



CleanControlling®

Ihre Prozesse. Unsere Analyse. Maximale Sicherheit.



Partikel im Blick.
Qualität im Griff.



Reinheit
rettet Leben.



Nachhaltigkeit
beginnt mit Analyse.

Techn. Sauberkeit	Medizinprodukte	Chemie u. Umwelt
Rückstände erkennen, Prozesse absichern.	Akkreditierte Analytik für höchste Produktsicherheit.	Chemische Schadstoffe und Umweltbelastungen erkennen - für morgen.

SAUBERKEIT IM FOCUS

ONLINE-SEMINAR

REVISION VDA19.1/2025

Extraktionsverfahren Teil 2 (Bürst-)Saugen & Stempeltest

Justin Endes

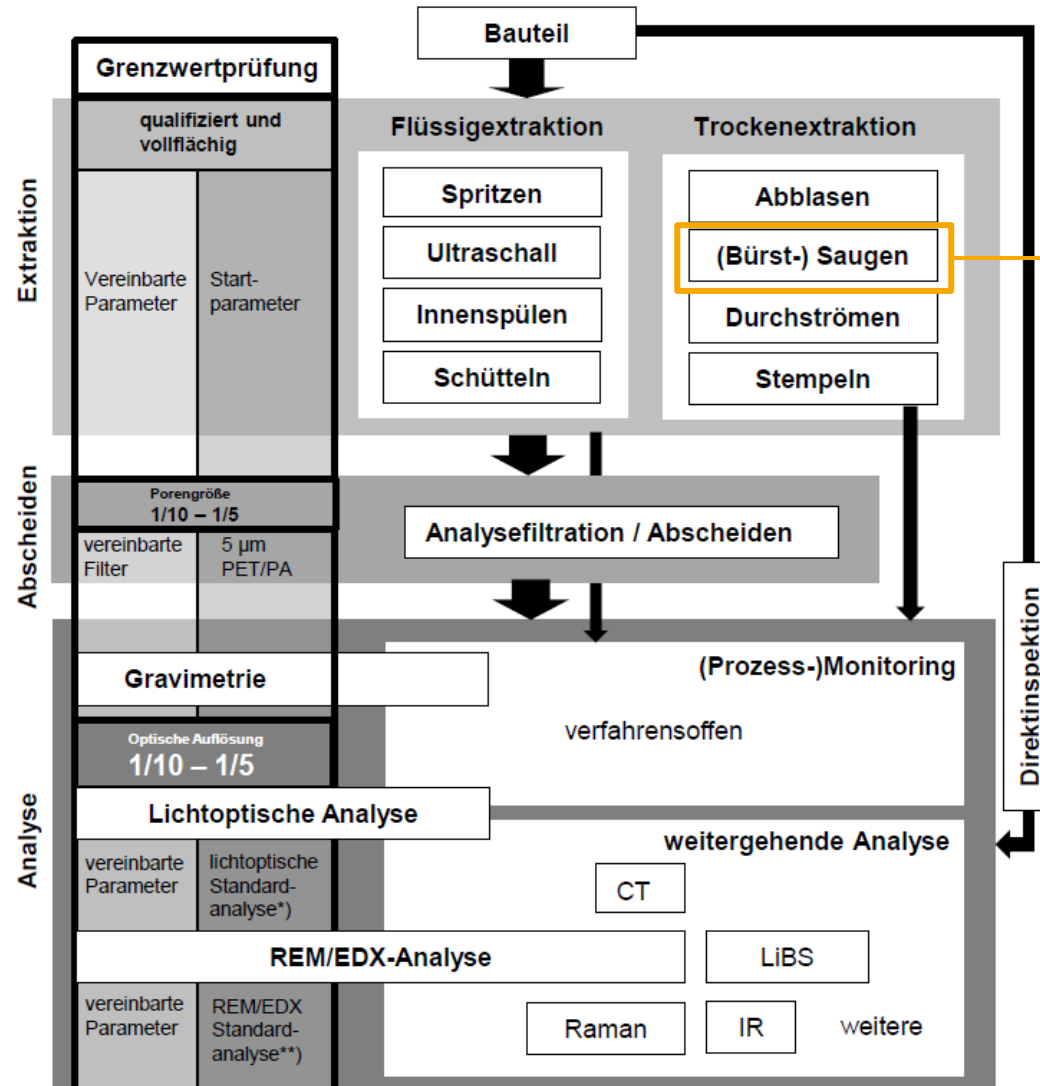


Motivation

- **Neue Grenzen bei den Extraktionsverfahren**
 - Große/Komplexe Bauteile
 - Ortsunabhängige Analysen
 - Selektive Beprobung ohne Maskierung
- **Partikelmonitoring**
 - Prüfung an Bauteilen
 - Prüfung an sauberkeitsrelevanten Einflussgrößen
 - Prozessüberwachung
- **Neue Anforderungen**
 - Zerstörungsfreie Beprobung
 - Weiterverarbeitung der Bauteile



