



CleanControlling®

Ihre Prozesse. Unsere Analyse. Maximale Sicherheit.

Partikel im Blick. Qualität im Griff.

Reinheit rettet Leben.

Nachhaltigkeit beginnt mit Analyse.

Techn. Sauberkeit

Rückstände erkennen, Prozesse absichern.

Medizinprodukte

Akkreditierte Analytik für höchste Produktsicherheit.

Chemie u. Umwelt

Chemische Schadstoffe und Umweltbelastungen erkennen - für morgen.

SAUBERKEIT IM FOCUS

REVISION VDA 19.1/2025

Extraktionsverfahren Teil 1

Lisa Riese

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

2. Spritzen

3. Ultraschall

4. Innenspülen

5. Abblasen

6. Durchströmen

7. Filtration & Abscheiden

Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

	Thema	2015	2025
!	Unterverfahren Spritzen	Keine Unterteilung in Unterverfahren	Unterverfahren Spritzen & Niederdruckspritzen
!	Startparameter Extraktionsverfahren	z.B. Volumenstrom Spritzen 1,5l/min; Startmenge 5ml/cm ²	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“)

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

2. Spritzen

3. Ultraschall

4. Innenspülen

5. Abblasen

6. Durchströmen

7. Filtration & Abscheiden

Spritzen - Überblick

- Aufbringen von Prüfflüssigkeit über Freistrahls 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



Spritzen - Unterverfahren

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



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

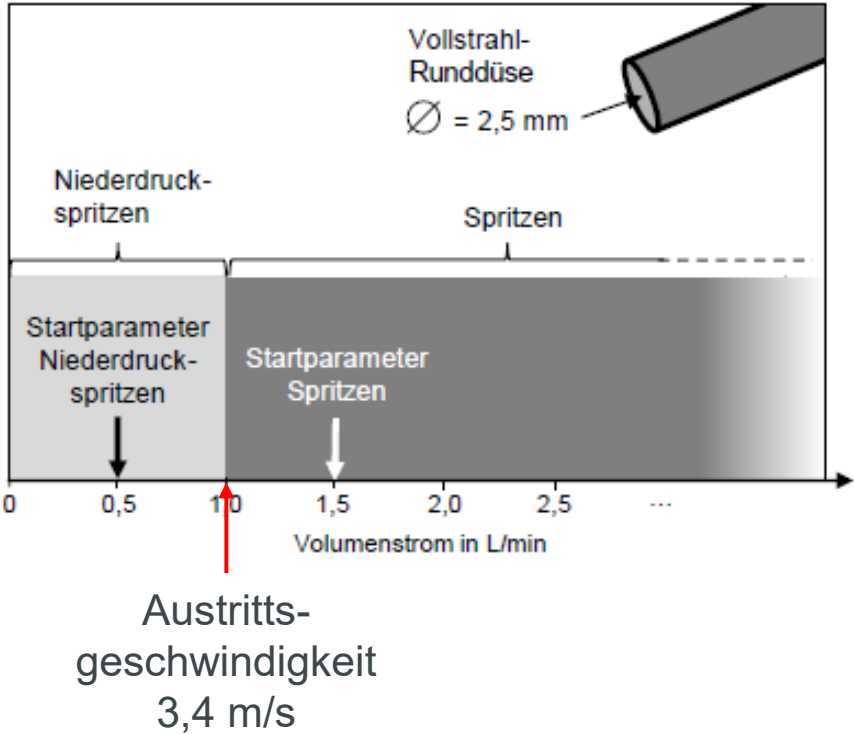
Parameter	Startwert Niederdruckspritzen
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	2,5 mm
Volumenstrom	0,5 L/min
Spritzabstand	max. 10 cm
Spritzvolumen/ Bauteilfläche	siehe Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 sowie Tabelle 6-5 und Tabelle 6-6



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“

Spritzen - Unterverfahren



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

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



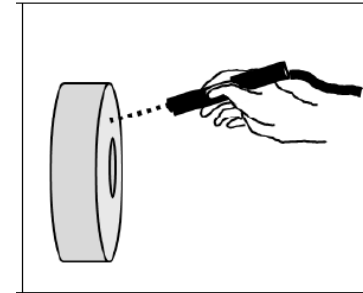
Motivation:

- 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

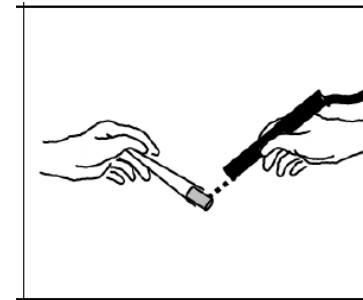
Spritzextraktion
individuell
Bauteilprüffläche
≥ 200 cm²



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

Prüflosgröße: min ein Bauteil

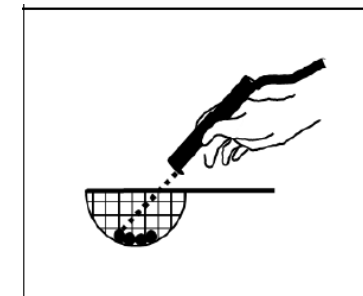
Spritzextraktion
individuell
Bauteilprüffläche
< 200 cm²



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

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

Spritzextraktion
Schüttgut
Bauteilprüffläche
< 200 cm²



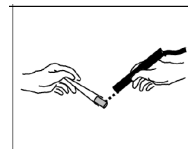
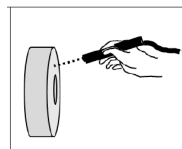
$$V_{St/A} = 5 \frac{mL}{cm^2} \rightarrow \text{Identisch zur „alten“ VDA 19.1}$$

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

$V_{St/A}$: Flächenspezifisches Startvolumen in mL/cm²
 A_{cp} : Beprobte Fläche des Prüfteils in cm²

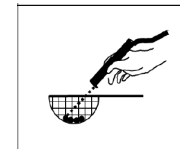
Spritzen - Startparameter

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



Individuell spritzend beprobte Bauteile				
Prüfobjekt- fläche in cm ²	Startspritzvolu- men/Prüfob- jektfläche in mL/cm ²	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 cm ²	Startspritzvolu- men/Prüfob- jektfläche in mL/cm ²	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:

