

REVISION VDA 19.1/2026

Extraktionsverfahren Teil 1

Lisa Riese

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick
2. Spritzen
3. Ultraschall
4. Innenspülen
5. Abblasen
6. Durchströmen
7. Filtration & Abscheiden

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

	Thema	2015	2026
!	Unterverfahren Spritzen	Keine Unterteilung in Unterverfahren	Unterverfahren Spritzen & Niederdruckspritzen
!	Startparameter Extraktionsverfahren	z.B. Volumenstrom Spritzen 1,5l/min; Startmenge 5ml/cm²	Neue Startparameter für Spritzen (z.B. Volumenstrom 0,5 l/min oder 1,5 l/min, geänderte Startmenge), Ultraschall, Abblasen
	Einteilung Ultraschall	Keine Unterteilung	Unterteilung in direkte & indirekte Beschallung
!	Filter für Standardanalyse & freie Analyse	Standardfilter 5 µm PET – Siebgewebefilter	Standardfilter 5 µm PET- bzw. 5 µm PA-Siebgewebefilter
	Anforderungen an die Filtertrocknung	Nicht enthalten	Neu (s. Abs. „Filtration & Abscheiden – Trocknung“)
	Ergänzung „Abscheiden“	Nicht enthalten	Neu (s. Abs. „Filtration & Abscheiden – Abscheiden“)

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick
2. Spritzen
3. Ultraschall
4. Innenspülen
5. Abblasen
6. Durchströmen
7. Filtration & Abscheiden

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Spritzen - Überblick

- Aufbringen von Prüfflüssigkeit über Freistrahl aus einer Düse
- Reinigende Wirkung durch Impulsübertrag des auftreffenden Strahls + spülende Komponente beim Abfließen der Flüssigkeit
- Geeignet für Außengeometrien & zugängliche Innengeometrien, Kleinteile einfacher Geometrie in Sieben oder Körben als Losbeprobung
- Sehr universell einsetzbar und an viele Extraktionsaufgaben anpassbar
- Häufigstes Extraktionsverfahren
- Ausführung in geschlossenem Extraktionskabinett oder offenen Kammern / Becken



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Spritzen - Unterverfahren

Parameter	Startwert
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	2,5 mm
Volumenstrom	1,5 l/min
Spritzabstand	max. 15 cm
Spritzvolumen/Bauteilfläche	5 ml/cm²

! NEU

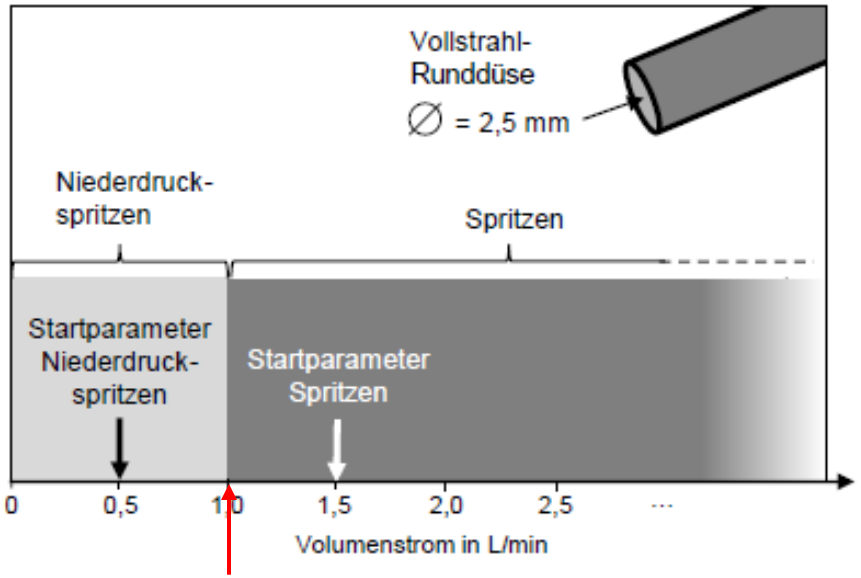
Parameter	Startwert Spritzen
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	2,5 mm
Volumenstrom	1,5 L/min
Spritzabstand	max. 15 cm
Spritzvolumen/ Bauteilfläche	siehe Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 sowie Tabelle 6-5 und Tabelle 6-6

Parameter	Startwert Niederdruckspritzen
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	2,5 mm
Volumenstrom	0,5 L/min
Spritzabstand	max. 10 cm
Spritzvolumen/ Bauteilfläche	siehe Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 sowie Tabelle 6-5 und Tabelle 6-6

Motivation:
- Kleine Bauteile, die fixiert werden müssen oder durch zu hohen Impact zerstört werden
- Sehr saubere Teile, die aufgrund der Blindwertanforderungen offen mit Glasware extrahiert werden → Verlust von Analyseflüssigkeit durch „Spritzen“

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Spritzen - Unterverfahren



Austritts-
geschwindigkeit
3,4 m/s

Parameter	Startwert Spritzen
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	2,5 mm
Volumenstrom	1,5 L/min
Spritzabstand	max. 15 cm
Spritzvolumen/ Bauteilfläche	siehe Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 sowie Tabelle 6-5 und Tabelle 6-6

Parameter	Startwert Niederdruckspritzen
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	2,5 mm
Volumenstrom	0,5 L/min
Spritzabstand	max. 10 cm
Spritzvolumen/ Bauteilfläche	siehe Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 sowie Tabelle 6-5 und Tabelle 6-6

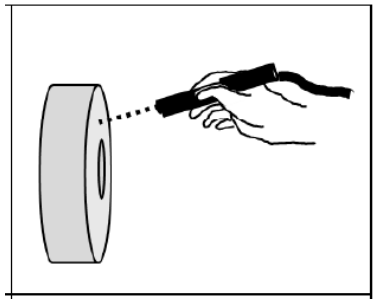
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Spritzen – Startparameter

Parameter	Startwert Spritzen
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	2,5 mm
Volumenstrom	1,5 L/min
Spritzabstand	max. 15 cm
Spritzvolumen/ Bauteilfläche	siehe Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 sowie Tabelle 6-5 und Tabelle 6-6

Startmenge gilt auch für Niederdruckspritzen

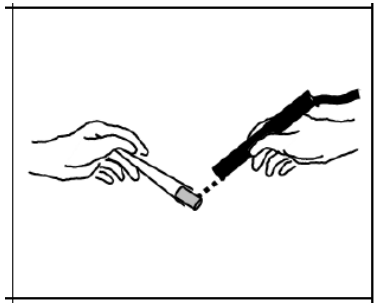
Spritzextraktion individuell Bauteilprüffläche ≥ 200 cm²



$$V_{St/A} = 5\frac{mL}{cm^2} \times \sqrt{\frac{200\ cm^2}{A_{cp}}}$$

Prüflosgröße: min ein Bauteil

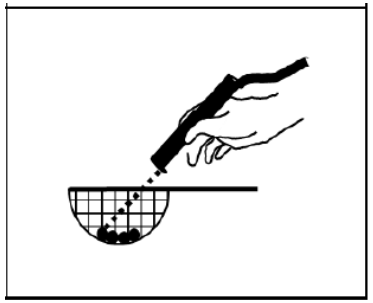
Spritzextraktion individuell Bauteilprüffläche < 200 cm²



$$V_{St/A} = 5\frac{mL}{cm^2} \times \sqrt{\frac{200\ cm^2}{A_{cp}}}$$

Prüflosgröße: entsprechende Anzahl Bauteile, dass sich eine Mindestprüffläche von 200 cm² ergibt

Spritzextraktion Schüttgut Bauteilprüffläche < 200 cm²



$$V_{St/A} = 5\frac{mL}{cm^2}$$ → Identisch zur „alten“ VDA 19.1

Prüflosgröße: entsprechende Anzahl Bauteile, dass sich eine Mindestprüffläche von 200 cm² ergibt

Motivation:
- Kleinere Bauteile benötigen in Relation zu ihrer Größe mehr Flüssigkeit als große
- Ablaufendes Extraktionsmedium hat auch schon Extraktionswirkung in noch nicht gespritzten Bereichen

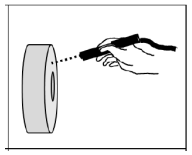
Erster Anhaltswert zur Wahl des Prüfloses:
Mind. 200 cm² beprobte Fläche

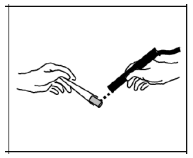
$V_{St/A}$: *Flächenspezifisches Startvolumen in* mL/cm^2
A_{cp}: *Beprobte Fläche des Prüfteils in* cm^2

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Spritzen - Startparameter

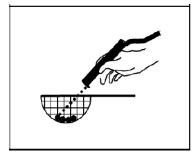
$$V_{St/A} = 5\frac{mL}{cm^2} \times \sqrt{\frac{200\ cm^2}{A_{cp}}}$$





