

CleanControlling

FAQs zum Online-Seminar „Revision der VDA 19.1“

24. und 25. März 2026

Inhalt

Auswahl der Extraktionsverfahren	1
Extraktion mittels Partikelstempel.....	4
Mikroskopie und Gravimetrie	9
Allgemeine Fragen	14
Qualifizierung und Blindwert.....	16
(Bürst-)Saugextraktion	19
Nasse Extraktionsverfahren	25
REM/EDX.....	26

Auswahl der Extraktionsverfahren

Zählen Schaumbauteile ebenfalls zu Bauteilen mit nicht extrahierbaren Oberflächen?

Weichschaum-Bauteile mit offener Porenstruktur sind oft nicht oder nur schwer extrahierbar. Im Gegensatz zu geschlossen-porigen Schäumen. Flüssige Extraktionsmedien sind üblicherweise ungeeignet, da die Schäume oft wie ein Schwamm wirken. Die Klebepads der Partikelstempeln können zusätzlich die Bauteiloberfläche beschädigen. Am besten lassen sich solche Bauteile mittels (Bürst-)Saugextraktion extrahieren.

Hartschaum-Bauteile mit geschlossener Porenstruktur lassen sich häufig mittels Nassextraktion prüfen, sofern materialverträgliche Extraktionsmedien verwendet werden.

Schaumbauteile sind also grundsätzlich extrahierbar.

Welche Möglichkeiten gibt es flexible Verpackungsmaterialien wie z.B. PET- Tüten hinsichtlich technischer Sauberkeit zu beproben?

Für die Beprobung flexibler Verpackungsmaterialien wie PET-Tüten empfiehlt es sich, das Verfahren abhängig von Materialeigenschaften und Fragestellung auszuwählen.

Glatte, stabile Folienoberflächen lassen sich sowohl mittels spitzen, Partikelstempel und auch der (Bürst-)Saugextraktion beproben.

Ist das Material jedoch sehr dünn, weich oder empfindlich gegenüber mechanischem Druck, kann der Einsatz eines Stempels zu Verformungen oder Beschädigungen führen. In solchen Fällen bietet die Nass- und Saugextraktion klare Vorteile.

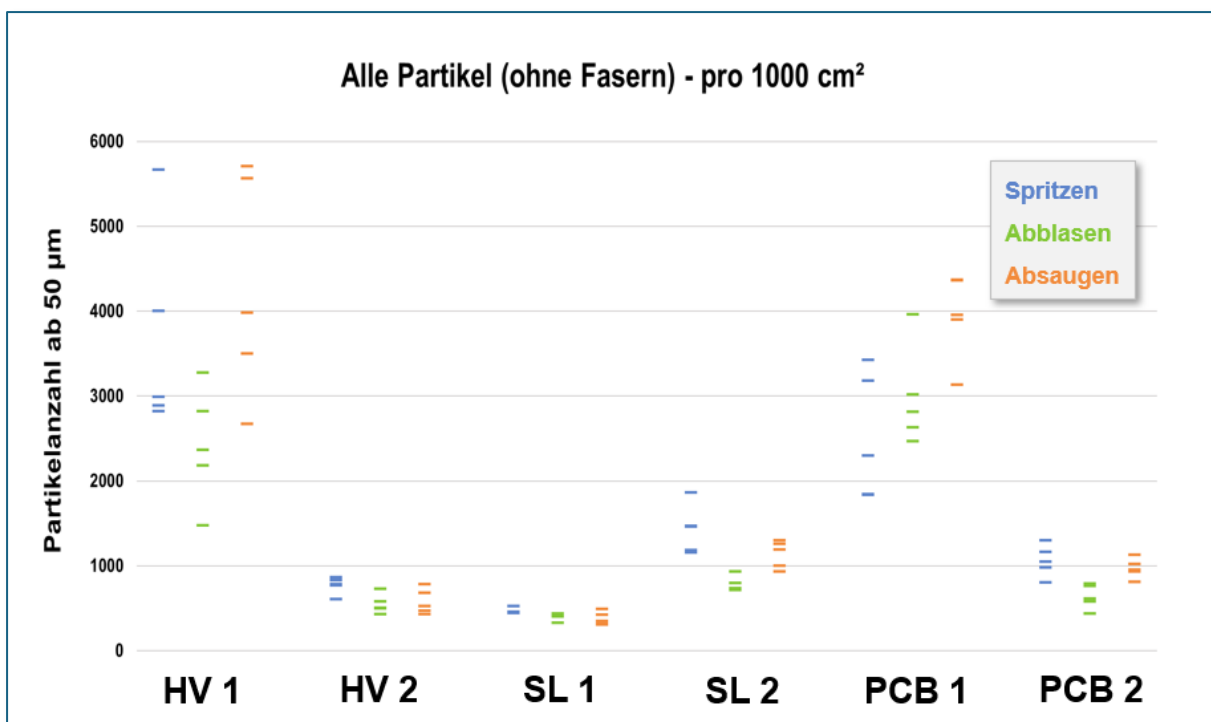
Ist die Trockenextraktion günstiger als die flüssigkeitsbasierte Extraktion?

Die Kosten für die einzelne Analyse sind recht vergleichbar. Die Extraktionsdauern sind bei der Nassextraktion etwas kürzer, was zu etwas geringeren Personalkosten führt. Auf Basis unserer eigenen Laborzahlen sind damit die Kosten für die Saugextraktion ca. 6 % höher als für die Nassextraktion. Bei der Nassextraktion müssen dann aber noch die Kosten für das Extraktionsmedium miteingerechnet werden. In Summe führt dies zu sehr vergleichbaren laufenden Kosten für die einzelne Analyse. Die initialen Kosten sind bei der Saugextraktion üblicherweise geringer. Unsere Saugsysteme liegen preislich im Bereich von 20.000 EUR – 60.000 EUR. Nassextraktionskabinette liegen unseres Wissens im Bereich von 45.000 - 120.000 EUR.

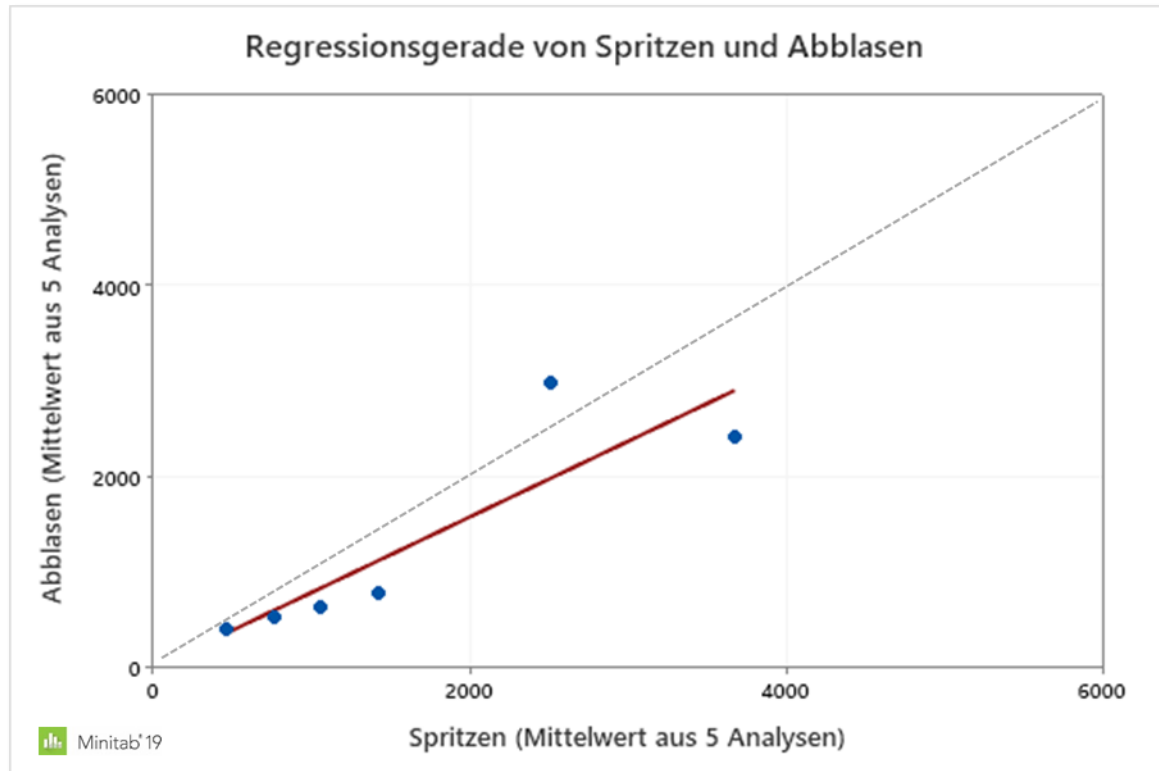
Die Extraktion mittels Abblasens führt zu den höchsten Kosten, da sowohl die Extraktionsdauern länger sind als bei den anderen Methoden und auch das flüssige Medium benötigt wird.

Gibt es vergleichende Untersuchungen zur Menge der abgelösten Partikel durch Spritzen und Abblasen? Bestehen hier Unterschiede?