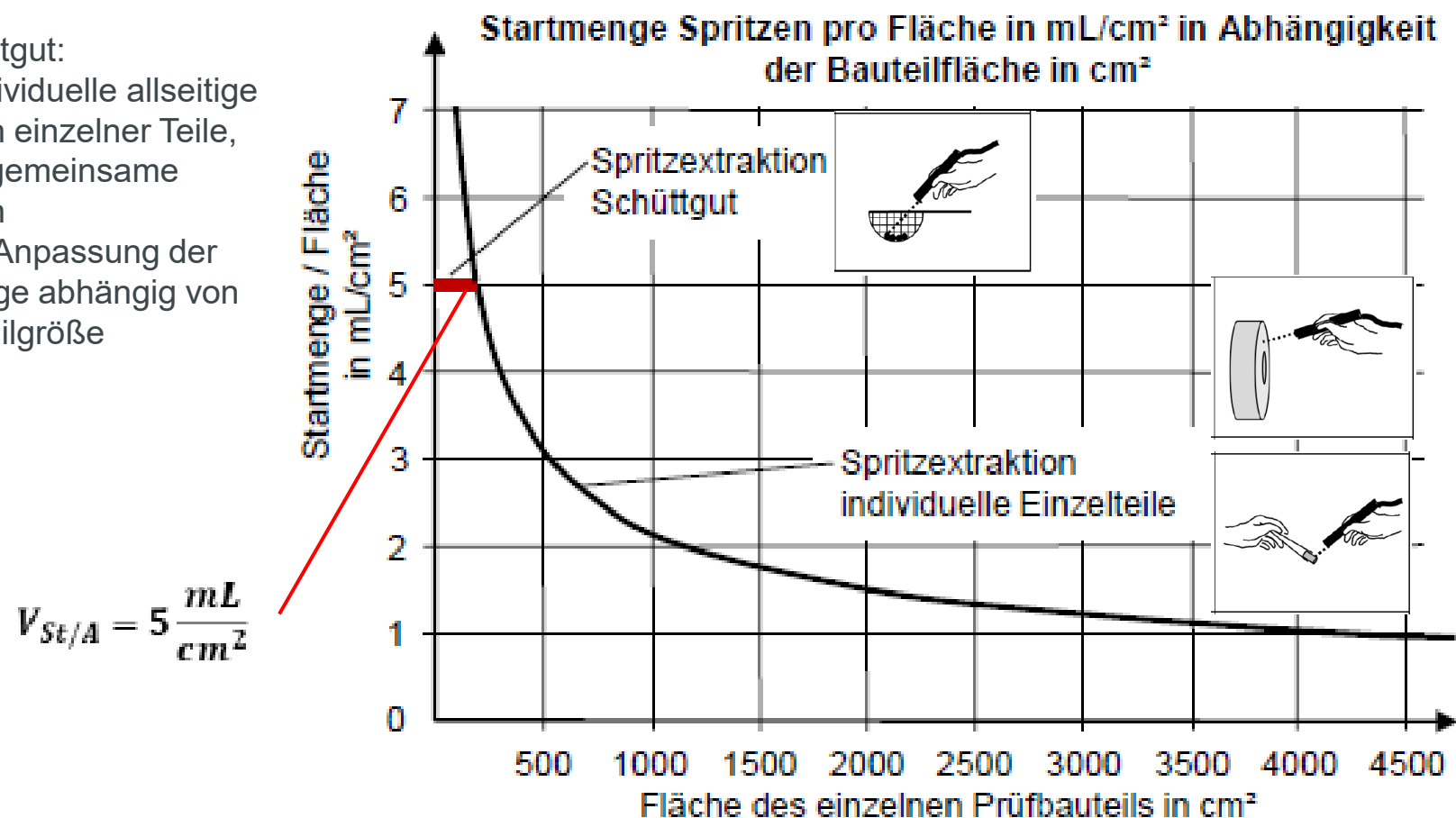
Formeln & Tabellen gelten als allgemeine Empfehlungen