Individuell spritzend beprobte Bauteile				
Prüfobjekt-fläche in cm²	Startspritzvolu-men/Prüfob-jektfläche in mL/cm²	resultierendes Startspritzvolu-men pro Prüfobjekt in mL	Mindestprüflos-größe (Anzahl der Bauteile pro Prüflos)	Gesamtspritz-volumen pro Prüflos in mL
10	22,4	224	20	4480
50	10,0	500	4	2000
100	7,1	710	2	1420
200	5,0	1000	1	1000
400	3,5	1400	1	1400
500	3,2	1600	1	1600
1000	2,2	2200	1	2200
1500	1,8	2700	1	2700
2000	1,6	3200	1	3200
5000	1,0	5000	1	5000
10.000	0,7	7100	1	7100
20.000	0,5	10.000	1	10.000

$$V_{St/A} = 5\frac{mL}{cm^2}$$



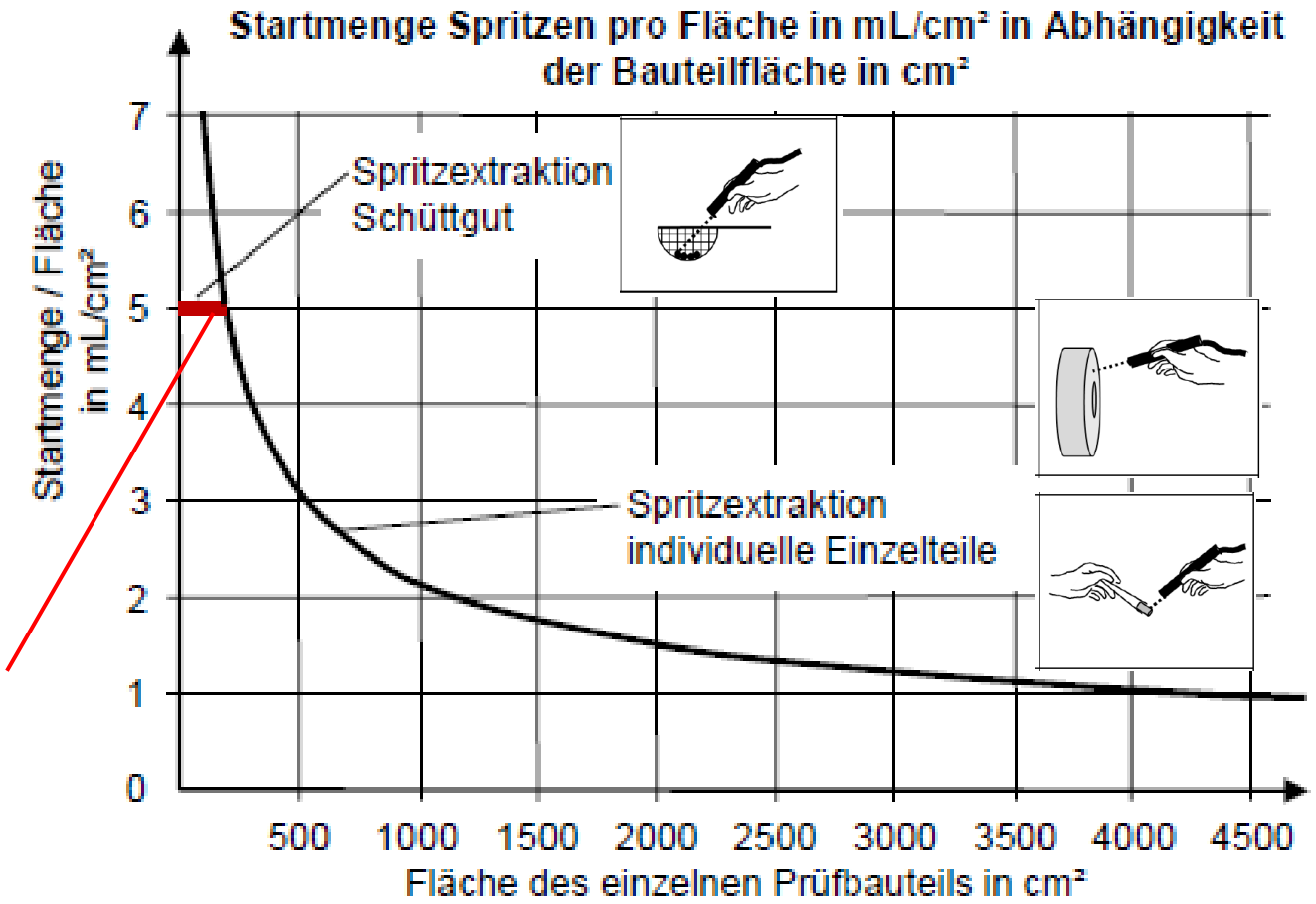
Als Schüttgut spritzend beprobte Bauteile				
Prüfobjekt-fläche in cm²	Startspritzvolu-men/Prüfob-jektfläche in mL/cm²	resultierendes Startspritzvolu-men pro Prüfobjekt in mL	Mindestprüflos-größe (Anzahl der Bauteile pro Prüflos)	Gesamtspritz-volumen pro Prüflos in mL
1	5,0	-	200	1000
2	5,0	-	100	1000
5	5,0	-	40	1000
10	5,0	-	20	1000
20	5,0	-	10	1000
50	5,0	-	4	1000

Hinweis:
Formeln & Tabellen gelten als allgemeine Empfehlungen
- Erhöhung der Startparameter kann sinnvoll sein, z.B. bei sehr komplexen Bauteilen oder sehr fest anhaftenden Verunreinigungen
- Reduktion der Startparameter ist auch möglich; allerdings besteht das Risiko einer nicht erfolgreichen Abklingmessung, die ggf. wiederholt werden muss

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Spritzen - Startparameter

Bei Schüttgut:
Keine individuelle allseitige Extraktion einzelner Teile, sondern gemeinsame Extraktion
→ Keine Anpassung der Startmenge abhängig von der Bauteilgröße