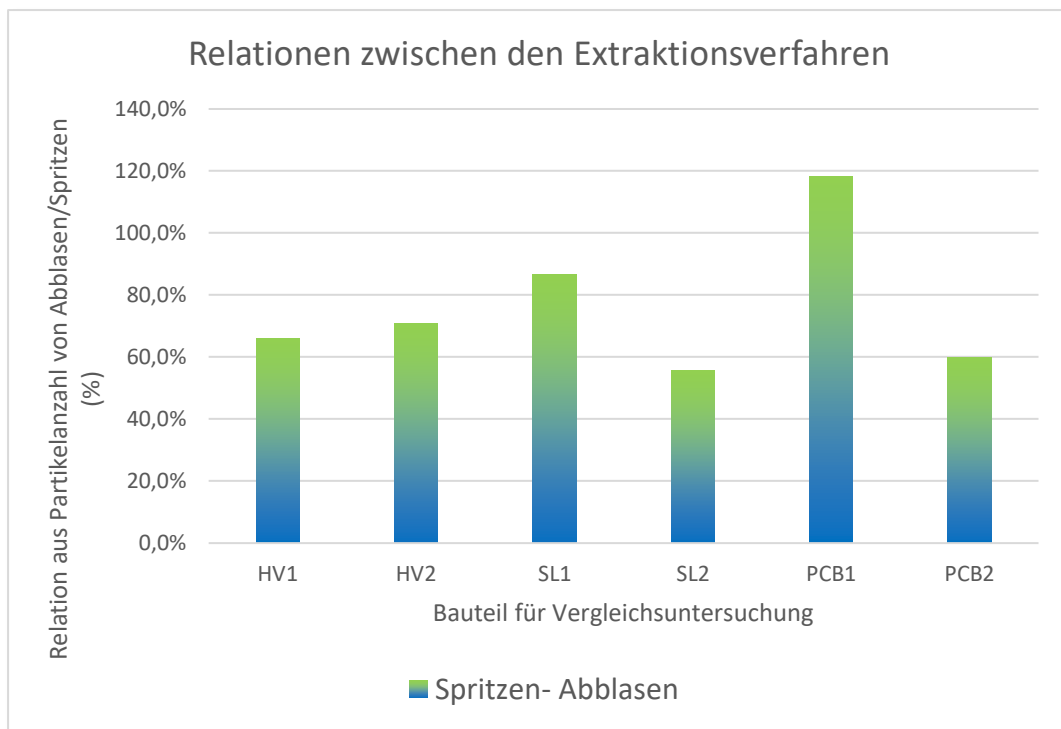
Im Rahmen einer großangelegten Studie des ZVEI zur Vergleichbarkeit von Extraktionsmethoden existieren vergleichende Untersuchungen zwischen Spritzen und Abblasen. In der Studie wurden jeweils 2 Bauteiltypen mit der Indexierung 1 und 2 aus den Gruppen Hochvoltstecker (HV), Steckerleiste (SL) und Leiterplatten (PCB) verglichen. Von jedem Bauteil wurden 5 Analysen durchgeführt. Die Ergebnisse der Partikelanzahl >50 µm ist in dieser Darstellung gezeigt:



Werden die Mittelwerte aus jeweils 5 Analysen von Spritzen und Abblasen aufgetragen, zeigt sich, dass Abblasen tendenziell 79 % der Partikelanzahl von Spritzen aufweist. Die graue gestrichelte Linie zeigt die Ideallinie, wobei die rote Gerade die Regressionsgerade mit 95,7% Korrelation der Datenpunkte (Mittelwerte der Analysen).



Eine weitere vergleichende Auswertemethode ist der Vergleich der mittleren Partikelanzahl über die Relation der Partikelanzahlen von Abblasen und Spritzen. Die mittlere Partikelanzahl (des jeweiligen Bauteils) aus den Analysen mit Abblasen wird durch die mittlere Partikelanzahl mittels Spritzen dividiert. Lediglich die Leiterplatte 1 (PCB1) zeigt beim Abblasen mehr Partikel als beim Spritzen. Die restlichen Bauteile haben beim Abblasen geringere Mittelwerte als beim Spritzen. Die mittlere Relation zeigt für Abblasen tendenziell 77 % der Partikelanzahlen $>50\ \mu\text{m}$ verglichen zu Spritzen. Die korrelative Auswertemethode ist vom Ergebnis mit 79 % gut vergleichbar.



Fazit:

Ja, es gibt vergleichende Untersuchungen zwischen Abblasen und Spritzen. In der Studie zu elektronischen Bauteilen zeigte die Extraktionsmethode Abblasen tendenziell etwa 78 % der Partikelanzahlen von Spritzen. Abblasen extrahierte in dieser Studie somit rund 22 % weniger Partikel als Spritzen.

Extraktion mittels Partikelstempel

Gibt es beim neu zugelassenen Stempeltest eine definierte Oberfläche, mit welcher dieser durchgeführt werden muss, z.B. durch ein definiertes Medium oder durch eine definierte Klebefolie? Wenn ja, wie ist diese genau definiert? Wie wird hier unterschieden? Oder ist hier eine Abstimmung zwischen Lieferant und Kunde nötig?

Welche Stempel zu verwenden sind und wie die jeweilige Anwendung erfolgt, ist im Kunden-Lieferanten Verhältnis zu vereinbaren bzw. in der Prüfspezifikation festzulegen.

Wird bei einer Stempelprüfung bei großen Flächen ein Stempel für mehrere Orte verwendet oder für jeden Ort ein einzelner Stempel?

Ein Stempel lässt sich in der Regel mehrfach verwenden, bevor seine Haftkraft nachlässt. Dadurch kann mit einem einzigen Stempel nicht nur eine Fläche in der Größe des Klebepads erfasst werden, sondern ein Vielfaches davon – oftmals das 6- bis

8-Fache. Die tatsächliche Ausbeute hängt jedoch stark von der Beschaffenheit sowie der Sauberkeit der Prüfoberfläche ab.

Wie wird bei einem Stempeltest die Messposition spezifiziert?

Innerhalb der Prüfspezifikation. Die Geometrie der Oberfläche muss dabei für das Aufsetzen des Stempels geeignet sein (eben oder konvex, nicht konkav, keine Vertiefungen, keine engen Innenbereiche).

Wenn man mehrmals mit demselben Stempel eine Oberfläche stempelt, welche Oberfläche wird dann im Report angegeben?

Es gibt zwei unterschiedliche Ansätze:

1. Bei der Überlappende Stempelung, ist die Prüffläche (deren Kontrollbereich bekannt sein muss) im Report anzugeben
2. Haben wir keine überlappende Stempelung, wird die Prüffläche wie folgt berechnet:

$$\text{Prüffläche } (A_c) = \sum_{n=1}^n \text{Fläche}_{\text{Stempel } n} * \text{Stempelvorgänge}_{\text{Stempel } n}$$

Kann für die Prüfung von Verpackungsgebinden ein Partikelstempel verwendet werden, mit welchem mehrmals die Fläche abgestempelt wird?

Ja die Oberfläche der Verpackung sollte nur trocken, öl- und fettfrei sein.

Bei mehrmaligem Stempeln ist ein Hochrechnen auf 1000cm² nicht mehr möglich, oder ist dies ohnehin nicht üblich?

Beim Stempeltest wird eine definierte Kontrollfläche des Bauteils komplett extrahiert und das Analyseergebnis kann analog zu anderen Extraktionsverfahren auf 1000 cm² hochgerechnet werden, sofern die Oberfläche der Kontrollfläche bekannt ist. Auch wenn die Kontrollfläche mehrmals abgestempelt wird (mit einem Stempel oder mehreren Stempeln bei jeweils überlappenden Prüffeldern) ist die gesammelte Partikelfracht der Oberfläche der Kontrollfläche zuzuordnen und kann anschließend auf 1000cm² normiert werden.

Bsp: Eine Bauteiloberfläche von 250 cm² wird mit insgesamt 2 Stempeln vollständig extrahiert. Dazu werden die 2 Stempel jeweils 6x leicht überlappend auf das Prüffeld

aufgesetzt und abgezogen. Die mikroskopische Analyse der beiden Stempel bringt folgendes Ergebnis:

: 250 cm² x 1000cm²



Alle Partikel ohne Fasern <i>All particles without fibers</i>			
Partikelgröße [µm] <i>Particle size</i>	Größen- klasse <i>Size category</i>	Anzahl der Partikel pro Partikelstempel <i>Number of particles per particle stamp</i>	Summe der Partikel pro 1000 cm ² <i>Number of particles per 1000 cm²</i>
25-50	D	39	156,0
50-100	E	15	60,0
100-150	F	8	32,0
150-200	G	2	8,0
200-400	H	1	4,0
400-600	I	0	0,0
600-1000	J	0	0,0
1000-1500	K	0	0,0
1500-2000	L	0	0,0
2000-3000	M	0	0,0
>3000	N	0	0,0

Wie wird sichergestellt, dass die Prüfungen wiederholgenau durchgeführt werden?
Prüfung findet manuell statt.

Schablonen oder eindeutig markierte Prüfflächen können die Wiederholgenauigkeit unterstützen.

Sind diese Stempel absolut rückstandsfrei bzgl. Kleberesten?

Die klebende Natur des Stempelpads birgt inhärent das Risiko, dass Rückstände auf der beprobten Oberfläche zurückbleiben. Dies ist also stets im individuellen Fall zu prüfen. Für extrem sensible Oberflächen wie sie bspw. im Optik-Bereich anzutreffen sind, kann dies auch den Einsatz von sehr empfindlichen Methoden wie GC/MS oder LC/MS notwendig machen.

Untersuchungen bei uns im Haus haben jedoch aufzeigen können, dass die von CleanControlling vertriebenen Stempel keine Rückstände hinterlassen, die zu einem n.i.O. Prüfergebnis im Rahmen des sogenannten „LABS-Konformitätstest“ nach VDMA 24364 führen (LABS = LACKBenetzungsstörende Substanzen). Es sei jedoch gesagt, dass nichts „absolut rückstandsfrei“ ist (z.B. Molekülmonolagen) und stets das Motto „Wer sucht, der findet“ gilt.

Inwieweit ist das Stempelverfahren für die Prüfung von Leiterplatten (bestückt) anwendbar?

Grundlegend gilt gemäß Kapitel 6.5.4.1 (Stempeltest - Prinzip):

„Die Geometrie der Oberfläche muss dabei für das Aufsetzen des Stempels geeignet sein (eben oder konvex, nicht konkav, keine Vertiefungen keine engen Innenbereiche)“

Entsprechend muss die Verwendung von Partikelstempeln bei bestückten Leiterplatten grundlegend als kritisch betrachtet werden.

Dennoch sollte hier die Art der Leiterplattenbestückung mit gesundem Menschenverstand betrachtet werden.

SMD-Leiterplatten mit geringer Bestückungsdichte können durchaus für die Extraktion mittels Partikelstempeln geeignet sein. Bei solchen Leiterplatten sind die Bauteile üblicherweise flach und flächig auf der Leiterplatte montiert. Es existieren also kaum Hinterschnitte und Hohlräume und das weiche Stempelpad kann sich bis zu einem gewissen Grad (bis ca. 500 µm) an die Oberflächenkontur anpassen.