- 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

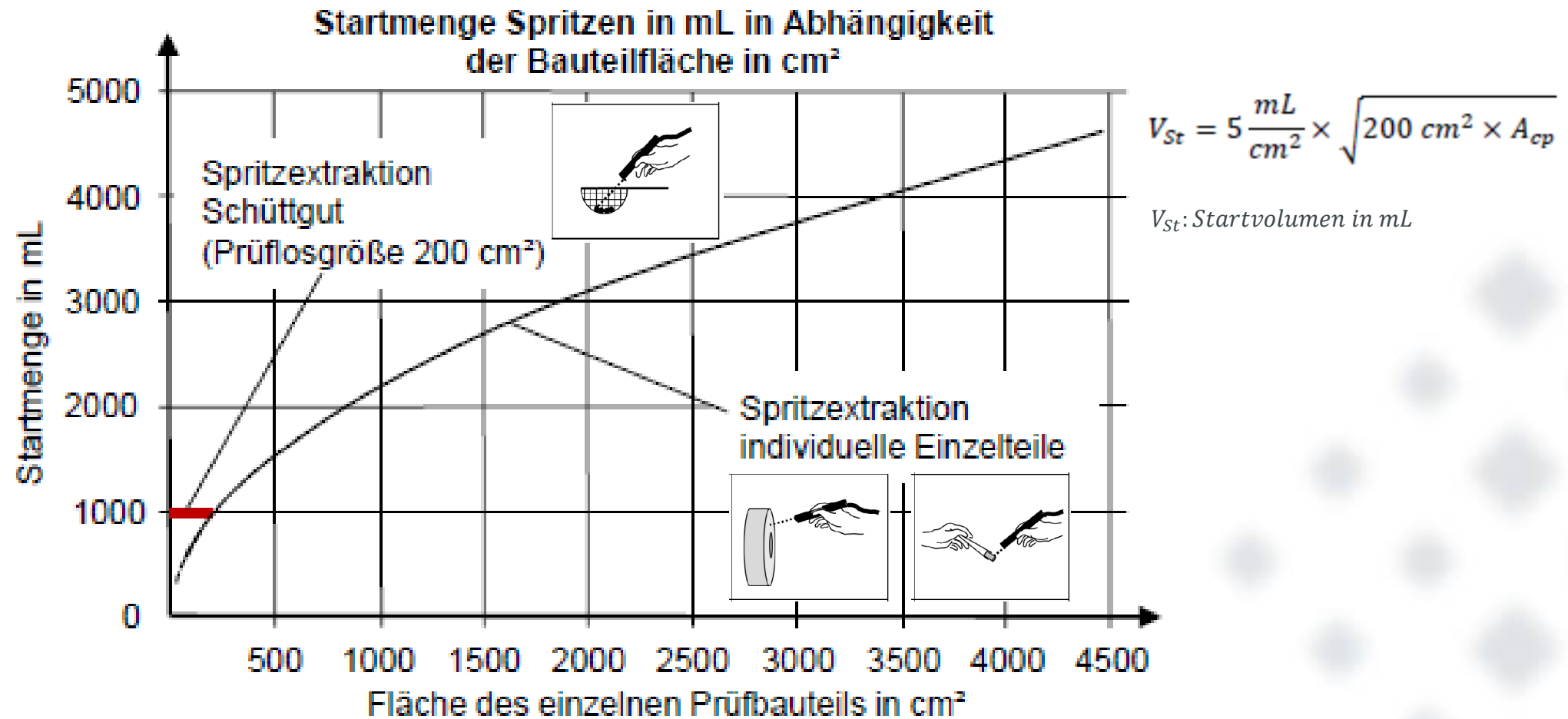
Spritzen - Startparameter

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



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

Spritzen - Startparameter

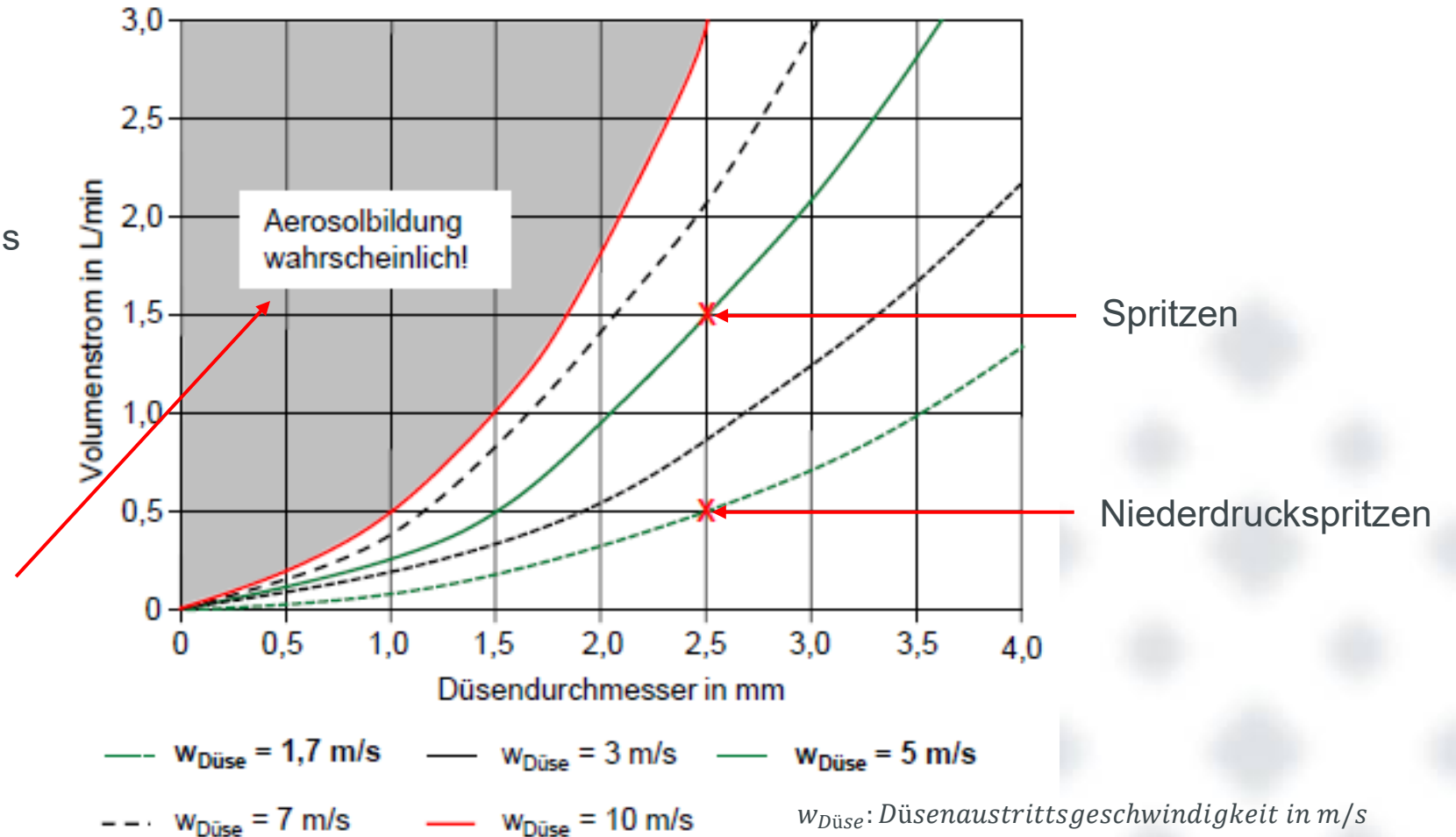


Spritzen – alternative Düsenquerschnitte



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

Maßnahmen zum Umgang mit explosionsfähigen Gemischen notwendig



Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

2. Spritzen

3. Ultraschall

4. Innenspülen

5. Abblasen

6. Durchströmen

7. Filtration & Abscheiden

Ultraschall - Überblick

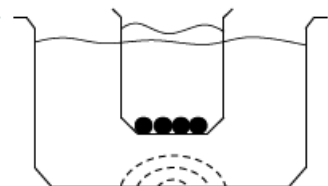
- Einwirkung mechanischer Schwingungen im Bereich 20-400 kHz über ein flüssiges Medium auf die Oberfläche des Prüfobjektes
- Partikellösende Wirkung beruht auf hohen Druckspitzen bei Implosion der sog. Kavitationsblasen
- Extraktion von Außengeometrien und Innenbereichen, wenn der Schall mit genügend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