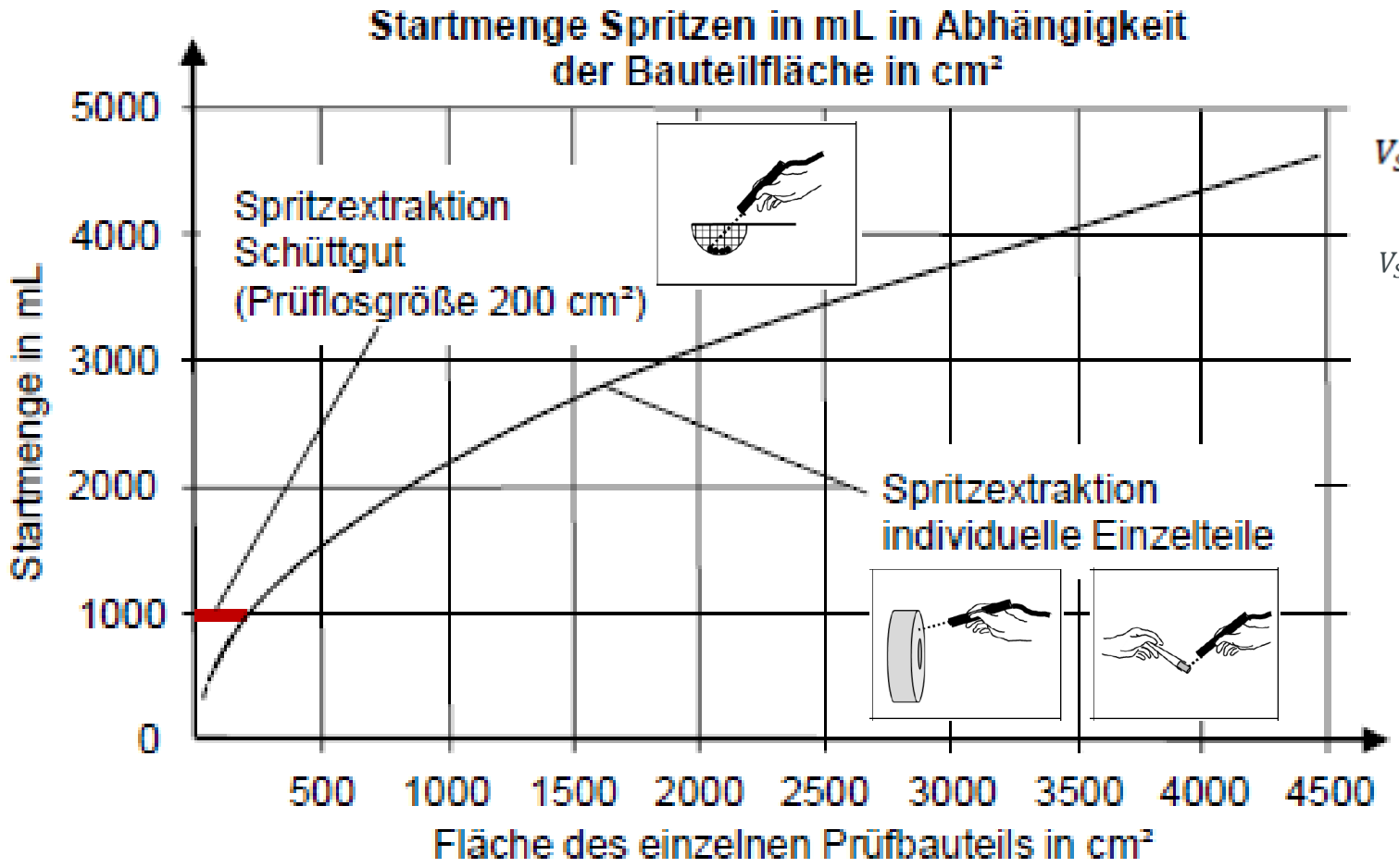


$$V_{St/A} = 5 \frac{mL}{cm^2}$$

$$V_{St/A} = 5 \frac{mL}{cm^2} \times \sqrt{\frac{200\ cm^2}{A_{cp}}}$$

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Spritzen - Startparameter



$$V_{St} = 5\frac{mL}{cm^2} \times \sqrt{200\ cm^2 \times A_{cp}}$$

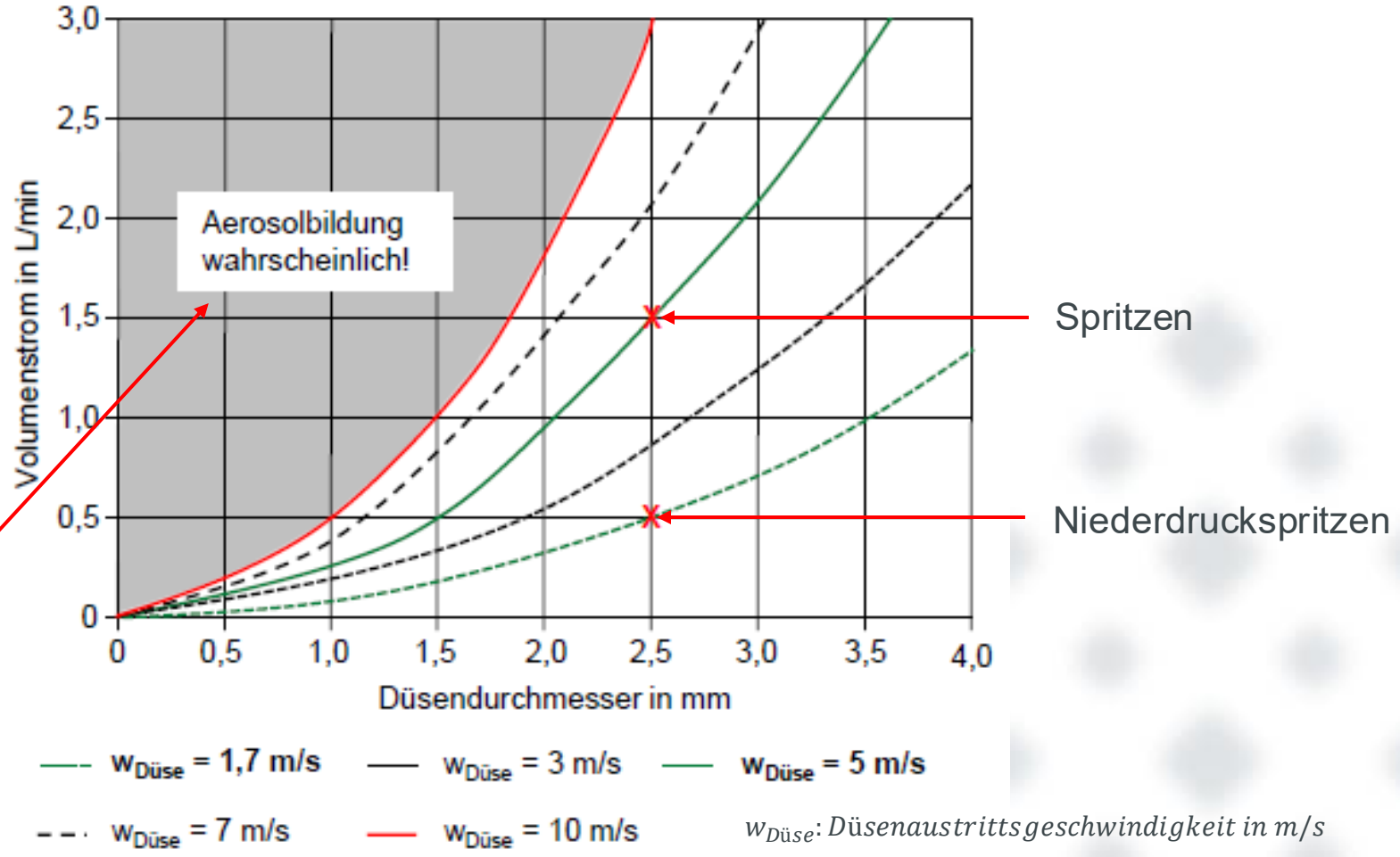
V_{St}: $Startvolumen\ in\ mL$

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com
Quelle: Industrieverbund VDA 19.1/2026

Spritzen – alternative Düsenquerschnitte

Darstellung alternativer Düsenquerschnitte mit vergleichbarere mechanischer Reinigungswirkung
d.h. Anpassung des Volumenstroms unter Beibehaltung der Austrittsgeschwindigkeit ≙ Impuls der Flüssigkeit ≙ mechanische Reinigungswirkung

Maßnahmen zum Umgang mit explosionsfähigen Gemischen notwendig



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com
Quelle: Industrieverbund VDA 19.1/2026

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick
2. Spritzen
3. Ultraschall
4. Innenspülen
5. Abblasen
6. Durchströmen
7. Filtration & Abscheiden

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Ultraschall - Überblick

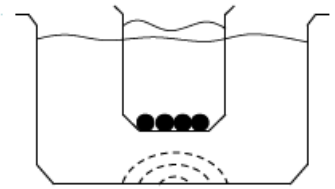
- Einwirkung mechanischer Schwingungen im Bereich 20-400 kHz über ein flüssiges Medium auf die Oberfläche des Prüfobjektes
- Partikellösende Wirkung beruht auf hohen Druckspitzen bei Implosion der sog. Kavitationsblasen
- Extraktion von Außengeometrien und Innenbereichen, wenn der Schall mit genügend hoher Intensität dorthin gelangen kann (bei großen Öffnungen mit geringer Tiefe)
- Sehr universell einsetzbar und an viele Extraktionsaufgaben anpassbar



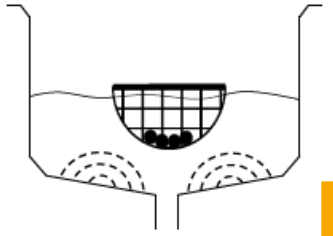
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Ultraschall – Einteilung direkte & indirekte Beschallung

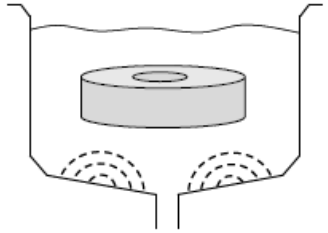
1) Ultraschallextraktion Kleinteile
(Schüttgut im Becherglas)



2) Ultraschallextraktion Kleinteile
(Schüttgut im Siebkorb)



3) Ultraschallextraktion Einzelteile

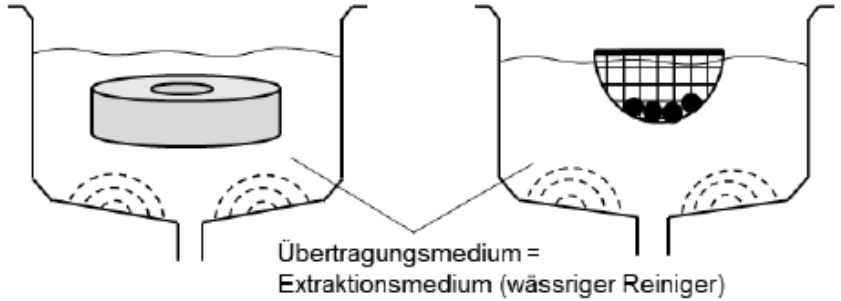


Keine transiente Kavitation bei direkter Beschallung in Kaltreinigern, d.h. Extraktionswirkung liegt nicht in der gleichen Größenordnung wie in wässrigen Anwendungen

NEU

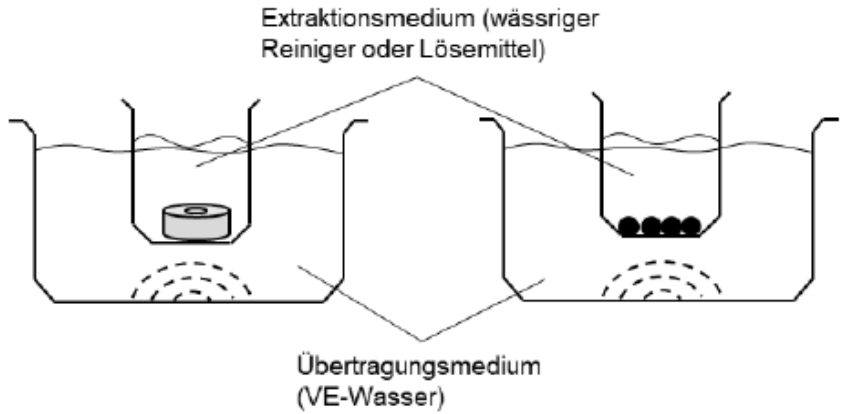
1) Direkte Beschallung:
Ultraschallextraktion Einzelteile