THT-Leiterplatten hingegen, bauen oft höher auf. Dies liegt zum einen an der grundlegenden Bauform der Komponenten, zum anderen aber auch daran, dass diese Leiterplatten oft für Leistungselektronik verwendet werden, was inhärent zu größeren Komponenten führt. Somit wird hier die Leiterplattenoberfläche deutlich dreidimensionaler und komplexer. Entsprechend sind diese Leiterplatten kaum bis gar nicht mit Partikelstempeln extrahierbar.

Muss man sich bzgl. Ausgasung der Klebefolien in einem sensiblen Bereich Gedanken machen?

„LABS-Konformitätstest“ nach VDMA 24364 an den von CleanControlling vertriebenen Partikelfallen, konnten keinen lackbenetzungstörenden Effekt ausmachen. Auch Headspace-GC/MS Messungen (bei 80 °C) konnten keine Ausgasungen an volatilen Stoffen detektieren. Die Untersuchung für die Partikelfallen der Fa. CleanControlling laufen noch. Es sei jedoch gesagt, dass mit einem entsprechend empfindlichen Instrument stets das Motto gilt: „Wer sucht, der findet“.

Eignet sich der Stempeltest auch für die Umfeldanalyse, beispielsweise als Ergänzung zur Aufstellung von Partikelfallen?

Ja, der Stempeltest kann als ergänzende Methode zur Partikelfalle eingesetzt werden, um die Oberflächenbelastung im Umfeld zu erfassen. Er liefert eine Momentaufnahme der Partikelkontamination auf definierten Flächen und eignet sich daher für punktuelle Prüfungen oder regelmäßige Kontrollen im Rahmen eines Monitorings.

Für eine umfassende Umfeldanalyse sollte der Stempeltest jedoch nicht allein, sondern in Kombination mit Partikelfallen verwendet werden:

- **Partikelfallen** ermöglichen eine Langzeitüberwachung sedimentierender Partikel aus der Umgebungsluft. Für die Berechnung des Illig-Wertes sind klar definierte Aktivierungs- und Deaktivierungszeiträume sowie eine in diesem Zeitraum exponierte, festgelegte Fläche erforderlich. Diese Rahmenbedingungen gewährleisten eine aussagekräftige Bewertung.
- **Der Stempeltest** ergänzt diese Methode durch die lokale Erfassung von Oberflächenkontaminationen und kann bei wiederholter Anwendung Trends sichtbar machen. Da jedoch die Start- und Endzeitpunkte der Sedimentation nicht erfasst werden, ist eine Berechnung des Illig-Wertes mit dem Stempeltest nicht sinnvoll möglich.

Gibt es Grenzwerte bei der Klimakontrolle?

Im Gegensatz zur VDA 19.1 (2005), macht die aktuelle Version (2025) keine konkrete Aussage mehr hinsichtlich eines einzuhaltenden rel. Luftfeuchtigkeitsgehalt in der Umgebungsluft. Tabelle 7-1: „Eigenschaften von PET- und PA-Analysefiltern“ in Kapitel 7.1.3 listet jedoch die Aufnahme an Luftfeuchtigkeit der beiden Filtermaterialien PET & PA in einem spezifizierten Temperatur- und rel. Luftfeuchtigkeits-Fenster von 20 °C und 65% rel. Luftfeuchte.

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

Frage: Wenn eine Faser die vorgegebenen Dimensionen nicht erfüllt, muss ich diese als "nicht glänzend" zuordnen?

Sollte es sich bei einem Objekt offensichtlich um eine Faser handeln, dieses jedoch nicht die Faserkriterien erfüllen, ist dieses im Rahmen der manuellen Nachkontrolle von „nicht-metallisch glänzender Partikel“ zu „Faser“ zu umzusortieren. Das Mikroskopiepersonal muss daher entsprechend geschult sein und hat im Rahmen der manuellen Nachkontrolle sogar die Pflicht solche „Umkategorisierungen“ vorzunehmen.

Mikroskopie und Gravimetrie

Warum wird an der zeitaufwendigen gravimetrischen Auswertung festgehalten, obwohl diese keine Aussage hinsichtlich Größe und Art des Partikels hat?

Die Angabe des Rückstandgewichts hat vor allem historische Gründe, da zunächst die rein gravimetrische Untersuchung aus Kostengründen einer lichtmikroskopischen Analyse zu bevorzugen war. Durch den Einsatz (halb-)automatischer Mikroskopiesysteme, fällt dieser Vorteil heutzutage defacto weg. Die Anforderungen wie sie bspw. auf technischen Zeichnungen zu finden sind, sind diesem Trend jedoch nicht immer gefolgt.

Die VDA 19.1 (2025) Kapitel 8.2.1.1 macht folgende Aussage: „Das Ergebnis der gravimetrischen Analyse wird als Rückstandsgewicht bezeichnet und stellt einen integralen Wert dar, dessen Betrag von der Gesamtmenge und Größe der Partikel sowie deren jeweiligem Material abhängt. Die gravimetrische Analyse liefert keine Aussage über die Anzahl, die Größe oder die Beschaffenheit der einzelnen Partikel und erlaubt somit auch kaum eine Einschätzung des möglichen Schädigungspotenzials.“

Die Aussagekraft dieses integralen Wertes kann je nach Empfindlichkeit des geprüften Bauteils hinsichtlich partikulärer Kontamination ausreichen. Für Bauteile, die durch helle/durchsichtige Partikel (z.B. Korund) kontaminiert sind, vermag die gravimetrische Analyse außerdem den Beitrag dieser Partikel zum Gesamtverschmutzungsgrad integral darzustellen. Eine lichtmikroskopische Analyse hätte diese nicht erfassen können.

Die für die Erstellung des Sauberkeitsgrenzwertes zuständige Person muss sich dieser begrenzten Aussagekraft bewusst sein und das Ergebnis einordnen können.

Wie werden transparente bzw. Partikel, welche sich nicht vom Filterhintergrund abheben, ausgewertet?

Die lichtmikroskopische Erfassung & Vermessung ist Teil der sogenannten „Freien Analyse“. Somit darf jedes qualifizierte optische Verfahren (Stickwort: Kunde-Lieferanten-Verhältnis) angewandt werden.

Die VDA 19.1 (2025) liefert in Kapitel 8.2.2.3.2 „Erfassung kontrastarmer Partikel“ mehrere Beispiele, wie die Vermessung solcher Partikel gelingen kann. Ein dem Problem angepasster Vorgang ist notwendig.

