbelwelle (Außenbereich 2500cm²) + (Ölbohrungen Durchmesser 6mm) 
Extraktionsverfahren	Spritzen + Innenspülen
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert) + REM/EDX
Zielsetzung	Erarbeitung einer zwei Extraktionsprozeduren für verschiedene Funktionsbereiche eines Bauteils

Bauteilangaben			
Bauteiltyp	Kurbelwelle: Stahl mit öliger Konservierung		Länge ca. 55 cm, Durchmesser ca. 14 cm 
Kontroll-bereiche	Außenbe-reich: 2500 cm²	Ölbohrungen: Durchmesser 6 mm	
Grenz-werte	Rückstands-gewicht: max. 10 mg	kein Partikel größer 600 µm, keine Abrasiv-stoffe > 50 µm zulässig	

gesucht werden, wenn sie im dazugehörigen Fertigungsprozess eingesetzt werden. Wichtig ist hierbei eine akribische manuelle Nachkontrolle, wenn Partikel bei der automatisierten Analyse als potenziell hart oder abrasiv typisiert werden, denn die Eingruppierung der Partikel erfolgt auf Basis der Elementzusammensetzung, die nicht eindeutig einer Material- bzw. Partikeleigenschaft zugeordnet werden kann. Zur weiteren Bewertung der Partikel kann bspw. die Form herangezogen werden.

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Batterie- und Antriebselektronik

Fallbeispiel 12.7	
Prüfobjekt	Batterie und Antriebselektronik 
Extraktionsverfahren	(Bürst-)Saugen
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert), Auswertung mehrerer Filter aus Filter Kaskade
Zielsetzung	Ausarbeitung einer trockenen Extraktionsprozedur für große Bauteile, die wiederverwendet werden.

Bauteiltyp	Batterie- und Antriebs-elektronik: Metall Elekt-ronik, Kunststoff
Fläche Kontrollbereich	17.000 cm²

Grenzwert Partikel	Größenklasse in µm	Partikel-anzahl
	200 ≤ x < 400	1000
	400 ≤ x < 600	500
	600 ≤ x < 1000	130
	1000 ≤ x	0

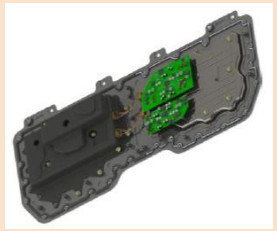
Auswahl des Extraktionsverfahren

- Auf Basis von Größe, Geometrie, Lage und Material
- Baugruppe soll nach Extraktion wiederverwendet werden
- Flüssigextraktionsverfahren ungeeignet wegen Trocknungsproblemen und Schädigungsrisiko
- Stempelverfahren wegen komplexer Struktur ausgeschlossen

→ **(Bürst-) Saugen**

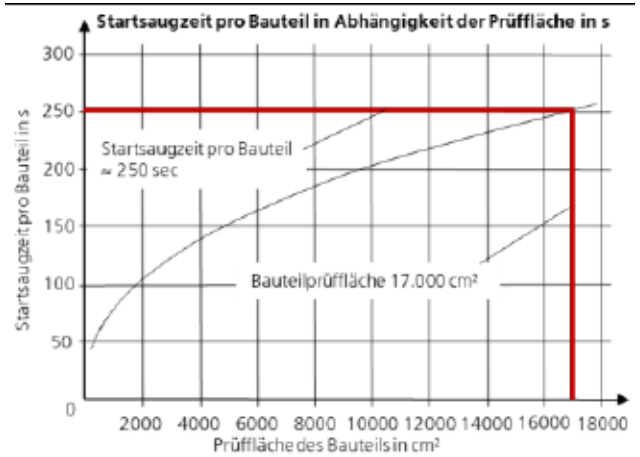
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Batterie- und Antriebselektronik