2) Direkte Beschallung:
Ultraschallextraktion Kleinteile
(Schüttgut im Siebkorb)



3) Indirekte Beschallung:
Ultraschallextraktion Einzelteile

4) Indirekte Beschallung:
Ultraschallextraktion Kleinteile
(Schüttgut im Becherglas)



- Prüfobjekte (z.B. Kleinteile im Siebkorb als Schüttgut) befinden sich direkt im Ultraschallbecken
- Übertragungsmedium = Extraktionsmedium
- Entleerung i.d.R. über Bodenablauf mit angeschlossener Filtrationseinrichtung

- Prüfobjekte in zusätzlichem Gefäß (z.B. Becherglas, Edelstahlwanne)
- Übertragungsmedium ist getrennt vom Extraktionsmedium
- Nur der Inhalt des eingetauchten Gefäßes wird filtriert

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Ultraschall – Präzisierungen

- In handelsüblichen Labor-US-Bädern darf kein Lösemittel zur direkten Beschallung eingefüllt werden
  Dies ist nur zum Zweck des Anlösens zulässig, jedoch nicht vergleichbar mit Ultraschallextraktion
- „Bauteilbewegung“ als wesentlicher Einflussparameter und Bestandteil des Ultraschallverfahrens wurde gestrichen;
  „Umorientierung“ von Bauteilen (Wenden, Rotieren, usw.) zur Beschallung von mehreren Seiten oder in mehreren Orientierungen ist weiterhin möglich unter Vermeidung einer zusätzlicher Partikelerzeugung
- Entgasen des Übertragungsmediums in Prozedur ergänzt
  - Dauer i.d.R. 30 s
  - Bei Routineprüfungen: Entgasen des eingebrachten Prüfobjektes direkt in Kombination mit Extraktion und Anpassung der Extraktionszeit um Zeit des Entgasens
  - Bei Qualifizierungsuntersuchungen:
    - Entgasen vor Einbringen des Prüfobjektes
    - Gesamtextraktionsdauer leitet sich aus Abklingmessung ab und wird um die Dauer zum Entgasen verlängert

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Ultraschall – Präzisierungen

- Einlagiges Einbringen von Prüfobjekten zur Vermeidung von Abschattungseffekten
- Nachspülen aller mit Prüfflüssigkeit benetzten Oberflächen: auch derjenigen Flächen, die im nächsten Schritt bei der Filtration auf Anströmseite des Filters mit Extraktionsmedium in Kontakt kommen

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Ultraschall – Startparameter

Parameter	Startwert
Ultraschallfrequenz	35-40 kHz
Leistungsdichte	10 W/l
Zeit	30-60 s

! NEU

Parameter	Startwert
Ultraschallfrequenz	35–40 kHz
Kavitationsrauschpegel (IEC TS 63001:2024 Annex A, B)	≥ 206 dB
Zeit	30–60 s

Aktuell gültiger Stand zur Messung des Kavitations-rauschpegels

- Kriterium für effektive Reinigung / Extraktion ist sog. transiente Kavitation
  → Bestimmung über Kavitationsrauschpegel, Mindestwert >206 dB
- Bisheriger Parameter Leistungsdichte in W/l ist allein kein ausreichendes Maß für transiente Kavitation
  Kleine US-Becken benötigen vergleichsweise höhere Leistungsdichten
- Initiale oder turnusmäßige Überprüfung des Kavitationsrauschpegels
  - z.B. über Hydrofone und entsprechende Datenverarbeitung
  - Unabhängig von direkter oder indirekter Beschallung im leeren Becken (ohne Korb, etc.) mit demineralisiertem / VE-Wasser
  - Bei Laborultraschallbädern bei Normfüllstand, bei Raumtemperatur, nach Entgasen

Achtung! Änderungen im Rotdruck geplant

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

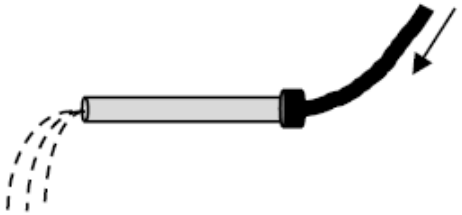
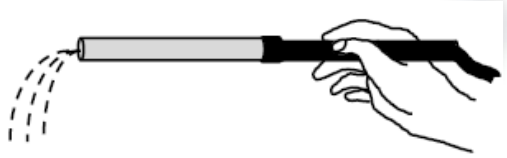
Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick
2. Spritzen
3. Ultraschall
4. Innenspülen
5. Abblasen
6. Durchströmen
7. Filtration & Abscheiden

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Innenspülen - Überblick

- Extraktion durchströmbarer Innenbereiche von Bauteilen, z.B. Leitungen, Schläuche, Filter, Wärmetauscher, Ventile, Injektoren, Pumpen mit turbulenter Strömung

Innenspülen in einem geschlossenen System	Innenspülen durch adaptieren einer Spülleitung	Innenspülen durch adaptieren eines Spritzwerkzeugs
		

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Innenspülen – Präzisierungen

- Begriff: Spülen → Innenspülen

	Beispiel-Kaltreiniger 1	Beispiel-Kaltreiniger 2
Flammpunkt [°C]	62	105
kinematische Viskosität [mm²/s]	1,9	3,2
Rohrdurchmesser [mm]	**Volumenstrom [l/min]**	**Volumenstrom [l/min]**
4	1,4	2,4
5	1,8	3,0
6	2,2	3,6
8	2,9	4,8
10	3,6	6,0
12	4,3	7,2
15	5,4	9,0
20	7,2	12,1
25	9,0	15,1
30	10,8	18,1
40	14,3	24,1
50	17,9	30,2

NEU

Durchmesser Innenspül-bereich* in mm	Volumenstrom in L/min
4	1,4
5	1,8
6	2,2
8	2,9
10	3,6
12	4,3
15	5,4
20	7,2
25	9,0
30	10,8
40	14,3
50	17,9

Beispielparameter auf einen üblichen Kaltreiniger reduziert & Definition dessen Eigenschaften:

- kinematische Viskosität von 1,9 mm²/s
- Flammpunkt 62 °C

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

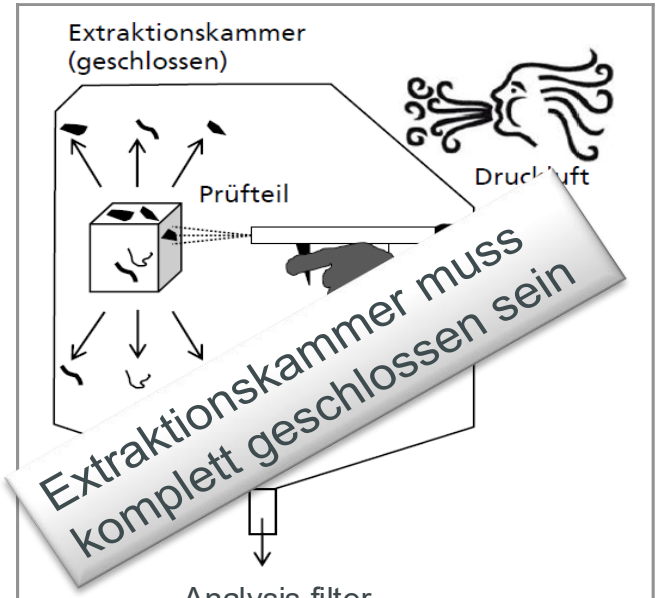
Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick
2. Spritzen
3. Ultraschall
4. Innenspülen
5. Abblasen
6. Durchströmen
7. Filtration & Abscheiden

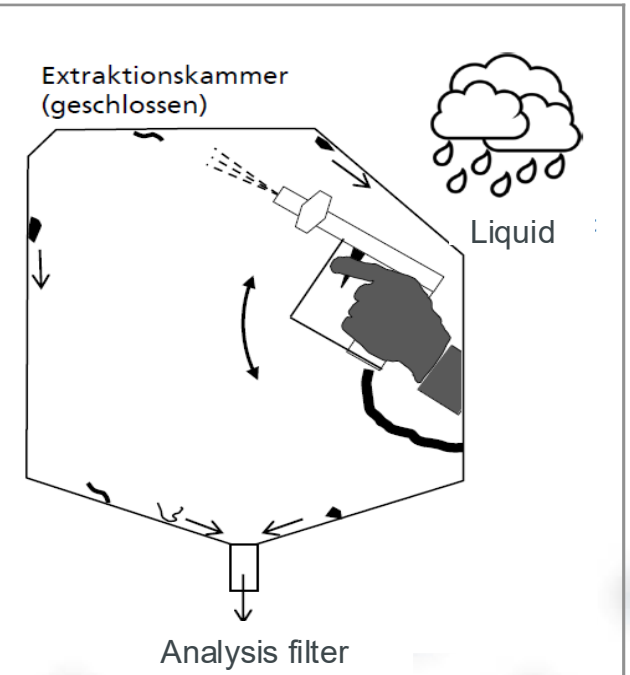
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Abblasen – Überblick