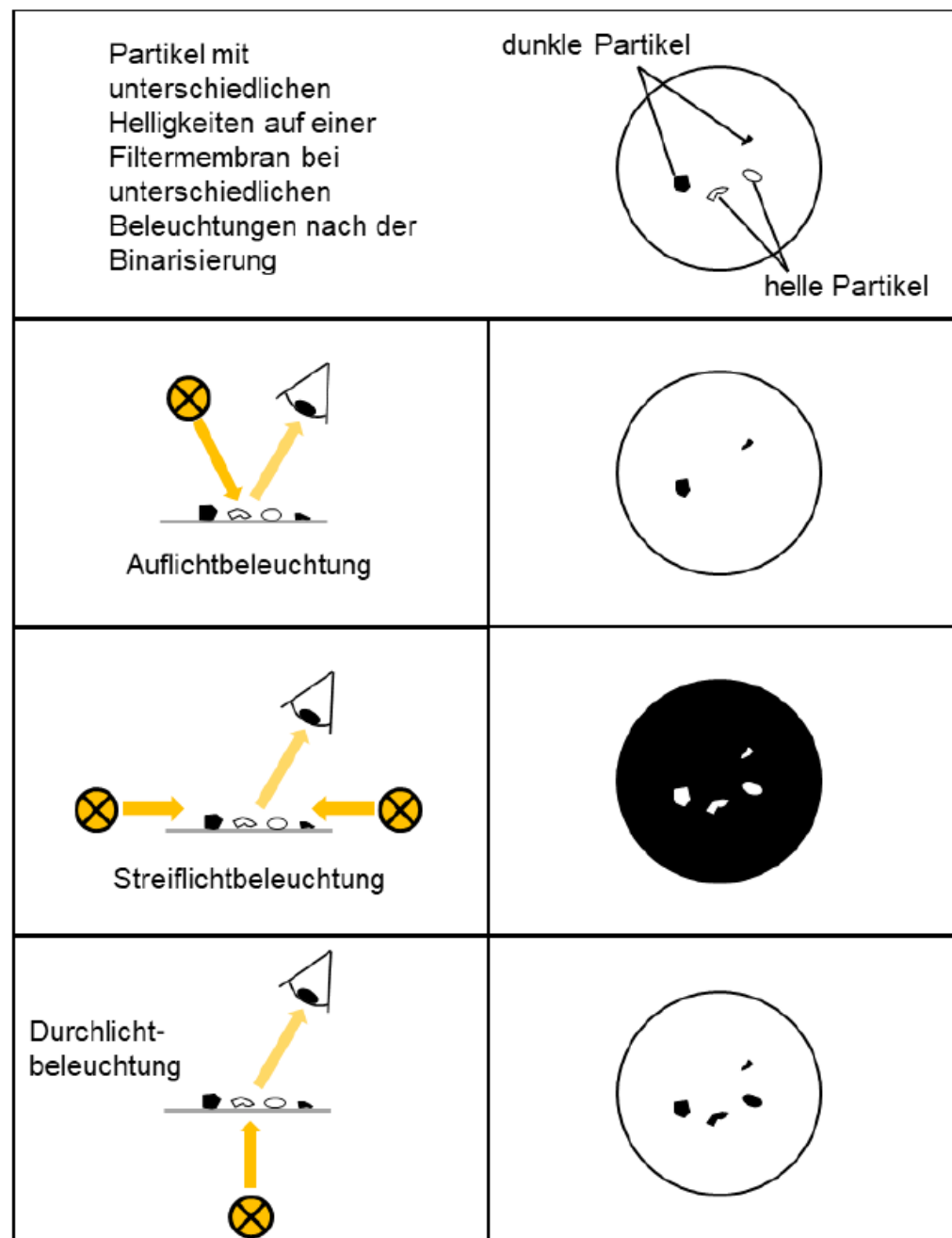


Abbildung 8-11: Kontrastverhältnisse bei verschiedenen Beleuchtungen

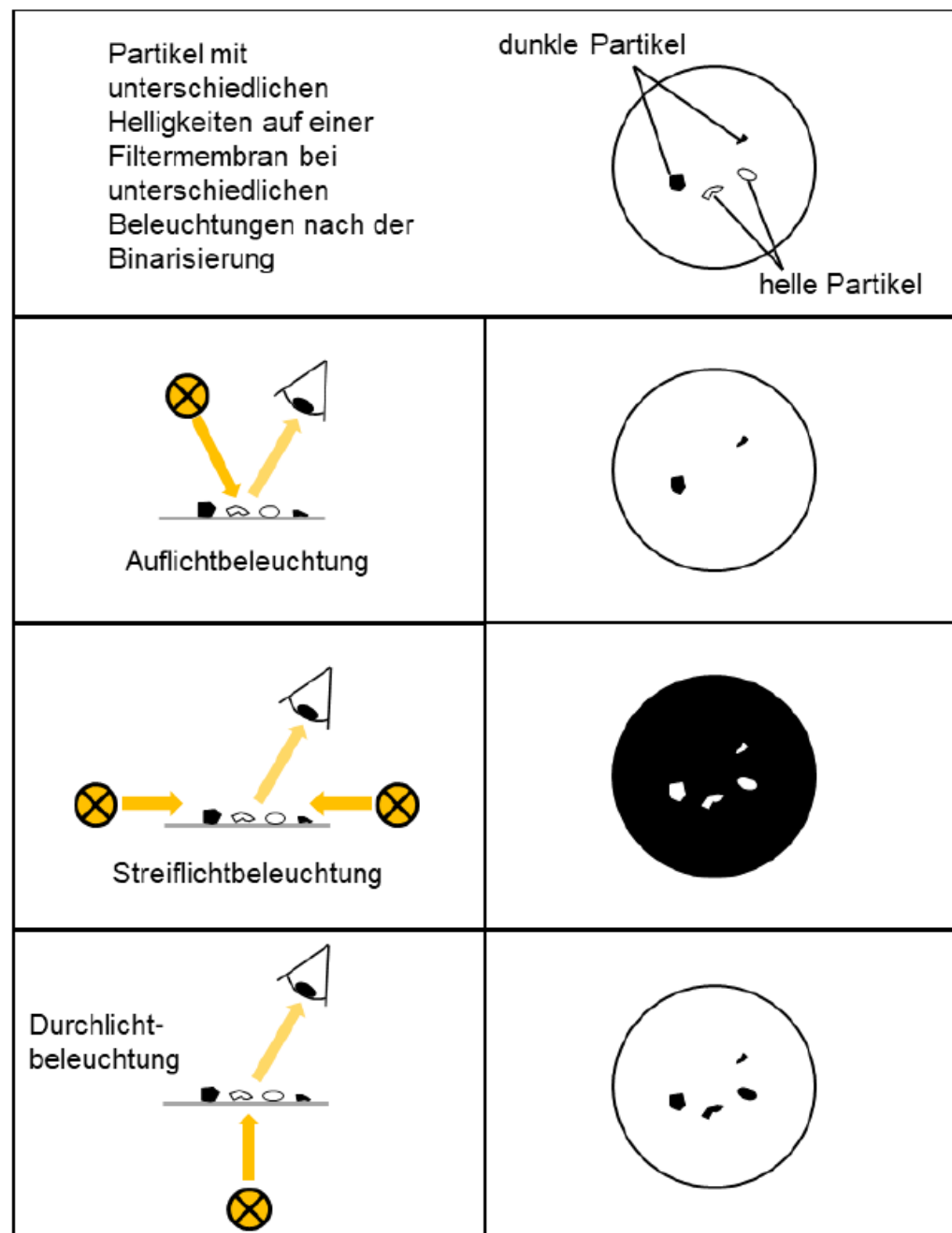
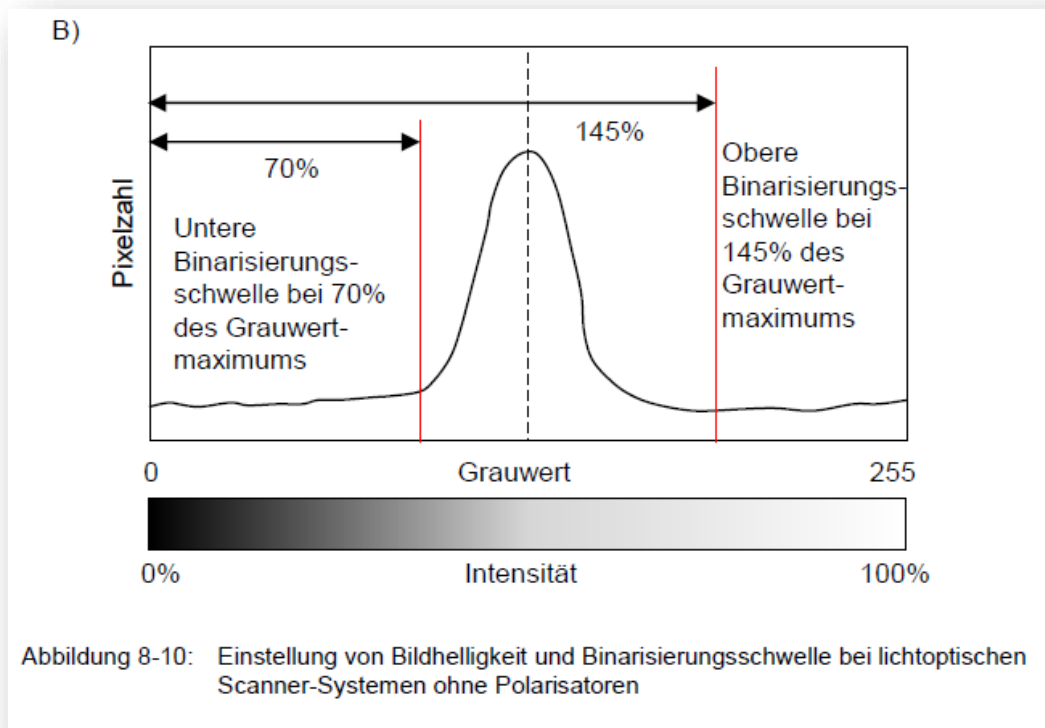


Abbildung 8-11: Kontrastverhältnisse bei verschiedenen Beleuchtungen

Ein weiterer erwähnenswerter Ansatz kann die Verwendung zweier Binarisierungsschwellwerte sein, wie Sie für Messungen mittels Flachbettscannern eingesetzt werden, um „metallisch-glänzende“ Partikel zu identifizieren. So können u.U. Partikel, die heller als der Filterhintergrund sind, erfasst und vermessen werden.



Nach welcher Norm kann die Gewichtskonstanz bei der Trocknung für die Gravimetriemessung an unterschiedlichen Medien ermittelt werden?

Die VDA 19.1 (2025) schreibt hierzu in Kapitel 8.2.1.1:

Gewichtskonstanz:

Die Temperatur und Dauer der Trocknung sind abhängig vom Material des Analysefilters sowie von der Art der verwendeten Prüf- und Nachspülflüssigkeit. Die Trocknungsparameter sind dann geeignet, wenn die Gewichtskonstanz des Analysefilters erreicht ist, d. h., wenn der Analysefilter durch weiteres Trocknen kein Gewicht mehr verliert. Die geeigneten Zeit- und Temperatureinstellungen sind für die verwendete Kombination aus Filter und Prüfmedium mindestens einmalig zu ermitteln (z. B. Celluloseeintrittfilter in Kombination mit Kaltreiniger, 150 Minuten bei 70 °C).

Hinweis 1:

Die Gewichtskonstanz ist erreicht, wenn nach einer zweiten Trocknung und anschließender Wägung desselben Analysefilters keine für das Gravimetrieresultat relevante Gewichtsänderung mehr festgestellt wird.

Hinweis 2:

Die Trocknungsbedingungen (Zeit und Temperatur) können je nach Kombination aus Prüfflüssigkeit und Analysefilter variieren. Die Angaben der Filterhersteller sind zu beachten.

Hinweis 3:

Ob eine Partikelfalle oder ein Partikelstempel für eine gravimetrische Analyse geeignet ist, muss individuell geprüft werden.

Wie werte ich die schwarzen Stempel zuverlässig aus? Die Mikroskope sind doch vornehmlich für weiße bzw. helle Stempel bzw. Filtermembranen ausgelegt.

Eine lichtoptische VDA19.1 Standardanalyse von weißen Filtern erfolgt polarisationsabhängig nach den Helligkeits- und Schwellwerten, die in der VDA19.1 definiert sind. Weiße Fallen oder Stempel werden möglichst analog ausgewertet. Eine Analyse von schwarzen oder farbigen Filtern, Fallen oder Stempel ist keine VDA19.1 Standardanalyse sondern zählt unter die freie Analyse und ist als diese in der Norm VDA19.1 nicht über Helligkeits- oder Schwellwerte definiert. Sie können somit die Parameter frei selbst wählen, sollten jedoch die verwendeten Parameter durch die zuverlässige Detektion der gewünschten Partikel kontrollieren.

Eine Analyse von hellen Partikeln auf schwarzen Fallen oder Stempel könnte über folgende Parameter ausgewertet werden:

- Keine Verwendung von Kreuzpolarisation. Nur eine Messung.
- Auswertung nach HLS-Schwellwerten:
 - o Alle Farbtöne (0 – 359)
 - o Jede Sättigung (0 – 100)
 - o Helligkeitsschwellwert 37% (37 % - 100 %)

Darüber hinaus bietet CleanControlling auch die selektive Auswertung von farbigen Partikeln oder Fasern an. Bei diesen Analysen geht die vorherige Kontrolle der zu verwendenden Parametern stets voraus.

Wie oft sollten Waagen kalibriert bzw. mit Referenzgewicht überprüft werden?

Die Herstellerangaben sollten befolgt werden, es können auch Intervalle innerhalb des QM-Systems definiert werden.

In welchen Fällen kann nach der Trocknung des Filters auf den Exsikkator verzichtet werden?