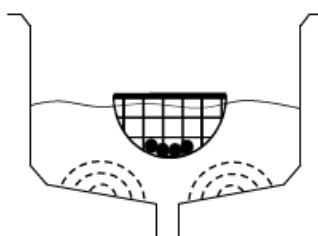
Ultraschall – Einteilung direkte & indirekte Beschallung



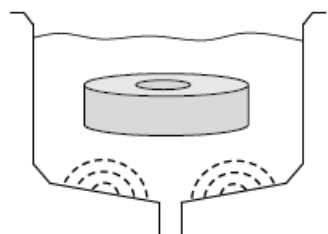
1) Ultraschallextraktion Kleinteile
(Schüttgut im Becherglas)



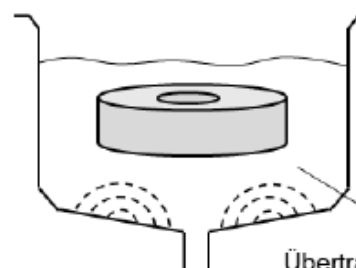
2) Ultraschallextraktion Kleinteile
(Schüttgut im Siebkorb)



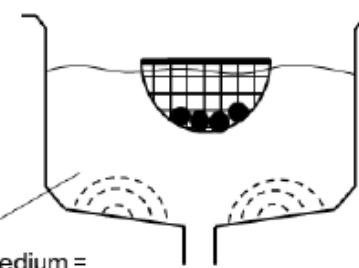
3) Ultraschallextraktion Einzelteile



1) Direkte Beschallung:
Ultraschallextraktion Einzelteile

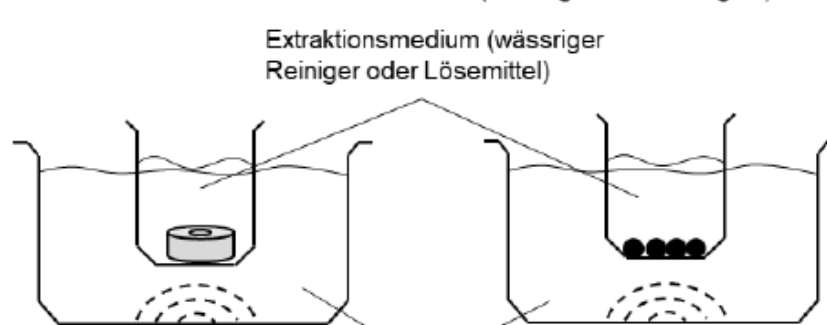


2) Direkte Beschallung:
Ultraschallextraktion Kleinteile
(Schüttgut im Siebkorb)



Übertragungsmedium =
Extraktionsmedium (wässriger Reiniger)

3) Indirekte Beschallung:
Ultraschallextraktion Einzelteile



Extraktionsmedium (wässriger
Reiniger oder Lösemittel)

Übertragungsmedium
(VE-Wasser)

NEU

- 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

Ultraschall – Präzisierungen

- ! ■ In handelsüblichen Labor-US-Bädern darf kein Lösemittel zur direkten Beschallung eingefüllt werden
Dies ist nur zum Zweck des Anlösens zulässig
- ! ■ „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