- Partikel mit Strahl aus sauberer und ölfreier Druckluft vom Prüfobjekt abgeblasen
- Werkzeuge & Prozedur sind ähnlich zum Spritzen
- Geeignet für Außenbereiche oder Innenbereiche, die für Druckluftstrahl zugänglich sind



Extraktionsschritt 1
- Abblasen mittels Luft

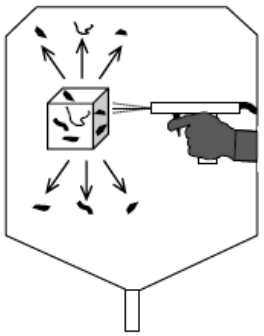


Extraktionsschritt 2
- Nachspülen mit Flüssigkeit

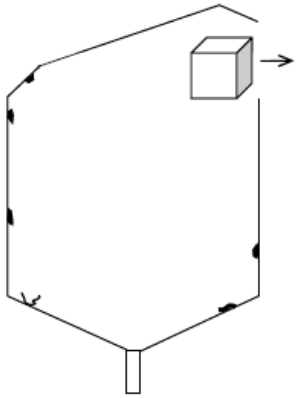
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Abblasen - Präzisierungen

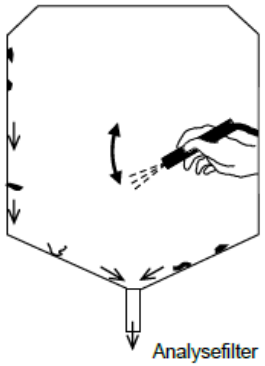
Schritt 1: **Abblasen** des Prüfteils mit **Druckluft**, Extraktion der Partikel



Schritt 2: Entnehmen des Prüfteils

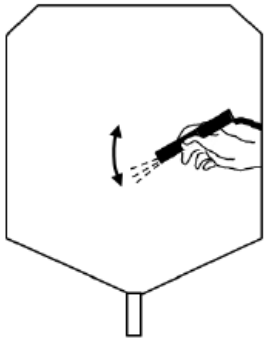


Schritt 3: Nachspülen der Kammer ohne Prüfteil mit **Flüssigkeit**

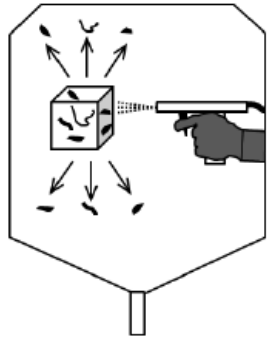


NEU

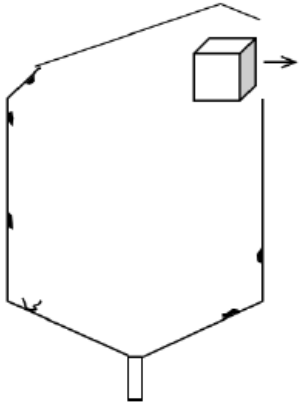
Schritt 1: Benetzen der Kammer mit **Flüssigkeit** (manuell od. Kammerspülung)



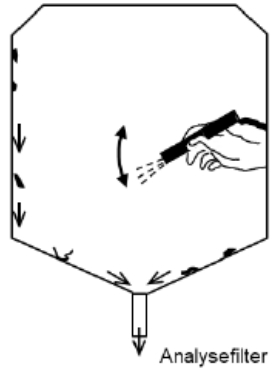
Schritt 2: **Abblasen** des Prüfteils mit **Druckluft**, Extraktion der Partikel



Schritt 3: Entnehmen des Prüfteils



Schritt 4: Nachspülen der Kammer ohne Prüfteil mit **Flüssigkeit**



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Abblasen - Startparameter

Parameter	Startwert
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	1,5 mm
Druck	1,5 bar
Blasabstand	max. 10 cm
Abblaszeit/Bauteilfläche	1 sec/cm²

!

NEU

Parameter	Startwert
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	1,5 mm
Volumenstrom (Druck)	40 L/min (1,5 bar)
Blasabstand	max. 10 cm
Abblaszeit/Bauteilfläche	0,3 s/cm²

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

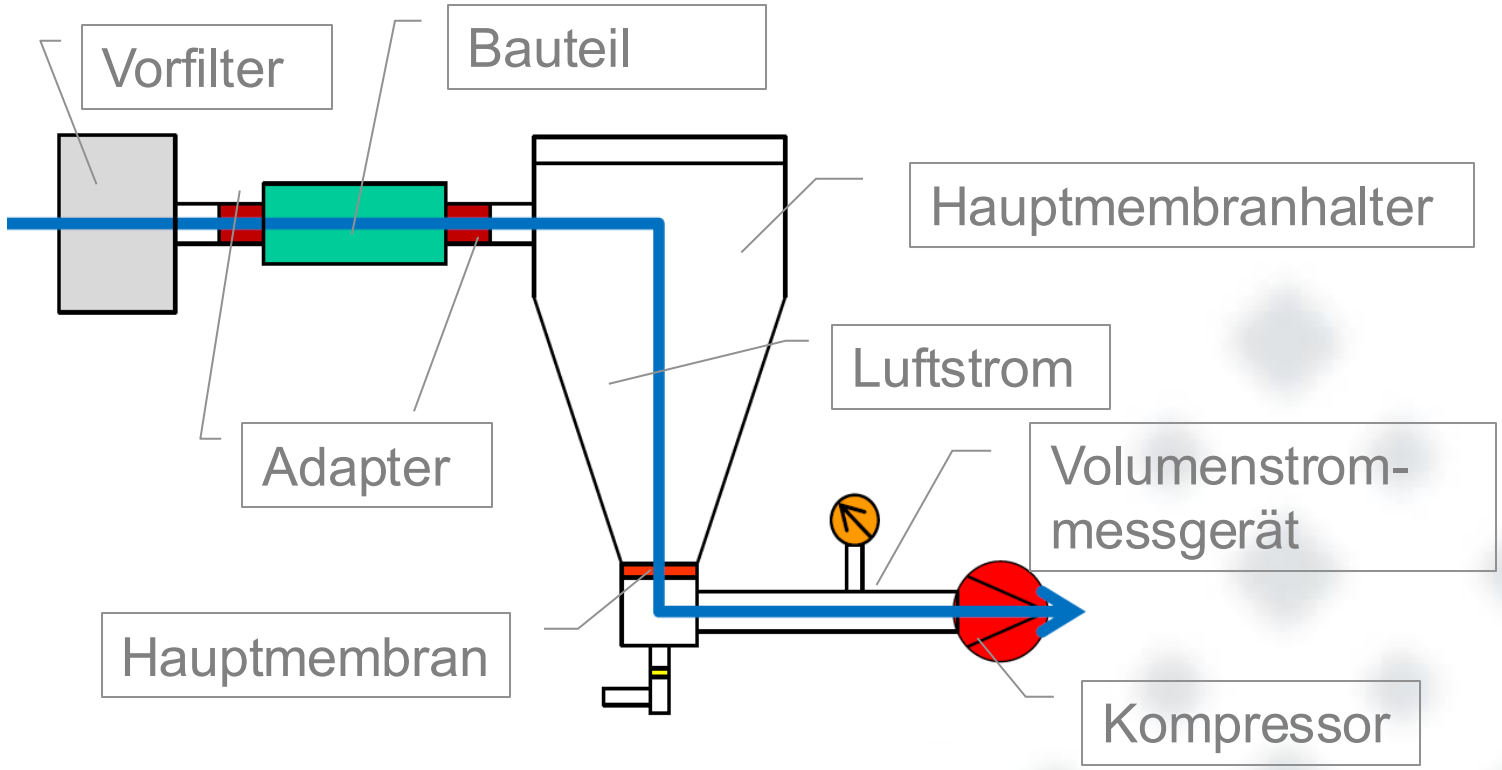
Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick
2. Spritzen
3. Ultraschall
4. Innenspülen
5. Abblasen
6. Durchströmen
7. Filtration & Abscheiden