- Die VDA 19.1 (2025) schreibt hierzu in Kapitel 8.2.1.2:
 - 1. Exsikkator: Exsikkator dient dazu, den Analysefilter während des Abkühlens nach der Trocknung vor der Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Umgebung zu schützen.
 - Hinweis 1: Je nach Sauberkeitsanforderungen bzw. bei relativ hohen nachzuweisenden Rückstandsgewichten kann auf die Verwendung eines Exsikkators verzichtet werden. Auch hierbei ist es Voraussetzung, dass der maximal zulässige Blindwert nicht überschritten wird.
- Die VDA 19.1 (2025) schreibt hierzu in Kapitel 8.2.1.5:
 - Hinweis 2: Wird zur Trocknung des Analysefilters eine Einrichtung eingesetzt, die eine Heizplatte in Kombination mit Vakuum verwendet, kann auf eine Abkühlung des Analysefilters im Exsikkator verzichtet werden, sofern der Analysefilter direkt auf der Heizplatte getrocknet wird und unmittelbar nach dem Trocknungsvorgang gewogen wird.
- Die VDA 19.1 (2025) schreibt hierzu in Kapitel 8.2.2.6:
 - Hinweis 2: Für die lichtoptische Analyse müssen Filter nicht wie bei der Gravimetrie bis zur Gewichtskonstanz getrocknet werden. Ein Abkühlen im Exsikkator kann somit entfallen. Eine lichtoptische Analyse von nassen oder feuchten Analysefiltern ist zwar prinzipiell möglich, allerdings besteht die Gefahr, dass es zu Reflexen aufgrund der Feuchtigkeit kommen kann oder dass es zu Bildveränderungen kommt, wenn der Filter im Mikroskop trocknet.

Wie sehen Nachuntersuchungen bei der Bestimmung der Partikelart (metallisch/nicht metallisch) aus?

CleanControlling empfiehlt den Leitfaden vom CEC-Netzwerk, der unter folgenden LINK angefragt werden kann:

[CEC-Arbeitskreis veröffentlicht Leitfaden Manuelle Nachkontrolle – Das Netzwerk zur Technischen Sauberkeit](#)

Mikroskopanforderung à 10 Pixel pro Partikel oder 50 Mikrometer?

Für Partikel ab 25 Mikrometer Partikellänge oder größer gilt das 10-Pixel-Kriterium, d.h. die Längendimension muss über mindestens 10 Pixel hinweg erfasst werden. Für die kleinste Partikelgrößenkategorie innerhalb der „Standardanalyse“ von 50 µm bedeutet ist also ein Mikroskop-System mit einer Auflösung von mindestens 5 µm/Pixel zu verwenden. Sind im Rahmen der „freien Analyse“ auch kleine Partikellängen von Interesse kann gegebenenfalls davon abgewichen werden. (siehe u.s. Tabelle)

Tabelle 8-4: Zu verwendende Auflösung in Abhängigkeit von der Partikelgröße

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

Allgemeine Fragen

Welche Verpackung kann für Großbauteile >1 Meter verwendet werden. Wie kann diese Verpackung sauber gehalten werden (nachweislich?) in Bezug auf den Bauteilgrenzwert.

Die Verpackung von Großbauteilen kann durch geeignete Maßnahmen so gestaltet und gereinigt werden, dass sie den geforderten Sauberkeitsgrenzwert zuverlässig einhält. Neben einer sauberkeitsgerechten Konstruktion von Großladungsträgern, die durch abriebarme Materialien, glatte Oberflächen und definierte Schutzschichten das Partikelrisiko minimieren, spielt auch die regelmäßige Reinigung der Verpackung eine wesentliche Rolle. Trockene Reinigungsmethoden wie der Einsatz ionisierter Druckluft ermöglichen es, trocken anhaftende Verunreinigungen effizient zu lösen, ohne Feuchtigkeit in die Verpackung einzutragen. Je nach Sauberkeitsanforderung kann auch ein PE-Beutel ausreichend oder unterstützend sein.

Wie definiert sich lösbare Verunreinigung?

Eine lösbare (hier: filmische und/oder ionische) Verunreinigung (zur Definition filmische & ionische Kontamination siehe: ZVEI Leitfaden „Technische Sauberkeit in der Elektrotechnik“ Kapitel 8.1 & 8.1.1) kann als eine Verbindung aufgefasst werden, für die eine Kombination aus den Parametern des sinnerschen Kreises existiert, um von dem Bauteil entfernt zu werden. Innerhalb der Praxis einer Sauberkeitsprüfung auf partikuläre

Verunreinigungen, begrenzt sich dies oft auf die Auswahl des eingesetzten Lösungsmittels (& u.U. Temperatur).

Ist geregelt, welches Extraktionsverfahren bei beschichteten Teilen verwendet werden soll?

Nein, die Materialverträglichkeit muss individuell geprüft werden

Frage: Müssen die Neuerungen der VDA 19.1 /2025, auch bei bereits laufenden Produkten nachgezogen werden, oder sind diese erst bei neuen Produkten anzuwenden?

Bei der VDA 19.1 /2025 handelt es sich um eine Empfehlung des VDA wie Prüfungen der Technischen Sauberkeit durchgeführt werden sollen. Es ist grundsätzlich sinnvoll, zu diesem Zweck die jeweils neueste Normen-Auflage zu verwenden - um z.B. langfristig vergleichbare Sauberkeitsprüfungen nach dem Stand der Technik durchzuführen - und die jeweils aktuellste Auflage sollte für neue Produkte Anwendung finden.

Bei bestehenden Produkten ist zusätzlich eine Abwägung im Sinne der Vergleichbarkeit zu bereits durchgeführten Sauberkeitsprüfungen zu treffen. Insbesondere wenn sich durch Anwendung der neuen Normen-Auflage das Ergebnis der Sauberkeitsprüfung verändert (von „nicht erfüllt“ zu „erfüllt“ oder umgekehrt), sollte eine Abwägung zwischen Reproduzierbarkeit zu bisherigen Prüfungen und Anwendung des aktuellen Stands der Technik stattfinden. Die Einschätzung der jeweiligen Vor- und Nachteile, obliegt dem jeweiligen Anwender.

In einigen Fällen ist in Kundennormen oder im Kunden- Lieferanten Verhältnis klar geregelt, wie mit Neuauflagen von übergeordneten Normen umzugehen ist.

Es wurde darauf hingewiesen, dass die Technische Sauberkeit ein nicht definierter Herstellprozess ist und somit eine Fähigkeitsuntersuchung schwierig bis nicht anwendbar ist. Wie sind Ihre Erfahrungen / Argumentation bei kundenseitigen Forderungen zu Fähigkeitsuntersuchungen der TecSa?

Da die Partikel auf den Bauteilen nicht vorsätzlich erzeugt werden, sondern innerhalb des Herstellungsprozesses ungewollt anfallen, ist das Merkmal der Partikelsauberkeit gewissen Schwankungen unterlegen. Bei elektronischen Bauteilen, wie Leiterplatten, Hochvoltstecker oder Konnektoren, hat sich gezeigt, dass bei etablierten Herstellern der elektronischen Bauteile prozessbedingte Schwankungen in den Partikelanzahlen der Partikel > 50 µm häufig Variationskoeffizienten von 20 % ± 10 % vorkommen. Die tatsächlich vorliegende Variation der Partikelanzahl ist abhängig von vielen Faktoren, beispielsweise wie stark die Prozessschwankungen sind oder die derzeit vorliegende Umgebungssauberkeit variiert. In einer Studie vom ZVEI zeigte sich, dass selbst

Reinigungsprozesse (unabhängig von der Reinigungsmethode) die Schwankungen in der Partikelanzahl $> 50 \mu\text{m}$ nur bedingt reduziert. Der Variationskoeffizient steigt bei kleiner Anzahl Zählereignisse stark an. Ist beispielsweise die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein eines Partikels $> 200 \mu\text{m}$ gering, können vereinzelte Bauteile dennoch diesen grenzwertverletzenden Partikel aufweisen. Im gleichen Maß ist das übertragbar für das Merkmal des längsten Partikels, das erfahrungsgemäß eine große Variation/Unsicherheit aufweist. Im Kapitel 10.1 Interpretation wird daher folgende Text genannt: „Dies ist auch der Grund warum Standardmaßstäbe der Qualitätssicherung, wie die in der Automobil- und Zuliefererindustrie, sonst übliche Werte für Fähigkeiten von Prozessen, nicht im Bereich der technischen Sauberkeit angelegt werden können“ (Zitat VDA19.1 2026 Kap. 10.1).

Dies kann bei Argumentationen unterstützen. Empfehlenswert ist dennoch ein statistischer Ansatz, um einzelne Ausreiser von systematischen Sauberkeitswerten zu unterscheiden.

Ist es möglich die Ergebnisse des "Kurzschluss ..." für 400V bis 800 V nachgereicht zu bekommen?

Die neue Fassung des ZVEI Leitfadens soll Anfang 2027 erscheinen und wird dann alle Messungen enthalten.

Ist es geplant auch über 800V Kurzschluss tests durchzuführen?

Ja, weitere Messungen sind geplant. Es liegt aber aktuell keine finale Zeitschiene vor.

Wie ist die weitere Planung für VDA19.2? besonders im Hinblick auf Messungen zwischen 5-50 μm ?

Es wird eine Überarbeitung der VDA 19.2 geben. Genaue Inhalte und Ziele sind aber noch nicht festgelegt.

Qualifizierung und Blindwert

Was bedeutet "fünffache Startzeit"?

Die in der VDA19.1 empfohlenen Startparameter je Extraktionsverfahren werden anhand der Größe der zu prüfende Fläche berechnet, wie es für die Berechnung der Startparameter für die Durchführung der Abklingmessung durchgeführt wird. Der errechnete Zeitfaktor (oder beim Extraktionsverfahren Stempeln die Anzahl der Stempel) wird dann mit 5 multipliziert. Mit dem neuen berechneten Parameter wird dann die

Sauberkeitsprüfung durchgeführt (die Parameter der Extraktion würden dann einem Abklingen im 6. Schritt entsprechen).

Kann Spritzen innen an Rohren als Zweifachprüfung angewendet werden?

Ja, Spritzen kann in bestimmten Innenbereichen von Rohren technisch eingesetzt werden, allerdings dient die Zweifachprüfung nicht als reguläre Prüfmethode, sondern ausschließlich der optionalen Qualifizierung. Wurde jedoch eine vorrangigere Sauberkeitsprüfung mittels Innenspülen durchgeführt, hat auch die Zweifachmessung mittels Innenspülen stattzufinden, da nur eine eingeschränkte Vergleichbarkeit zwischen unterschiedlichen Extraktionsmethoden besteht (siehe Antwort zur Frage: ***Gibt es vergleichende Untersuchungen zur Menge der abgelösten Partikel durch Spritzen und Abblasen? Bestehen hier Unterschiede?***)

Was ist zu tun, wenn bereits neue Filter unreiner sind als die geforderten Blindwertgrenzwerte?