Ultraschall – Präzisierungen

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

Ultraschall – Startparameter

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



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**

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

2. Spritzen

3. Ultraschall

4. Innenspülen

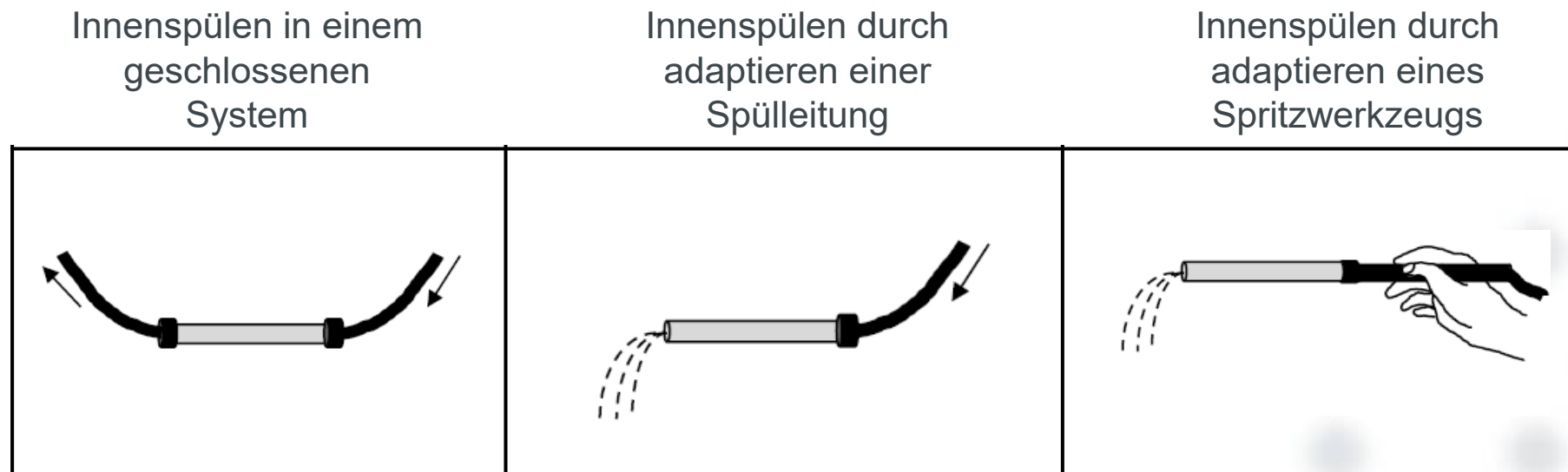
5. Abblasen

6. Durchströmen

7. Filtration & Abscheiden

Innenspülen - Überblick

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



Innenspülen – Präzisierung

- 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

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

2. Spritzen

3. Ultraschall

4. Innenspülen

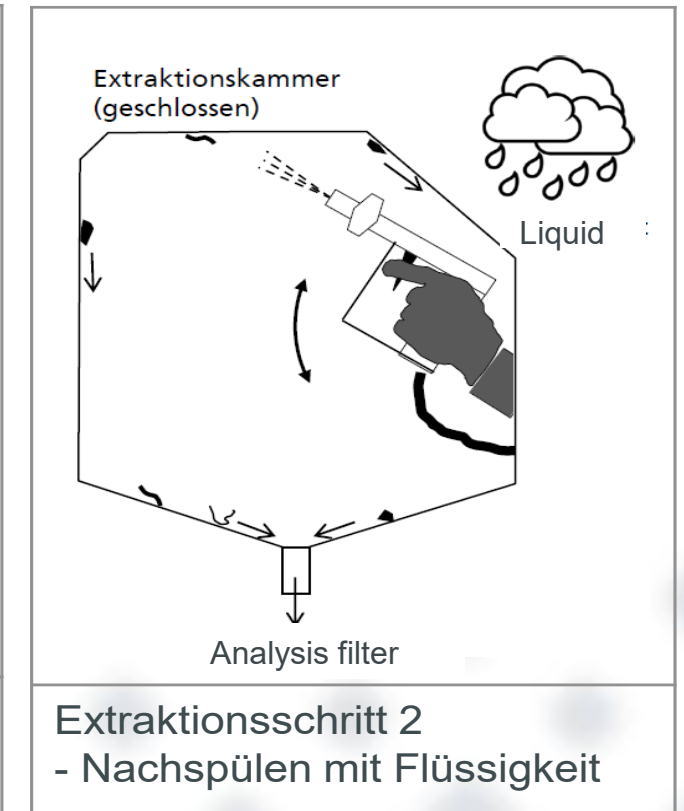
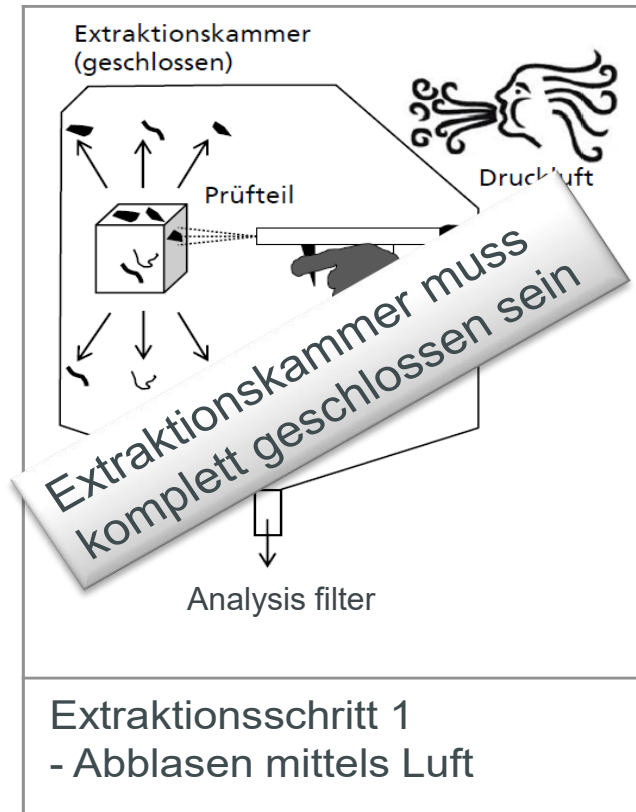
5. Abblasen

6. Durchströmen

7. Filtration & Abscheiden

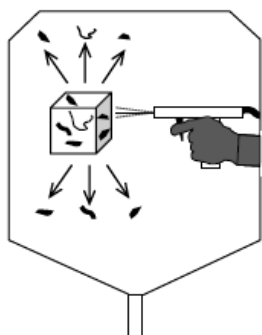
Abblasen – Überblick

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

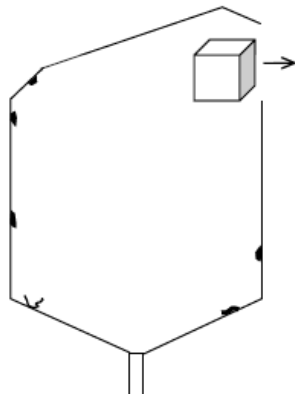


Abblasen - Präzisierungen

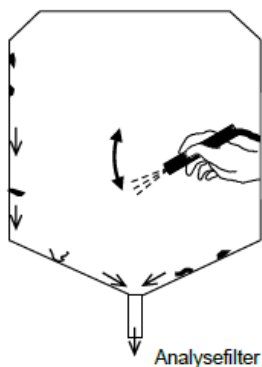
Schritt 1: Abblasen des Prüfteils mit Druckluft, Extraktion der Partikel



Schritt 2: Entnehmen des Prüfteils



Schritt 3: Nachspülen der Kammer ohne Prüfteil mit Flüssigkeit

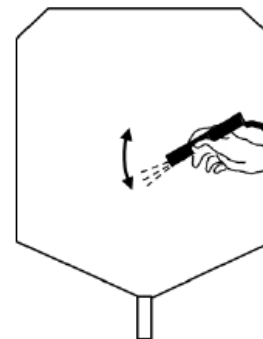


Analysefilter

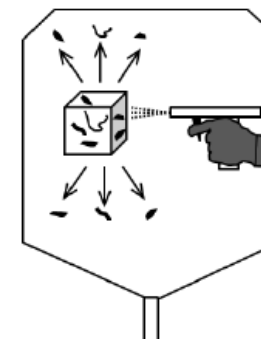
NEU



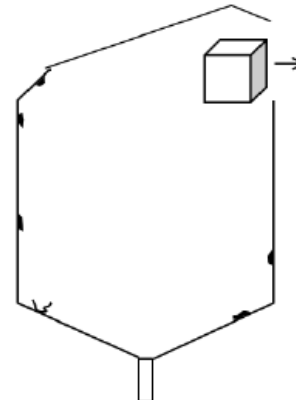
Schritt 1: Benetzen der Kammer mit Flüssigkeit (manuell od. Kamerspülung)



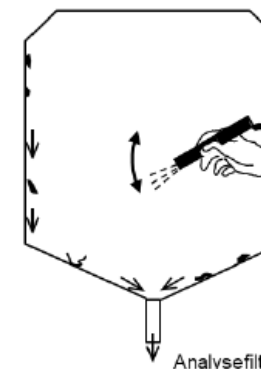
Schritt 2: Abblasen des Prüfteils mit Druckluft, Extraktion der Partikel