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Durchströmen - Überblick

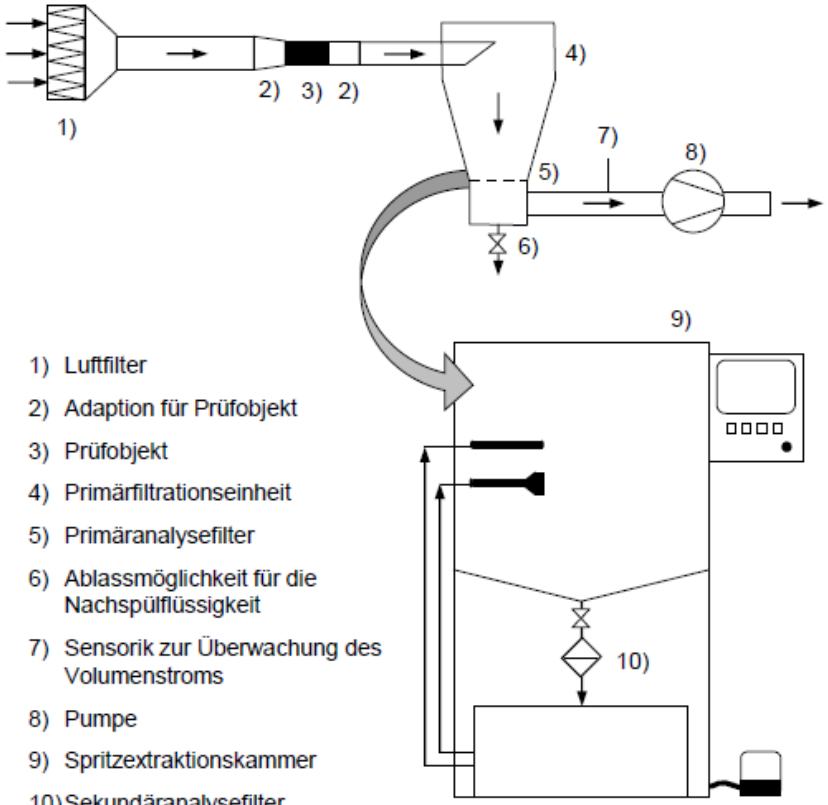
- Durchströmung des Prüfobjektes durch Luft ähnlich dem Innenspülen für die Flüssigkeitsextraktion
- Geeignet für Innenbereich luftführender Komponenten, z.B. aus Ansaugtrakt von Motoren



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

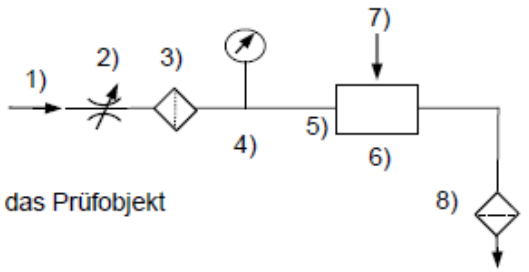
Durchströmen - Präzisierungen

Ausführung für große Querschnitte mit hohem Volumenstrom mit Primär- und Sekundärextraktion, z.B. Bauteile aus dem Ansaugbereich eines Motors



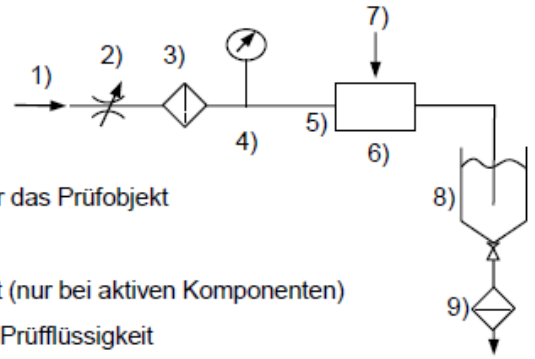
1) Luftfilter
2) Adaption für Prüfobjekt
3) Prüfobjekt
4) Primärfiltrationseinheit
5) Primäranalysefilter
6) Ablassmöglichkeit für die Nachspülflüssigkeit
7) Sensorik zur Überwachung des Volumenstroms
8) Pumpe
9) Spritzextraktionskammer
10) Sekundäranalysefilter

1) Hausdruckluft Öl-frei
2) Drossel
3) Luftfilter
4) Manometer
5) Einspannvorrichtung für das Prüfobjekt
6) Prüfobjekt
7) Ansteuerung Prüfobjekt (nur bei aktiven Komponenten)
8) Analysefilter



Ausführung für kleinere Querschnitte mit geringem Volumenstrom direkt auf den Filter

1) Hausdruckluft Öl-frei
2) Drossel
3) Luftfilter
4) Manometer
5) Einspannvorrichtung für das Prüfobjekt
6) Prüfobjekt
7) Ansteuerung Prüfobjekt (nur bei aktiven Komponenten)
8) Auffangbehälter für die Prüfflüssigkeit
9) Analysefilter



Ausführung für kleinere Querschnitte mit hohem Volumenstrom in eine Flüssigkeit, die anschließend filtriert wird

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

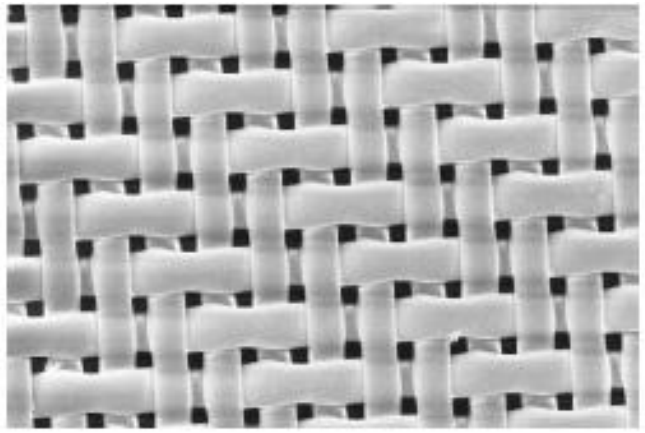
Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick
2. Spritzen
3. Ultraschall
4. Innenspülen
5. Abblasen
6. Durchströmen
7. Filtration & Abscheiden

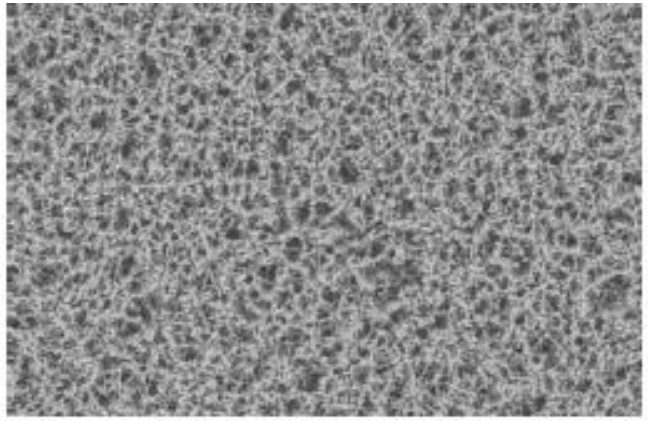
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden - Überblick

- Während der Filtration lagern sich die extrahierten Partikel aus der Flüssigkeit auf der Filtermembran ab
- Zwei Haupttypen: geschäumte Filter & Siebgewebefilter
- Definierte Filterporenweite ist das Maß für das Rückhaltevermögen



15 µm PET Siebgewebefilter



8 µm Cellulosenitrat
geschäumte membrane filter

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Trocknung (neuer Abschnitt)

- wenn Filter während der Analyse in Kontakt mit Flüssigkeit kommt, ist anschließend eine Trocknung erforderlich
- Anforderungen an Trocknungsgrad abhängig von Analyseverfahren:
  - Gravimetrische Analyse: vollständige Trocknung (bis zur Gewichtskonstanz) vor und nach der Analyse, da schon geringe Restfeuchte Massenbestimmung stark verfälschen kann
  - Lichtoptische Analyse: Trocknung so weit, dass sich durch Restflüssigkeit / -feuchte keine optische Veränderung (z.B. Glanzlichter) der Filter und abgeschiedenen Partikel ergibt
  - REM/EDX-Analyse: Trocknung, so dass keine Beeinträchtigung des Messsystems (Verzögerung bei der Erzeugung des notwendigen Vakuums, Belastung des Pumpensystems, Schäden am Detektor); jedoch nicht bis zur Gewichtskonstanz notwendig



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Trocknung (neuer Abschnitt)



- Systeme zur Trocknung:
  - Trockenschränke / -öfen (ohne Umluft):
    - Trocknung mittels Temperatur
    - Mehrere Filter gleichzeitig möglich
  - Kombinierte Systeme mit Heizplatte und zusätzlichem Vakuum
    - Schnelle Trocknung
    - i.d.R. nur ein Filter gleichzeitig möglich
- Trocknungssystem muss für Einsatz von Lösemitteln ausgelegt sein
- Trocknungstemperatur und –zeit sind an Kombination aus Analysefilter, Prüfflüssigkeit & Restflüssigkeitsmenge anzupassen (abhängig von Restflüssigkeitsmenge nach der Filtration)
- Einhaltung der max. Trocknungstemperatur hinsichtlich Materialbeständigkeit, Schädigung des Filters oder optischer Veränderung (Filter wellt oder verfärbt sich)

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Trocknung (neuer Abschnitt)

- Bei Trockenextraktionsverfahren kann Trocknen entfallen, wenn
  - Keine gravimetrische Analyse erforderlich ist
  - Gewichtskonstanz für gravimetrische Analyse ohne Trocknung erreicht werden kann
- Empfohlene Trocknungstemperatur für Standardanalysen:

Tabelle 7-1: Eigenschaften von PET- und PA-Analysefiltern

Filtermaterial	PET	PA
Partikelrückhaltevermögen (5-µm-Siebgewebe)	vergleichbar	
Feuchtigkeitsaufnahme in % (bei 20 °C und 65 % rel. Luftfeuchte)	0,4 % (gering)	4 – 4,5 % (hoch)
empfohlene Trocknungstemperatur (exemplarisch nach Herstellerangabe)	max. 90 °C	max. 70 °C