Ein für die gravimetrische wie auch lichtmikroskopische Untersuchung qualifizierter Sauberkeitszustand des Filters im Hinblick auf filmische wie auch partikuläre Verunreinigungen kann durch eine sogenannte Vorkonditionierung erreicht werden. Die VDA 19.1 (2025) schreibt hierzu in Kapitel 8.2.1.5:

„2. Vorkonditionierung des Analysefilters zur Gewichtsstabilisierung (optional):

Hinweis 1:

Zur Stabilisierung des Gewichtes von Analysefiltern werden diese vor der ersten Trocknung mit Analyseflüssigkeit behandelt, um eventuell auswaschbare Substanzen aus dem Filtermaterial herauszulösen. Sie würden sonst bei der Analysefiltration ausgewaschen werden und zu einer Verringerung des tatsächlichen Rückstandgewichtes führen. Dies ist vor der erstmaligen Anwendung der Kombination aus Analyseflüssigkeit und Analysefilter zu überprüfen. Sofern sich hier keine Verringerung des Rückstandgewichtes ergibt bzw. bei höheren Rückstandgewichten kann unter Umständen auf ein Vorkonditionieren verzichtet werden.

a) Einlegen der Membran in den Filterhalter und Filtration einer ausreichenden Menge sauberer Analyseflüssigkeit, um lösliche Bestandteile des Analysefilters auszuwaschen

b) Vortrocknung der Membran durch Ansaugen von Luft mittels Vakuumpumpe durch den Analysefilter“

Wie wird der Blindwert bei Abklingprüfungen beurteilt: Abgleich mit Spezifikation vom Bauteil oder mit Istwerten aus der Abklingprüfung 10?

- a) Bei vorhandener Sauberkeitsspezifikation ist die Einhaltung des Blindwertkriteriums anhand der Sauberkeitsspezifikation zu bewerten.
- b) Ohne Sauberkeitsspezifikation gilt die Anforderung: kein Partikel > 100 µm im Blindwert zulässig.

Darf von Startparametern abgewichen werden, wenn dadurch sehr lange Extraktionszeiten verursacht werden (Abblasen) z.B. ein Bauteil 2-3 Std Extraktionszeit aufgrund großer Bauteil Fläche?

Startparameter sind allgemeine Empfehlungen für die Ableitung der Extraktionszeit pro Bauteilfläche für eine Abklingmessung. Wenn mit den Startparametern das Abklingkriterium nicht erreicht werden kann oder wenn begründet und dokumentiert geeignetere Parameter verwendet werden sollen, kann von den Startparametern abgewichen werden. Bei einer Reduzierung der Extraktionszeit ist zu beachten, dass damit das Risiko einer nicht erfolgreichen Abklingmessung eingegangen wird, und diese dann ggf. mit einer erhöhten Extraktionszeit pro Bauteilfläche wiederholt werden muss.

Für Abblasen sind sehr hohe Extraktionszeiten unüblich, da die Bauteilgröße i.d.R. bereits durch die Größe der umgebenden geschlossenen Extraktionskammer limitiert ist. Ein Bauteil aus dem sich anhand der Startparameter 2-3 Std. Extraktionszeit ergeben, hätte eine Oberfläche von 24.000-36.000 cm². Bei einer entsprechend groß dimensionierten Extraktionskammer steigt zudem der Aufwand zum Nachspülen der Extraktionskammer und Transport der Partikel zum Analysefilter.

Müssen Abklingprüfungen und auch Testpartikelprüfungen in einem Labor bzw. an einer Anlage wiederholt werden (z.B. jährlich) oder reicht eine einmalige Feststellung?

Hierzu gibt es keine eindeutige Vorgabe. Eine Abklingmessung sollte ohne Begründung nicht wiederholt werden, da sich eine Änderung der Routineprüfparameter ergeben kann, und damit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Routineprüfungen vor und nach der wiederholten Abklingmessung abnehmen kann. Wann eine Abklingmessung zu einem Prüfobjekt wiederholt werden sollte, ist in der VDA 19.1 hinreichend beschrieben. D.h. für ein Prüfobjekt kann im gesamten Lebenszyklus die einmalige Durchführung der Qualifizierungsprozedur ausreichend sein.

Für die Ermittlung der Wiederfindung von Testpartikeln an einer bestimmten Extraktionseinrichtung ist auf die Empfehlung des Herstellers zurückzugreifen. Ohne Vorgabe sollte diese zumindest regelmäßig erfolgen, auch wenn nicht gefordert ist, dass sie jährlich durchgeführt werden muss. Die einmalige Feststellung ist nicht ausreichend,

da sich z.B. Verschleiß, Beschädigungen oder andere Einflüsse negativ auswirken können. Es empfiehlt sich im Rahmen der Einarbeitung neuen Laborpersonals die Wiederfindungstest mit Testpartikel durchzuführen.

Müssen Testpartikel in allen Größenklassen vorkommen?

Nein. Die Größenverteilung der Testpartikel sollte so gewählt werden, dass sie im relevanten Partikelgrößenbereich liegen, der typischerweise mit der jeweiligen Extraktionseinrichtung geprüft wird.

Frage: Welche Art der Abklingmessung muss herangezogen werden, wenn die Gravimetrie und die Partikelanalyse gefordert werden. Abklingen über Gravimetrie und / oder Partikelmessung?

Grundsätzlich müssen die Filter nach allen spezifizierten Methoden ausgewertet werden. Wenn dann bei einer Methode das Abklingkriterium früher erreicht wird, als bei der anderen, sollte das spätere Abklingen (bzw. der entsprechende Schritt) als Grundlage zur Berechnung der Routineprüfparameter herangezogen werden. Auf die Berechnung des Abklingkriteriums über die gravimetrische Auswertung kann verzichtet werden, sollten die ermittelten Rückstandsgewichte unterhalb der Bestimmungsgrenze der Analysewaage liegen. In diesem Fall wird ausschließlich die mikroskopische Auswertung durchgeführt.

Tipp: Bei Prüfobjekten mit ausschließlich gravimetrischen Anforderungen kann es sinnvoll sein die Analysefilter so zu wählen, dass auch eine spätere mikroskopische Auswertung der Abklingmessung durchgeführt werden könnte (falls diese aufgrund der beschriebenen Problematik der Bestimmungsgrenze notwendig sein sollte).

Warum sind die Startparameter (Zeit in s pro cm²) beim Saugen um so viel niedriger als beim Abblasen? Beispiel: Fläche 17.000cm²: Abklingen in Schritt 6 = 20min Prüfzeit/BT beim Saugen. Beim Abblasen mit Abklingen in Schritt 6 läge ich bei rund 7 Std/BT was für eine Serienprüfung nicht umsetzbar ist

Aufgrund der Limitierung beim Abblasen durch die Größe der Extraktionskammer und den steigenden Aufwand fürs Nachspülen großer Extraktionskammern, wird Abblasen üblicherweise selten für große Bauteile verwendet. Folglich liegen wenig Erfahrungswerte für geeignete Startparameter für Großbauteile vor und es wurde lediglich eine generelle Reduktion der Startparameter von 1 sec/cm² auf 0,3 sec/cm² vorgenommen.

Gleichzeitig existieren fürs (Bürst-)Saugen gute Erfahrungswerte für Großteile, die aufgrund ihrer Größe und Gewicht nur in der Fertigung geprüft werden können. Auf dieser Basis konnte eine geeignete Anpassung der Startparameter abgeleitet werden, die auch die Prüfung von Großteilen korrekt mit einbindet.

Für kleine Bauteile bis $\sim 100 \text{ cm}^2$ stellt sich der Zusammenhang entsprechend umgekehrt dar und die Startzeiten beim Abblasen sind geringer als beim Saugen: Bsp.: Bauteil mit Oberfläche von $50 \text{ cm}^2 \rightarrow$ Startzeit Abblasen = 15 Sekunden; Startzeit Saugen = 25 Sekunden.

(Bürst-)Saugextraktion

Wie funktioniert die Wiederfindung von Testpartikeln bei der (Bürst-)Saugextraktion?

Es werden gezielt hergestellte (lasergeschnittene oder gefräste) Normpartikel der Firma BIDAG Technologies GmbH & Co. KG eingesetzt:

- Größenklasse K: 1000 – 1500 μm
- Zusammengefasst H – J: 200 – 1000 μm
- Material: gefräster Stahl bzw. Edelstahl

Die Normpartikel werden zunächst auf einer POM-Trägerplatte positioniert. Diese Trägerplatte wird anschließend mikroskopisch analysiert, um einen exakten Ist-Zustand zu definieren. Anschließend wird die definierte Normpartikelfracht mittels (Bürst-)Saugverfahren extrahiert und abgeschieden. Die Wiederfindungsrate ergibt sich aus dem Verhältnis der IST-Anzahl der abgeschiedenen Normpartikel zur zuvor ermittelten SOLL-Anzahl der Normpartikel. Die Angabe erfolgt in Prozent. Folgende Akzeptanzkriterien gelten für die ermittelten Wiederfindungsraten:

1. Volumenstrom von $\geq 20 \text{ m}^3/\text{h}$
2. Saugextraktion über Zykloneinheit mit Runddüse und 2,0 m Saugschlauch
3. Blindwertanforderung: Kein Partikel $> 200 \mu\text{m}$ ist erfüllt.
4. Gezielt hergestellte Normpartikel (1000 μm -1500 μm):
 - a. Anzahl Partikel der Größenklasse K ≥ 30 Stück
 - b. Wiederfindungsrate 1-1 = 90 %
 - c. Wiederfindungsrate 1-2 = 90 %
5. Gezielt hergestellte Normpartikel (200 μm -1000 μm):
 - a. Anzahl Partikel der Größenklassen H-J zusammengefasst ≥ 150 Stück
 - b. Wiederfindungsrate 2-1 ≥ 90 %
 - c. Wiederfindungsrate 2-2 ≥ 90 %

Tipp:

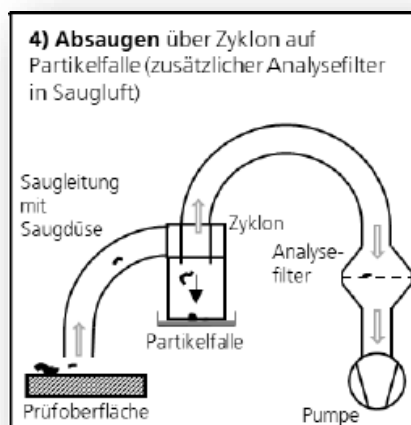
Die Fa. Bidag ist aktuell an der Entwicklung eines für dieses Verfahren spezifischen Wiederfindungssets.