Schritt 3: Entnehmen des Prüfteils



Schritt 4: Nachspülen der Kammer ohne Prüfteil mit Flüssigkeit



Analysefilter

Abblasen - Startparameter

Parameter	Startwert
Düsenform	Vollstrahlrunddüse
Düsendurchmesser	1,5 mm
Druck	1,5 bar
Blasabstand	max. 10 cm
Abblaszeit/Bauteilfläche	1 sec/cm ²



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/cm ²

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

2. Spritzen

3. Ultraschall

4. Innenspülen

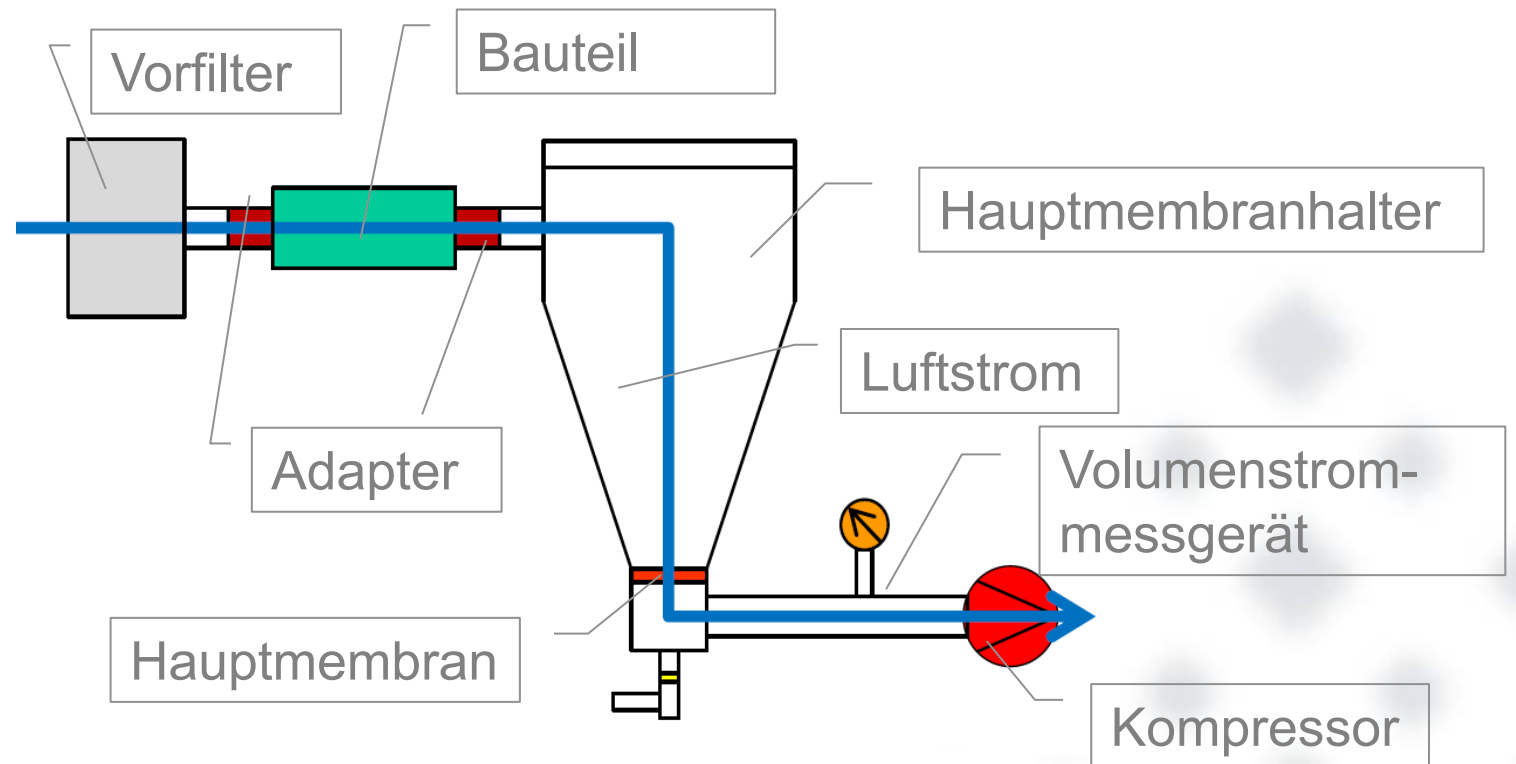
5. Abblasen

6. Durchströmen

7. Filtration & Abscheiden

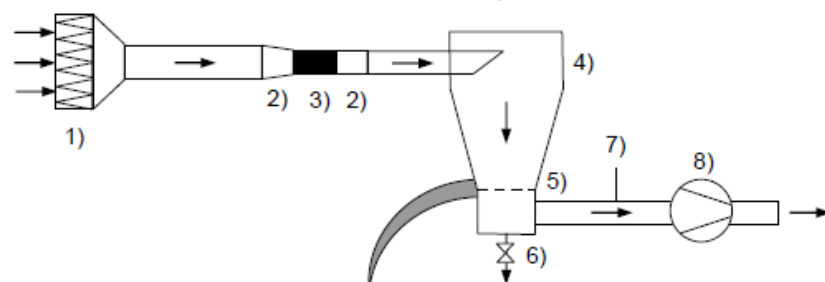
Durchströmen - Überblick

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



Durchströmen - Präzisionierungen

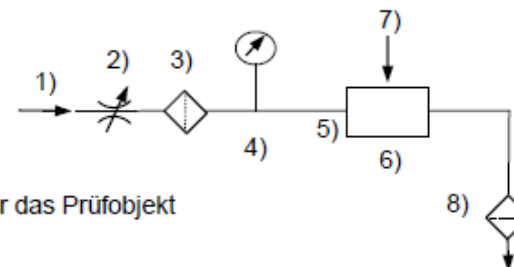
Ausführung für große Querschnitte mit hohem Volumenstrom mit Primär- und Sekundärextraktion, z.B. Bauteile aus dem Ansaugbereich eines Motors