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Filtermaterialien & Porengröße

5 µm PET- Siebgewebefilter

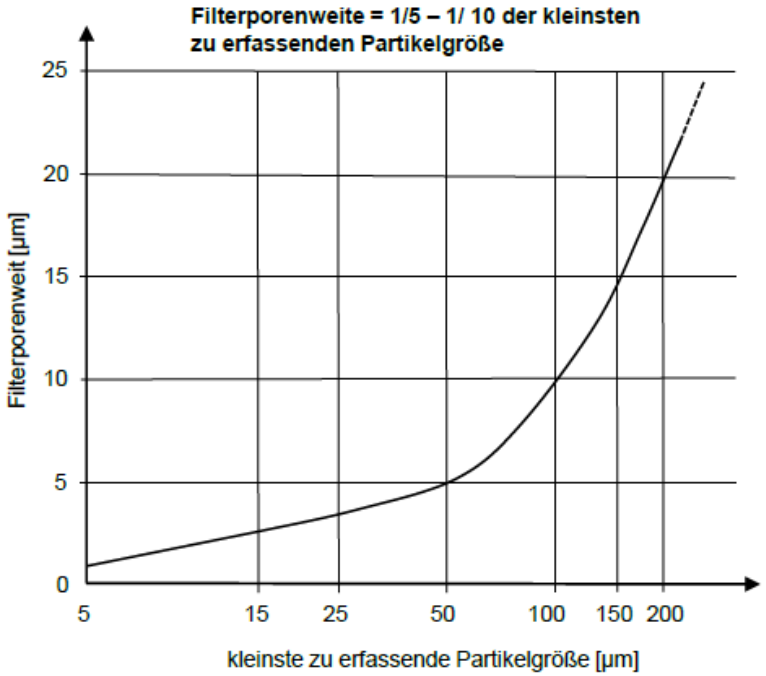
!

NEU

5-µm-PET- Siebgewebefilter bzw. 5-µm-PA-Siebgewebefilter

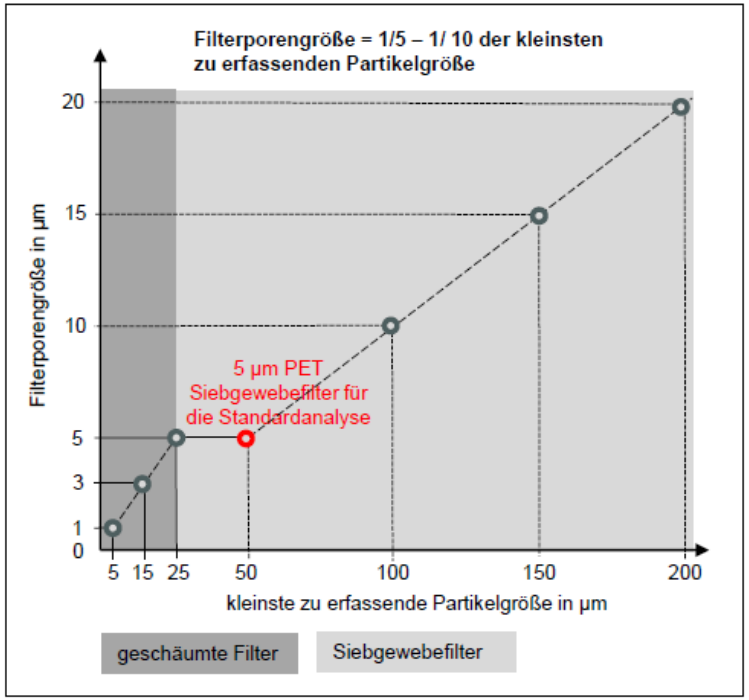
Empfehlung für gravimetrische Analysen: PET-Siebgewebefilter aufgrund der geringeren Aufnahme von Luftfeuchtigkeit im Vergleich zu PA

Filter für Standardanalyse, d.h. Partikel >50µm



!

NEU



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Filtermaterialien & Porengröße

Geschäumte Membranfilter

Vorteile: ebene Oberfläche, die sich gut für die lichtoptische Analyse eignet.

Nachteile: durch die undefinierte, schwammartige Materialstruktur, werden auch Pigmentpartikel zurückgehalten, die viel kleiner als die nominelle Filterporenweite sind. Diese sind nicht relevant für die Sauberkeitsspezifikation, können aber den Analysefilter optisch abdunkeln (Vielzahl der Feinstpartikel), was die lichtoptische Auswertbarkeit stark einschränken kann (grauer oder schwarzer Analysefilter). Oft höhere Aufnahme von Luftfeuchtigkeit (Einfluss auf die gravimetrische Analyse).

Siebgewebefilter

Vorteile: definierte geometrische Porenweite und damit Trenngrenze. Dadurch werden weniger Pigmentpartikel zurückgehalten und die lichtoptische Auswertung erleichtert. Meist geringere Aufnahme von Luftfeuchtigkeit (sichere gravimetrische Ergebnisse)

Nachteile: Bei hohen Vergrößerungen oder sehr gerichteter Beleuchtung kann die Struktur der Gewebefilamente zu Störsignalen/Reflexen bei der lichtoptischen Analyse führen.

NEU

Geschäumte Membranfilter

Vorteile: Geschäumte Filter haben eine ebene Oberfläche, die sich gut für die lichtoptische Analyse eignet, besonders für Partikel ≤ 25 µm bei der dazu notwendigen hohen Auflösung.

Nachteile: Durch die undefinierte, schwammartige Materialstruktur werden auch Partikel zurückgehalten, die viel kleiner als die nominelle Filterporengröße sind. Diese Partikel sind nicht relevant für die Sauberkeitsspezifikation, können aber den Filter abdunkeln, was die lichtoptische Auswertbarkeit stark einschränken kann (grauer oder schwarzer Analysefilter). Oft zeigen sie eine höhere Aufnahme von Luftfeuchtigkeit (Einfluss auf die gravimetrische Analyse).

Siebgewebefilter

Vorteile: Siebgewebefilter haben eine definierte geometrische Porengröße und damit Trenngrenze. Dadurch werden weniger Partikel zurückgehalten, die viel kleiner als die nominelle Filterporengröße sind, was die lichtoptische Auswertung erleichtert. Meist zeigen sie eine geringere Aufnahme von Luftfeuchtigkeit (sichere gravimetrische Ergebnisse).

Nachteile: Bei hohen Vergrößerungen oder sehr gerichteter Beleuchtung kann die Struktur der Gewebefilamente zu Störsignalen/Reflexen bei der lichtoptischen Analyse führen. Dieser Nachteil besteht nur für Partikel < 25 µm. Für Partikel ≥ 25 µm, bei der dazu hinreichenden optischen Auflösung, eignen sich diese Gewebefilter in der Regel gut.

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Partikelrückhaltevermögen

- Porengröße = Maß zur Charakterisierung des Rückhaltevermögens
- Porengröße ist nicht bei allen Filtertypen eine exakte geometrische Größe (wie bei offenporigen Siebgeweben): bei geschäumten Filtern oder geschlossenmaschigen gewebten Filtern ist ein Porengröße angegeben, auch wenn diese nicht einheitlich oder geometrisch fest definiert ist
- Empfehlung zur Filterporengröße (1/10 bis 1/5 der spezifizierten Partikelgröße) stellt sinnvollen Maximalwert dar & kann unterschritten werden, wenn Auswertbarkeit des Filters nicht beeinträchtigt ist
- Sind nur einzelne große Partikel spezifiziert und müssen analysiert werden (z.B. > 600 µm), kann es sinnvoll sein, von der 1/10 Empfehlung abzuweichen und Filter mit kleinerer Porengröße zu verwenden, um große Partikel auch bei länglicher Form sicher zurückzubehalten
- Bei Qualifizierungsuntersuchungen müssen Partikel in hinreichender Anzahl abgeschieden & zurückgehalten werden → Berücksichtigung bei Auswahl der Filterporengröße

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Präzisierungen

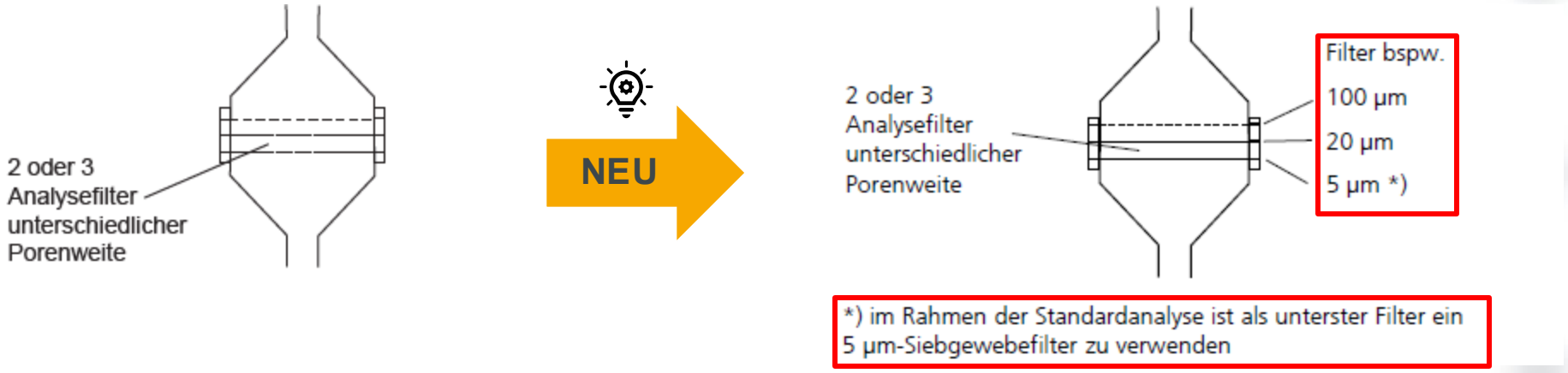
- Neue Methoden zu Bereitstellung von Filtern berücksichtigt
- Analysemembran sollte stets waagerecht gehandhabt werden (kein Abknicken oder zu starke Neigung) um Partikelverluste zu vermeiden