Muss beim Absaugen mittels Zykloneinheit der Analysefilter auch noch mit ausgewertet werden?

Bei Verwendung der Zykloneinheit dient der Filter innerhalb der Filtereinheit als eine Art Überlastschutz. Das bedeutet bei Einhaltung aller Startparameter schreibt die VDA nicht vor den Filter entsprechend auszuwerten. Da die Partikel bei Verwendung eines Auffanggefäßes jedoch anschließend mit Flüssigkeit auf einen bzw. mehrere Analysefilter übertragen werden müssen, um sie mikroskopisch auszuwerten, ist es sinnvoll den dafür in der Filtereinheit positionierten Filter für diesen Analysefiltrationsschritt zu verwenden, statt einen neuen Filter zu nehmen.

Kann ich auch ohne Glas arbeiten z.B. auf Stempel oder Falle saugen?

Ja der Aufbau 4) ermöglicht das Absaugen über Zyklon auf eine Partikelfalle.



Ist ESD-Schutz beim (Bürst-)Sauger auch erforderlich, wenn die Prüfung als zerstörend definiert wird und die Bauteile nach dieser Trockenextraktion nicht mehr verwendet werden?

Sofern die Oberflächenbeschaffenheit und die Geometrie des Bauteils einen Kontakt mit den Borsten zulassen, ist der Einsatz von Borsten grundsätzlich zu empfehlen, vorausgesetzt, dass alle relevanten und prüfkritischen Bereiche zuverlässig erreicht werden können.

Der Einsatz von ESD-fähigen Borsten ist dabei in erster Linie dann erforderlich, wenn für die jeweilige Prüfung explizite ESD-Anforderungen definiert sind. Liegen keine solchen

Anforderungen vor, können ohne Einschränkungen auch herkömmliche Borsten bzw. Düsen verwendet werden.

Was kostet der Vorfilter für den Partikelsauger?

- Der Trockensaugaufsatz als Nachrüstteil für C|PS²-Systeme kostet 415,00 EUR
- Das gesamte Nassreinigungs-Set (Nassreinigungsadapter + Trockenaufsatz) für C|PS²-Systeme kostet 900,00 EUR
- Bei den neuen C|PS³flex Geräten ist der Trockensaugaufsatz schon fest im Gerät verbaut. Hier ist lediglich das Nassreinigungsadapter ein Zubehörteil (420,00 EUR)

Das (Bürst-)Saugverfahren ist nur bei trockenen Partikeln möglich? Filmisch verunreinigte Partikel würden vermutlich nicht alle auf dem Filter landen, sondern bei der Bürste oder am Absaugschlauch /-rohr kleben bleiben.

In der VDA19.1 ist die Anwendung klar für trocken-anhaftende Partikel definiert. Jedoch sind in Sonderfällen mit sehr hoher Partikelfracht, trotz filmisch anhaftender Partikel, qualifizierte Extraktionen möglich.

Welche Volumenströme in m³/h soll man mit den anderen Düsen nach Düsenkatalog mindestens haben? Kann man bitte eine Übersichtsliste dazu bekommen (Sollwerte).

Bei der Verwendung anderer Düsen, die nicht den Standardparametern entsprechen, sollte gegebenenfalls mit dem Ziel einer hinreichenden Saugwirkung, eine Anpassung weiteren Saugparameter wie Abstand oder Volumenstrom erfolgen.

Übersichtsliste der Artikelnummern aus unserem [Düsenkatalog](#):

Artikelnummer	Typischer Volumenstrom
61783	>20,0 m ³ /h
6005339	>20,0 m ³ /h
6005748	>16,0 m ³ /h
6005338	>20,0 m ³ /h
6005747	>16,0 m ³ /h
6005585	>20,0 m ³ /h
6005588	>20,0 m ³ /h
6004030	>20,0 m ³ /h
6005638	>20,0 m ³ /h
6004316	>20,0 m ³ /h
6004994	>20,0 m ³ /h
6004996	>20,0 m ³ /h
6004998	>20,0 m ³ /h
6003965	>20,0 m ³ /h
6004959	>2,5 m ³ /h
6004031	>0,5 m ³ /h
6005625	>0,5 m ³ /h
6005623	>0,5 m ³ /h
6004201	>3,5 m ³ /h
6004453	>5,0 m ³ /h
6004200	>3,5 m ³ /h
6005868	>15,0 m ³ /h
6003636	>20,0 m ³ /h

Wie funktioniert die Vorkonditionierung, wenn man mit dem Partikelsauger arbeitet? Werden die Filter nur abgeblasen oder mit Flüssigkeit abgereinigt? Wenn ja, mit welcher?

Dies hängt vom Aufbau des für die (Bürst-)Saugextraktion eingesetzten Partikelsaugers ab. Beim Absaugen direkt auf einen Analysefilter (Abb.6-19 1)), ist keine Vorkonditionierung der Filter zwingend erforderlich. Es bedarf keiner flüssigen Umlagerung der Partikelfracht, auch bei Partikelüberlagerung ist eine gravimetrische Bestimmung vor dem Umlagern/Aufschwemmen möglich (auf annähernd gleiche Umgebungsbedingungen achten!)

Bei einer (Bürst-)Saugextraktion mittels Zyklons in ein Auffanggefäß (Abb.6-19 2) und anschließender gravimetrischer Bestimmung der Partikelrückstände, ist eine Vorkonditionierung der Filter notwendig. Dies erfolgt gleich zur Nassextraktion und wie im Kapitel 8.2 unter Abb.8-1 dargestellt. Hierbei ist für die Vorkonditionierung und das Umlagern, dass gleiche Medium zu wählen.

Müssen Filter, die für eine Trockenextraktion mittels Saugen verwendet werden, auch getrocknet werden in Bezug auf die gravimetrische Analyse, z.B. aufgrund von Luftfeuchtigkeit?

Bei einer Direktfiltration (Abb. 6-19 1)) nicht, es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass die Extraktion und gravimetrische Messung, wenn möglich, unter ähnlichen klimatischen Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) stattfinden. Dennoch sind die Trocknung und Abkühlen im Exsikkator vor und nachher möglich.

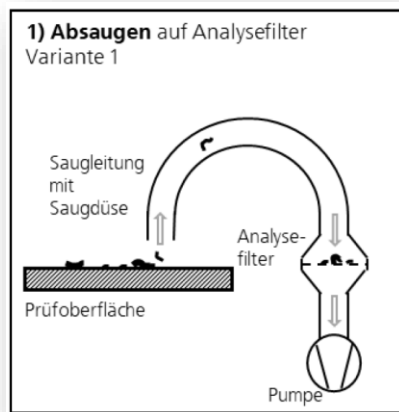


Abbildung 1 (16-19 1): (Bürst-)Saugextraktion direkt auf einen Analysefilter

Sollte die Partikelmenge zunächst in eine Probenflasche extrahiert werden (Abb. 6-19 3)), z.B. bei Großbauteilen oder Bauteilen mit einer hohen Partikelfracht, erfolgt anschließend eine Umlagerung der Partikelfracht mittels Flüssigkeit auf einen (oder mehrere) Analysefilter. In diesem Fall sind die eingesetzten Analysefilter vorzukonditionieren und zu trocknen (wie in Kapitel 8.2 Abb.8-1 dargestellt).

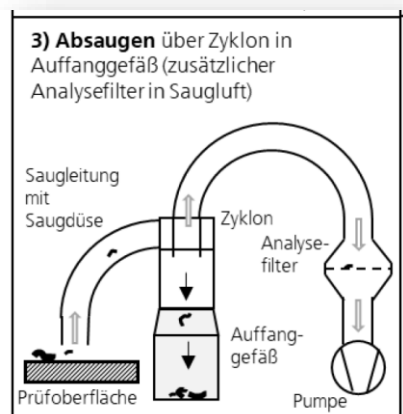


Abbildung 2 (16-19 3): (Bürst-)Saugextraktion mittels Zyklonabscheidung

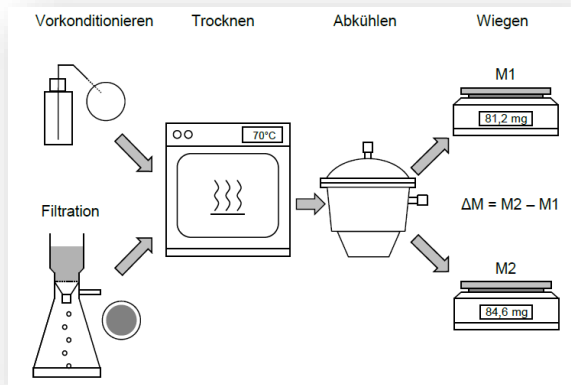


Abbildung 3 (8-1): Schematischer Ablauf der gravimetrischen Analyse

Ist eine Saugdauer von 2 min für den Blindwert ausreichend, wenn die Extraktion meines Bauteils 10 min beträgt?

Ob eine Saugdauer von 2 Minuten für den Blindwert ausreicht, hängt maßgeblich von der Umgebungssauberkeit und den geforderten Blindwertanforderungen ab. In der aktuellen VDA 19.1 ist die Dauer für die Blindwertermittlung nicht explizit festgelegt, jedoch gilt ein Richtwert von 2 Minuten als praxisgerechte Empfehlung. Wichtig ist, dass die Blindwertermittlung nicht kürzer als 2 Minuten ausfällt, um den Einfluss der Umgebung möglichst vollständig zu erfassen. Gleichzeitig sollte aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, bei sehr langen Saugzeiten vermieden werden, die gleiche Dauer wie bei der Bauteilextraktion anzusetzen. Die optimale Dauer ergibt sich daher aus einer sinnvollen Balance zwischen Umgebungssauberkeit, den Ergebnissen aus Abklinguntersuchungen und den spezifischen Blindwertanforderungen.