- 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

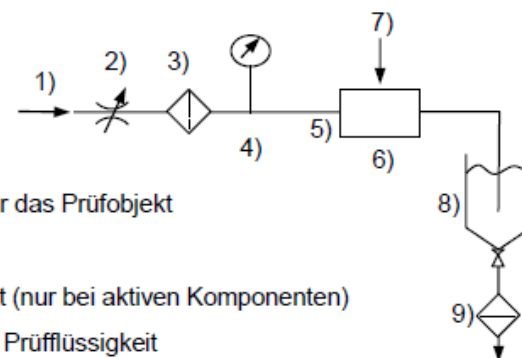


- 1) Hausdruckluft Öl-frei
- 2) Drossel
- 3) Luftfilter
- 4) Manometer
- 5) Einspannvorrichtung für das Prüfobjekt
- 6) Prüfobjekt
- 7) Ansteuerung Prüfobjekt (nur bei aktiven Komponenten)
- 8) Analysefilter



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

Gliederung

1. Die wichtigsten Änderungen auf einen Blick

2. Spritzen

3. Ultraschall

4. Innenspülen

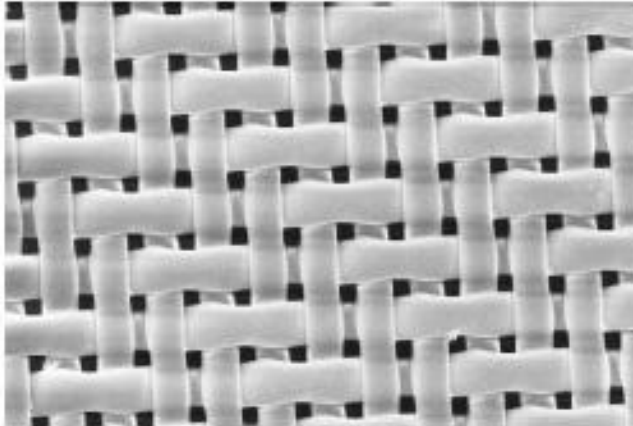
5. Abblasen

6. Durchströmen

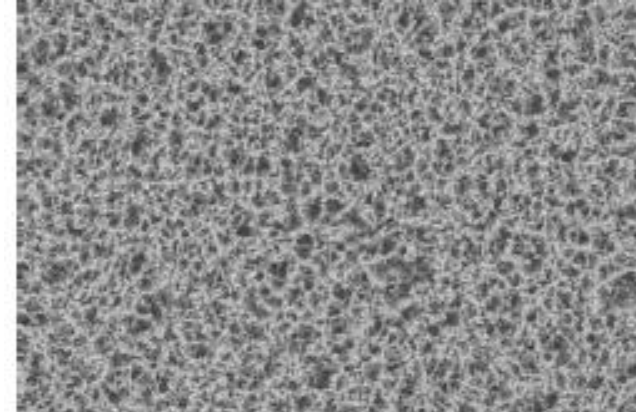
7. Filtration & Abscheiden

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

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



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)



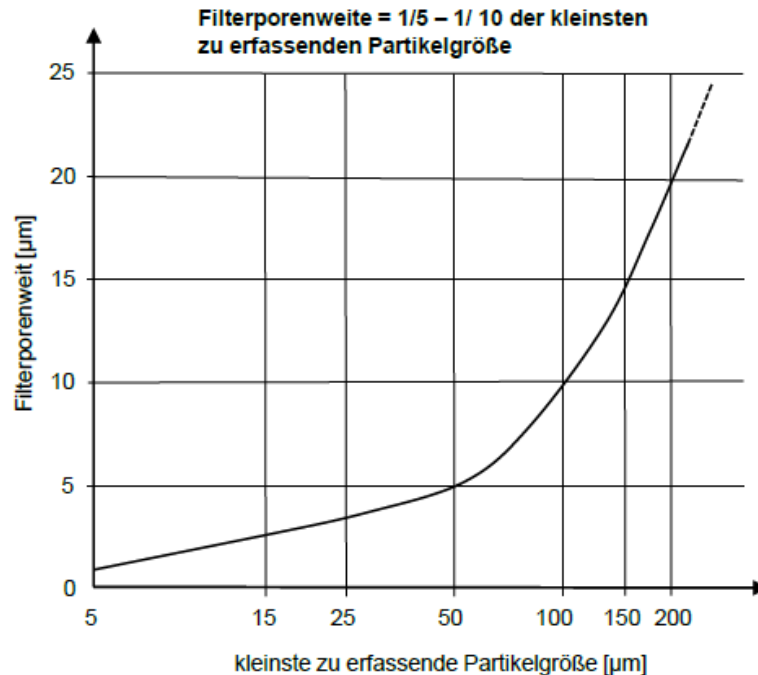
Filtration & Abscheiden – Filtermaterialien & Porengröße

5 µm PET- Siebgewebefilter

!

NEU

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

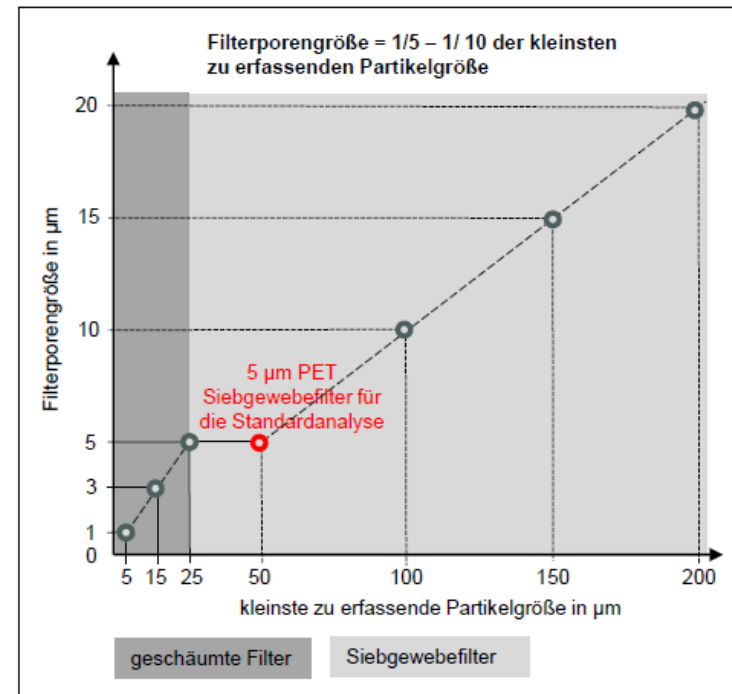


!