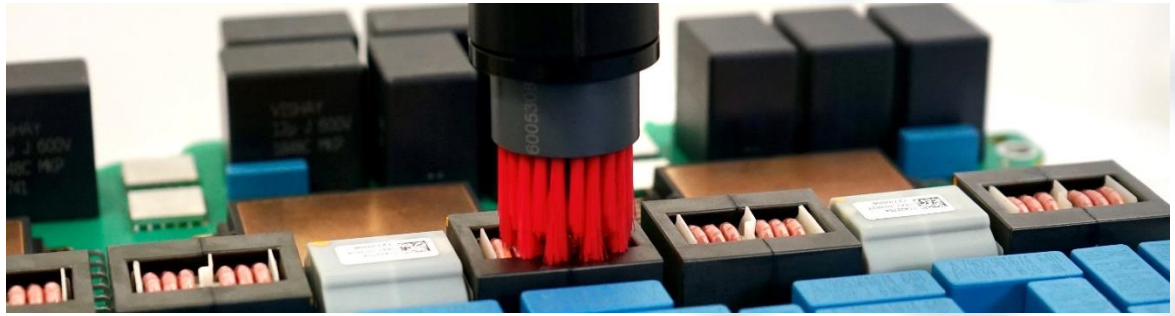
Fallbeispiel 12.7	
Prüfobjekt	Batterie und Antriebselektronik 
Extraktionsverfahren	(Bürst-)Saugen
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert), Auswertung mehrerer Filter aus Filter Kaskade
Zielsetzung	Ausarbeitung einer trockenen Extraktionsprozedur für große Bauteile, die wiederverwendet werden.

Startparameter:

- Saugdüse mit **Bürstaufsatz**
- Volumenstrom **20m³/h**
- Wegen der komplexen Struktur wird die Startsaugzeit **verdreifacht**

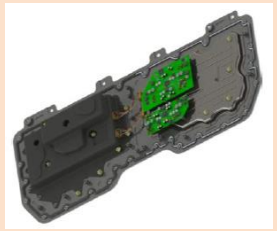


t_{St} = 3 x 250 s = 750 s

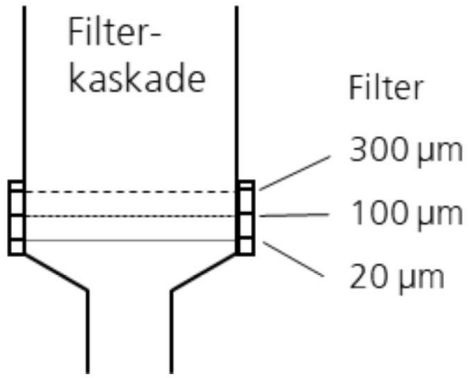


© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Batterie- und Antriebselektronik

Fallbeispiel 12.7	
Prüfobjekt	Batterie und Antriebselektronik 
Extraktionsverfahren	(Bürst-)Saugen
Analyseverfahren	Lichtmikroskop (automatisiert), Auswertung mehrerer Filter aus Filter Kaskade
Zielsetzung	Ausarbeitung einer trockenen Extraktionsprozedur für große Bauteile, die wiederverwendet werden.

- Aufgrund der Bauteilgröße wird eine große Partikelmenge erwartet.
- Abscheidung der Partikel mittels Zyklons in Laborflasche.
- Laborfalsche wird im Nächsten schritt ausgewaschen und über Kaskade filtriert.





© CleanControlling - www.cleancontrolling.com



KAPITEL 13

DEFINITION

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Auswahl interessanter Ergänzungen bzw. Änderungen



Bauteilfamilie: Gruppe von Bauteilen, die auf Basis von vergleichbaren Designmerkmalen (geometrische Merkmale), eines vergleichbaren Herstellungsprozesses und vergleichbarer Material- bzw. Oberflächeneigenschaften zusammengefasst wir.



Konditionierung: Aufreinigung der Prüfeinrichtung bis zur erforderlichen Prüffähigkeit, d. h. bis zum notwendigen Blindwert, der für die nachfolgende Sauberkeitsprüfung erforderlich ist

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Auswahl interessanter Ergänzungen bzw. Änderungen

Prüfprotokoll: Dokument, welches kurz und knapp allgemeine Angaben, Angaben zum Prüfobjekt, zur Extraktion, zur Filtration, zur Analyse und eine Darstellung der Prüfergebnisse beinhaltet



NEW **Prüfbericht:** Dokument, das kurz und knapp allgemeine Angaben sowie Angaben zum Prüfobjekt, zur Extraktion, zur Filtration, zur Analyse und eine Darstellung der Prüfergebnisse beinhaltet

NEW **Prüfprotokoll:** Dokumentation der eingesetzten Materialien, Gerätschaften und Parameter etc. (Inhalte siehe Kapitel 9)

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !





© CleanControlling - www.cleancontrolling.com