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Präzisierungen

- Filterkaskade
  - Beispiel zur Wahl der Filterporenweite in einer Kaskade
  - Gravimetrische Analyse:
    - Standardanalyse: Auswertung des 5-µm-Siebgewebefilters sowie aller gröberen Filter
    - Freie Analyse: Berücksichtigung der in der Spezifikation für gravimetrische Analyse festgelegten Filter
  - Lichtoptische Analyse: es sind alle Filter auszuwerten, die ein sicheres Zurückhalten der kleinsten nachzuweisenden Partikelgröße gewährleisten



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – freie Analyse

Soll die Analysefiltration für bestimmte Partikel-Typen oder spezielle Analyseverfahren angepasst und optimiert werden, können bspw. Filter eingesetzt werden:

- mit speziellen optischen Eigenschaften (z. B. Farbe) für einen guten lichtoptischen Kontrast oder aus spezifischen Materialien für einen hohen Materialkontrast, eine gute Ableitfähigkeit oder Beständigkeit im Rasterelektronen-Mikroskop
- die selbst kein Messsignal erzeugen, welches das Partikelsignal überdecken kann, wie Raman- bzw. FT-IR-inaktive Filtermaterialien.

NEU

Im Rahmen der freien lichtoptischen Analyse, der freien REM/EDX-Analyse oder bei weitergehenden Analysen kann es zur Erfassung bestimmter Partikeltypen (bspw. kontrastarme Partikel) oder aufgrund des Analyseverfahrens selbst notwendig sein, spezielle Filter einzusetzen:

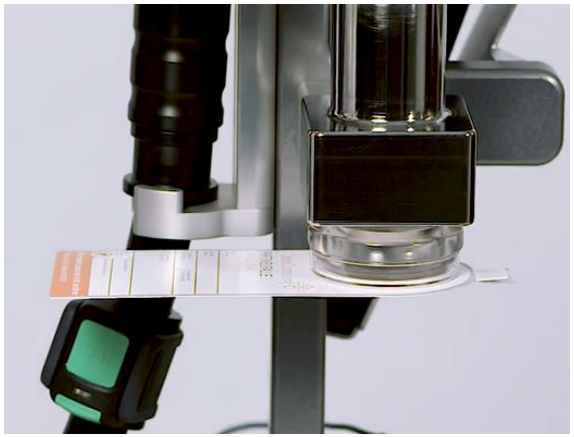
- Filter mit speziellen optischen Eigenschaften (z. B. farbige Filter oder transparent gemachte Filter) für einen guten lichtoptischen Kontrast oder aus spezifischen Materialien für einen hohen Materialkontrast, eine gute Ableitfähigkeit oder Beständigkeit im Rasterelektronenmikroskop.
- Filter, die selbst kein Messsignal erzeugen, welches das Partikelsignal überdecken kann, wie Raman- bzw. FT-IR-inaktive Filtermaterialien (z. B. metallisierte Gold-, Chrom- oder Aluminiumfilter).

Einsatz spezieller Filter unter dem Gesichtspunkt der freien oder weitergehenden Analyse präzisiert

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Abscheiden (neuer Abschnitt)

- Ergänzung des Begriffs „Abscheiden“ im Zusammenhang mit Bürst-Saugen in Kombination mit Partikelfallen & Abscheiden von Partikeln auf Partikelstempeln
  - Größe der abgeschiedenen Partikel kann nicht wie durch Filterporenweite beeinflusst werden
  - Keine Trocknung erforderlich, Partikelfalle / -stempel ohne weitere Schritte bereit zur Auswertung
  - Bei Extraktion außerhalb von Reinluftumgebungen: Unmittelbar nach Extraktion Verschluss von Partikelfalle / -stempel, damit keine Sedimentation von Umgebungspartikeln erfolgt



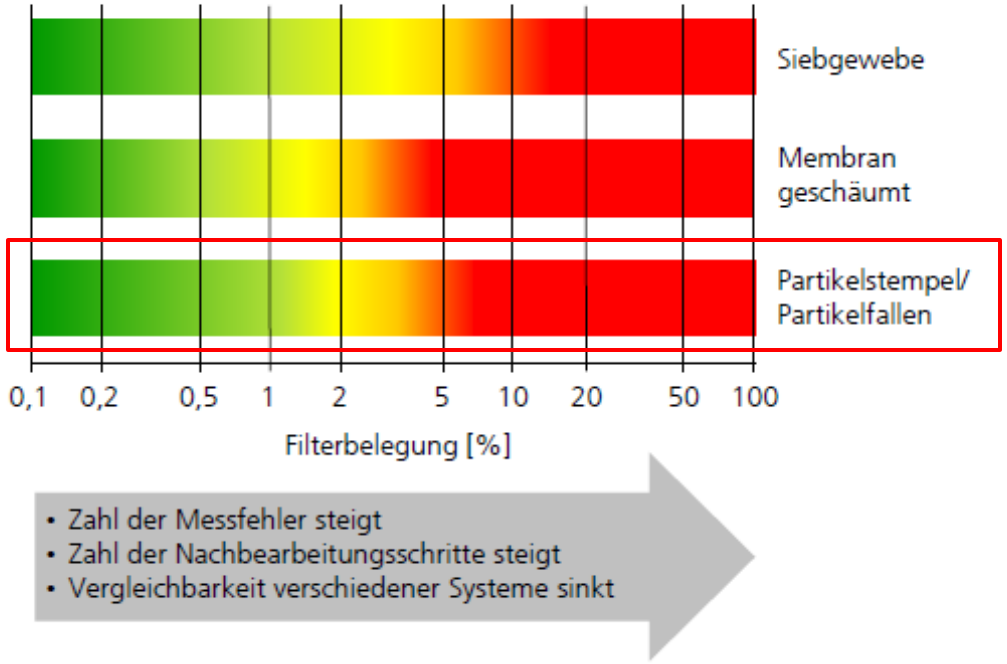


© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Filtration & Abscheiden – Auswertbarkeit von Partikelfiltern

- Ergänzung von Partikelfallen & -stempeln in Grafik zur Auswertbarkeit / Filterbelegung (zwischen Siebgewebe & geschäumten Membranen)
- Wenn bereits erzeugte Filter mit zu hoher Belegungsdichte ausgewertet werden sollen (z.B. wenn kein weiteres Prüfobjekt für Wiederholung verfügbar ist), ist Verbesserung der Auswertbarkeit durch Umpräparieren auf Filterkaskade oder mehrere Filter möglich (Ausgangsfilter werden mit eingesetzt & ausgewertet)

Lichtoptische Auswertbarkeit von Analysefiltern, Partikelstempeln und Partikelfallen



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com
Quelle: Industrieverbund VDA 19.1/2026

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !





© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Extraktionsverfahren Teil 1

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Extraktionsverfahren Teil 1

Hauptänderungspunkte

Ultraschall-Extraktion





Parameter	Startwert
Ultraschallfrquenz	35-40 kHz
Leistungsdichte	10 W/l
Zeit	30-60 s

alt → neu

Parameter	Startwert
Ultraschallfrequenz	35-40 kHz
Kavitationsrauschpegel	≥ 206 dB !
Zeit	30-60 s



DIN IEC/TS63001:2025-05 **Annex A,B** → **Annex A,B,D,F**



Eingaben:

- **Limitierung auf eine Messmethode** nach für das Kavitationsrauschen
- **Internationale Verfügbarkeit** der Messgeräte



Bearbeitung:

- Rücksprache mit dem Einsprechenden
- Experten-Meetings
- Erörterung in der Arbeitsgruppe

Lösungsansatz:

- Weitere zulässige Methoden zur Prüfung des Kavitationsrauschpegels (wenn Vergleichbarkeit gezeigt werden kann)

→ Weitere Messgeräte einsetzbar (z.B. Onda)

- Zusage eines Herstellers (Elma) zur Verfügbarkeit günstiger Messtechnik ab 31.03.2026
- Es muss kein VE-Wasser eingesetzt werden, es geht auch Stadtwasser

Seite 14 14.11.2025 © Fraunhofer IPA Fraunhofer IPA