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



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 $\leq 25 \mu\text{m}$ 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 $< 25 \mu\text{m}$. Für Partikel $\geq 25 \mu\text{m}$, bei der dazu hinreichenden optischen Auflösung, eignen sich diese Gewebefilter in der Regel gut.

Filtration & Abscheiden – Partikelrückhaltevermögen

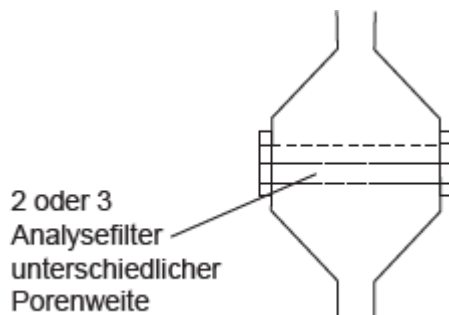


- Porengröße = Maß zur Charakterisierung des Rückhaltevermögens
- Porengröße ist nicht bei allen Filtertypen eine exakte geometrische Größe (wie bei offenporigen Siebgeweben): bei geschäumten Filtern oder geschlossenmaschigen gewebten Filtern ist eine Porengröße angegeben, auch wenn diese nicht einheitlich 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. $> 600 \mu\text{m}$), 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

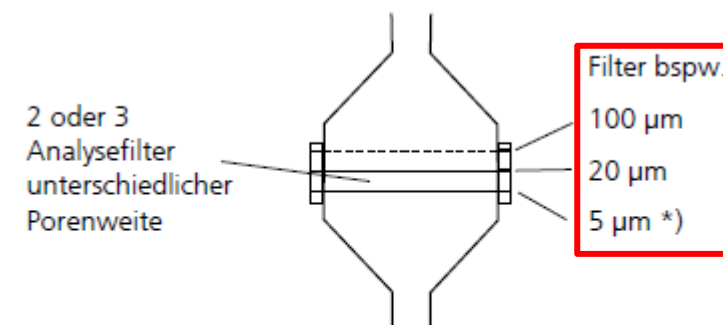
Filtration & Abscheiden – Präzisierungen



- Neue Methoden zu Bereitstellung von Filtern berücksichtigt
- Filterkaskade
 - Beispiel zur Wahl der Filterporenweite in einer Kaskade
 - es sind alle Filter auszuwerten, die ein sicheres Zurückhalten der kleinsten nachzuweisenden Partikelgröße gewährleisten



NEU



*) im Rahmen der Standardanalyse ist als unterster Filter ein 5 µm-Siebgewebefilter zu verwenden

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:

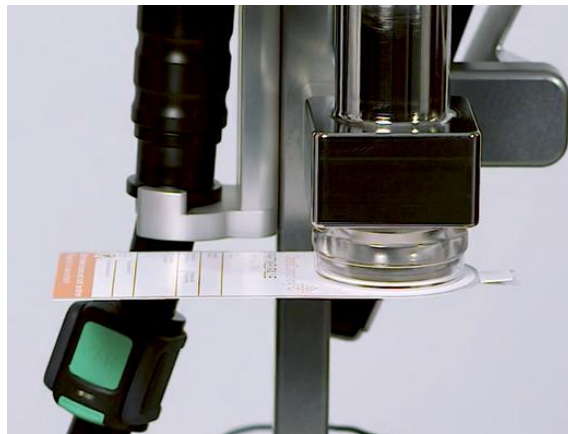
- Filter mit speziellen optischen Eigenschaften (z. B. farbige Filter oder transparent gemachte Filter) für einen guten lichtoptischen Kontrast oder aus spezifischen Materialien für einen hohen Materialkontrast, eine gute Ableitfähigkeit oder Beständigkeit im Rasterelektronenmikroskop.
- Filter, die 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

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

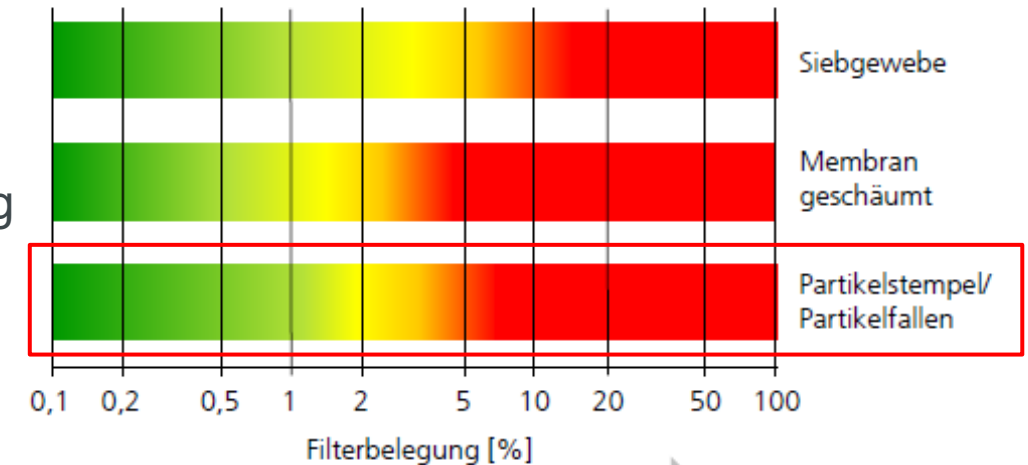


Filtration & Abscheiden – Auswertbarkeit von Partikelfiltern



- 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 (Ausgangsfiler werden mit eingesetzt & ausgewertet)

Lichtoptische Auswertbarkeit von Analysefiltern, Partikelstempeln und Partikelfallen



- Zahl der Messfehler steigt
- Zahl der Nachbearbeitungsschritte steigt
- Vergleichbarkeit verschiedener Systeme sinkt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Hauptänderungspunkte

Ultraschall-Extraktion



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



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