Beim Blindwert von System, Luft und Tischfläche: Welche Zeiten sind für Luft ansaugen und Tisch absaugen zu verwenden? Insgesamt 2 Minuten für alles oder je Schritt?

Beim Blindwert von System, Luft und Tischfläche empfiehlt es sich, die Gesamtzeit von zwei Minuten sinnvoll aufzuteilen. Eine Möglichkeit ist, jeweils eine Minute für das Absaugen der Tischoberfläche und eine Minute für das Absaugen der Umgebungsluft zu verwenden. Je nach Bauteilgröße und Sauberkeit der Umgebung kann diese Zeit jedoch angepasst werden.

Wie prüfe / garantiere ich, dass das Partikelsammelglas sauber genug für die Analyse ist?

Grundsätzlich sollte die Laborflasche vor der Durchführung der Analyse gereinigt werden. Das kann mit einer Laborspülmaschine oder z.B. über die Ermittlung des Blindwerts erfolgen.

- b) Qualifizierungsprozedur am Prüfobjekt Laborflasche durchführen. Erstmalige Sauberkeitsprüfung, um die Eignung des Reinigungsprozesses festzustellen. Anschließend regelmäßige Sauberkeitsprüfungen der gewaschenen Laborflaschen, um die Stabilität des Reinigungsprozesses zu überwachen
- b) Über Blindwert: Dabei wird mit derselben Laborflasche die Sauberkeitsprüfung durchgeführt, mit der vorher bereits der Blindwert ermittelt wurde. Ein erfolgreicher Blindwert weist damit auch die hinreichende Sauberkeit der Laborflasche nach.

Nasse Extraktionsverfahren

Entgasen: ist das mit US?

Das Entgasen des Übertragungs- oder Prüfmediums ist ein Prozessschritt, der nur im Kontext der Ultraschall (US)-Extraktion Anwendung findet. US-Geräte besitzen i.d.R. eine integrierte Entgasen-Funktion.

Im Diagramm Spritzdruck an Düsen: Wo müsste man ein MultiJet ansetzen?

Wir gehen davon aus, dass mit „MultiJet“ eine Düse mit mehreren Spritzöffnungen gemeint ist, die in VDA 19.1 auch als Parallelstrahldüsen oder Flachstrahldüsen (Fächerdüsen) bezeichnet werden.

Für derartige Düsen gilt: Bei der Extraktion größerer Flächen können zur Senkung der Extraktionszeit mehrere Düsen (z.B. kombiniert in einem Spritzwerkzeug) eingesetzt werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass pro Düsenöffnung die jeweiligen Start-Parameter anliegen. D.h., dass an jeder Düsenöffnung des MultiJets eine Austrittsgeschwindigkeit von 5 m/s im Fall des Spritzens oder 1,7 m/s im Fall des Niederdruckspritzens anzuliegen hat.

Ein Beispiel:

3 Düsen mit einem Querschnitt von 2,5 mm werden in einem Spritzwerkzeug kombiniert (=parallelgeschaltet). Die Düsenaustrittsgeschwindigkeit soll 5 m/s betragen. Welcher Volumenstrom ergibt sich?

Unter Annahme eines inkompressiblen Mediums und dass sich der Volumenstrom gleichmäßig auf alle 3 Düsenöffnungen aufteilt, gilt:

$$Q = w * 3 * A_{Düse} = 5 \text{ m/s} * 3 * \left(\frac{\pi}{4} * 2,5 \text{ mm}^2 \right) = 4,4 \text{ l/min}$$

Q=Volumenstrom in l/min

w= Düsenaustrittsgeschwindigkeit

A_{Düse}=Düsenquerschnittsfläche

Eine alternative Strategie unter Nutzung des Diagramms „Düsendurchmesser und Volumenstrom“ wäre, den Durchmesser einer Rundstrahldüse zu bestimmen deren Querschnittsfläche äquivalent zur Querschnittsfläche der 3 Düsen des Multijets ist:

$$3 * A_{Multijet} = A_{\ddot{a}q.,Rund.}$$

A_{Multijet}=Querschnittsfläche einer Düse des Multijets

A_{äq.Rund}=Querschnittsfläche einer flächenäquivalenten Runddüse

$$3 * \left(\frac{\pi}{4} * 2,5 \text{ mm}^2 \right) = \frac{\pi}{4} * d_{\ddot{a}q.,Rund}^2$$

$$\rightarrow d_{\ddot{a}q.,Rund} = 4,33 \text{ mm}$$

REM/EDX

Wenn ein Kunde die Auswertung von "harten" bzw. "abrasiven" Partikeln verlangt und ein glänzender Partikel bei der Lichtmikroskopie gefunden wird, macht eine REM-/EDX-Analyse unumgänglich?

Für die Bestimmung von harten bzw. abrasiven Partikeln ist eine rein lichtoptische Analyse nicht ausreichend, da deren Materialeigenschaften damit nicht eindeutig identifiziert werden können. Für den verlässlichen Nachweis ist eine REM/EDX Auswertung erforderlich. Je nach angewendeter Norm oder kundenspezifischen Vorgaben kann die Vorgehensweise zur Identifikation von harten Partikeln jedoch explizit geregelt sein.

Wie definiert man harte Partikel?

Je nach Bauteil kann das Schädigungspotential eines Partikels unterschiedlich ausfallen. Allgemein verwendet man den Begriff „harte Partikel“ für Materialklassen, die in der neuen VDA 19.1 der Härteklasse V3 zugeordnet werden. Das trifft zum Beispiel auf die Materialklassen Si-O, Al-O und Silikate zu. Beispiele für solche Partikel sind etwa Korund, mineralische Partikel, Glas oder Silizium-Carbid. Für ein Aluminiumbauteil

können jedoch auch schon gehärtete Stahlpartikel abrasiv wirken und entsprechend ein erhöhtes Schädigungspotential aufweisen. Daher ist für die Betrachtung des Schädigungspotentials die Partikelumgebung sehr wichtig.

Sind nun "Einzel REM/EDX Analysen" von Partikel >50 µm nicht mehr zulässig?

Die Vermessung von einzelnen Partikeln mit dem EDX ist neben einem Filterscan weiterhin zur Materialbestimmung zulässig.

Wird das Gerät "PSE" von der Fa. Jomesa, den REM/EDX-Anforderungen gerecht?

Die Firma JOMESA war an der Revision der VDA 19.1 maßgeblich im Arbeitskreis beteiligt und die Funktionen für eine EDX-Standardanalyse sind in der Software integriert. Je nach aktuellem Softwarestand des Geräts kann jedoch ein Software-Update erforderlich sein.

Ist es nach VDA19 erlaubt eine automatische Filtermessung (nur für einzelne größere Partikel z.B. ab 600µm) mit einer zum VDA abweichenden Count-Anzahl von min. 300.000 anzulegen aufgrund der Messfehler bei nur 3000-5000 counts?

Die definierte Count-Anzahl von 3000-5000 dient lediglich als untere Grenze der automatischen Analyse. Um Messfehlern vorzubeugen ist eine Erhöhung der zu erreichenden Count-Anzahl eine gute Möglichkeit. Sollten lediglich Partikel > 600 µm von Interesse sein, ist es durchaus möglich erst ab einer größeren Partikelklasse eine automatische Analyse auch mit höheren Count-Anzahlen durchzuführen.

Was bedeutet "Arbeitsabstand" bei der REM / EDX Analyse?

Unter dem Arbeitsabstand versteht man die Distanz zwischen dem Polschuh (Austritt des Elektronenstrahls aus der Elektronensäule) und der Probe. Je geringer der Arbeitsabstand gewählt wird, desto höher ist die mögliche Auflösung des Rasterelektronenmikroskops, jedoch wird der erhaltene Bildausschnitt kleiner. Da sowohl der bildgebende BSE-Detektor, als auch der zur Bestimmung der Elementzusammensetzung eingesetzte EDX-Detektoren, einen festen Abstand von der Fokusebene aufweisen, wird meist ein Arbeitsabstand von 10 mm (abhängig vom Gerät) gewählt, um den optimalen Bereich von maximaler Auflösung und maximalen Signal für die Detektoren zu erhalten. Bei einem beweglichen Probentisch in Z-Achse ist das Einstellen eines optimalen Arbeitsabstandes für genügend EDX-Signal und einem ausreichend großen Bildausschnitt wichtig.

1. Gibt es bei der Nachkontrolle auch Guidelines in der VDA 19.1 analog zur Mikroskopie?

2. Wie sieht ein Prüfbericht zur REM-EDX Analyse aus und bekommt man zu den Ergebnissen direkt die Zusatzinformationen, ob es sich um leitfähige/nicht leitfähige Partikel handelt bzw. welche Härte?

3. Wenn die Messung größer 50 µm den gesamten Filter untersuchen soll: Was passiert, wenn dieser so verunreinigt wäre, dass die Analyse Stunden dauern würde? Gibt es hierfür Kriterien, wie z.B. eine maximale Belegungsdichte, Dauer oder Partikelanzahl? Trotz der ganzen Frage - eine tolle Entwicklung!

1. Einen Leitfaden, wie den Leitfaden für die Manuelle Nachkontrolle für die Lichtmikroskopie gibt es derzeit für die REM/EDX Analyse nicht. Es gibt im Band der VDA 19.1 in Kapitel 8.2.3.4 Nachkontrolle bei REM/EDX jedoch einige bebilderte Beispiele für die Nachkontrolle.

2. Bei einer REM/EDX Analyse wird es in einem Prüfbericht eine Aufteilung der einzelnen Partikel zu den einzelnen Größenklassen und Materialarten geben, wie in Kapitel 9.9.3 beschrieben. Zusätzlich kann ein Hinweis auf elektrische Leitfähigkeit bzw. Härte im Prüfbericht ausgegeben werden. Ob diese Ausgabe standardmäßig ausgegeben wird, kann im Kunden-Lieferantenverhältnis geklärt werden.

3. Leider gibt es bisher keine Kriterien wie eine maximale Belegungsdichte, Dauer oder Partikelanzahl, sollte ein Analysefilter stark verunreinigt sein. In einem solchen Fall sollte das Vorgehen direkt im Kunden-Lieferantenverhältnis geklärt werden und von der REM/EDX Standardanalyse abgewichen werden.