Einordnung

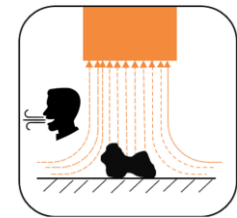
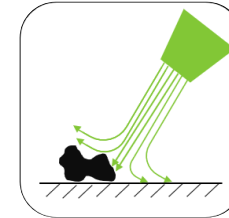
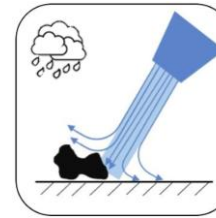
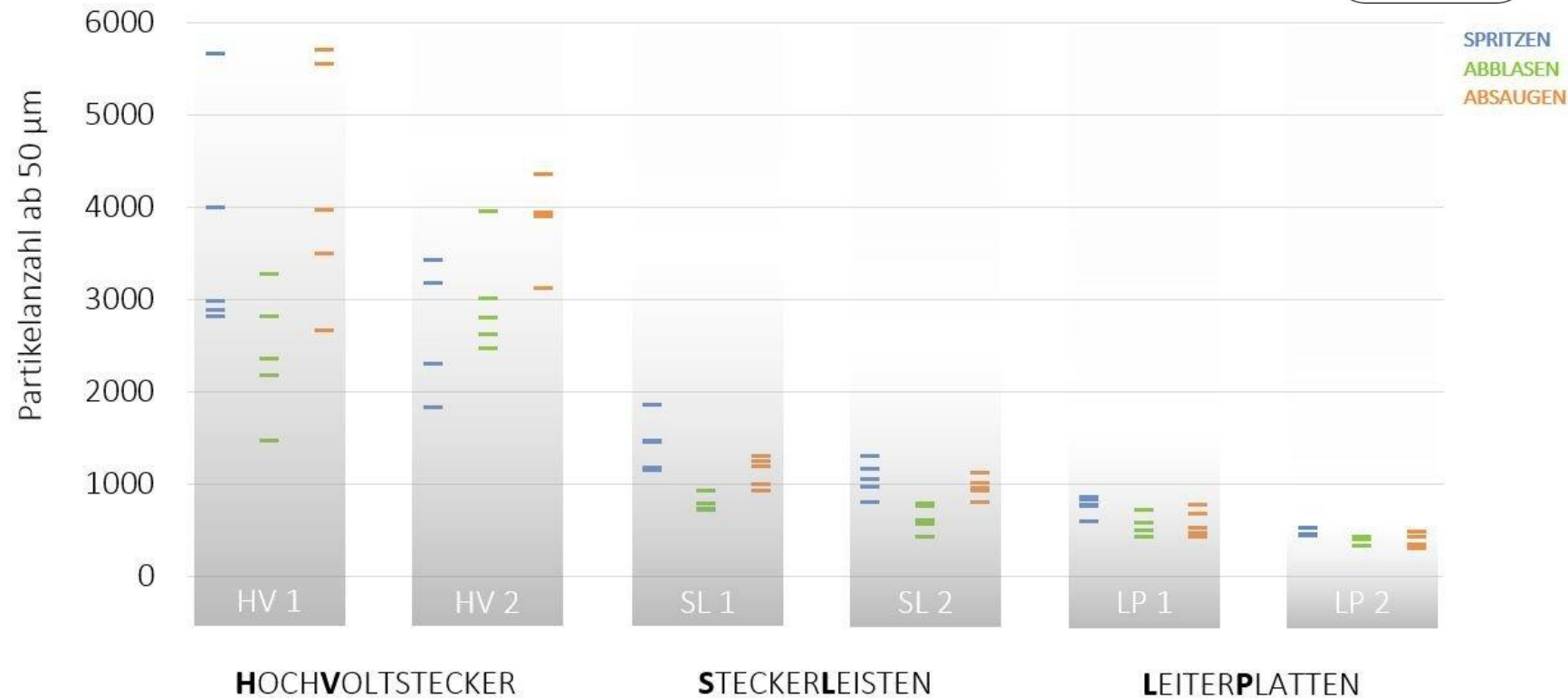


Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.23

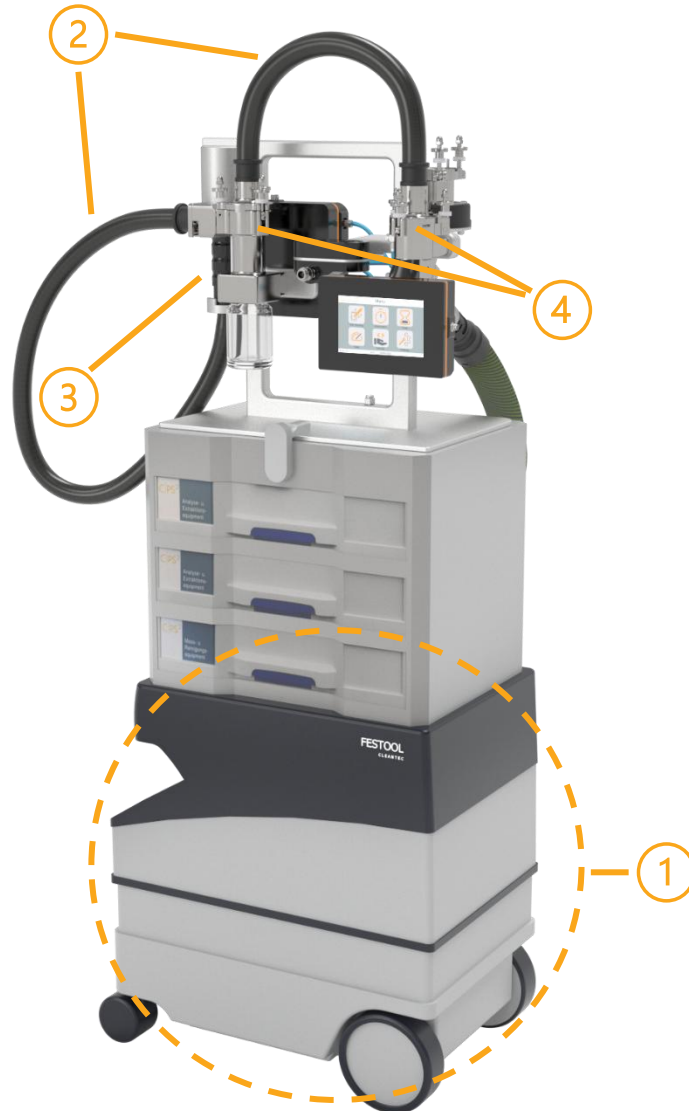
Einordnung

Alle Partikel (ohne Fasern) - pro 1000 cm²



SPRITZEN
ABBLASEN
ABSAUGEN

Materialien & Gerätschaften



1

PUMPSYSTEM

zur Erreichung des notwendigen Volumenstroms

2

ROHR- BZW. SCHLAUCHSYSTEM

zur Führung der Absaugluft

3

(BÜRST-) SAUGDÜSE

Erhöhte Extraktionswirkung mittels Bürstenaufsatz

4

EINHEIT ZUR ABSCHIEDUNG DER PARTIKEL

Filterspannstelle oder Zykloneinheit zur Abscheidung auf eine Partikelfalle oder in einem Sammelgefäß



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.181

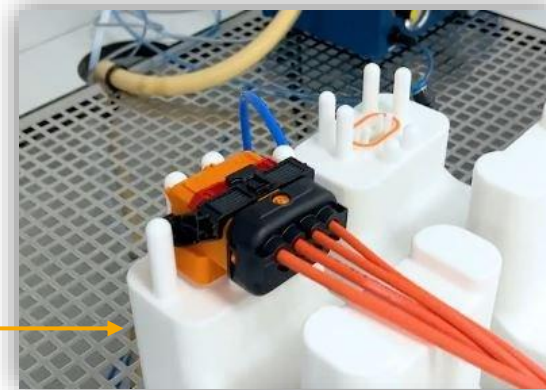
Materialien & Gerätschaften

Optionale Punkte die Gegebenenfalls notwendig sind:

5

BAUTEILAUFNAHME

z.B. Halterung oder Manipulation



6

RÄUMLICHKEIT ODER SAUGKABINE

ggf. mit gefilterter Luft bei fehlender Eignung der Umgebungsluft zur Erreichung notwendiger Blindwerte



7

EXTRAKTIONSEINRICHTUNG

zur Umpräparation auf einen Analysefilter wenn ein Sammelgefäß verwendet wird



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.181

Materialien & Gerätschaften

Hinweis 1: Bei der Extraktion großer Bauteile mit langen Saugzeiten kann zur Einhaltung des Saugabstandes und der Saugbahnen die Führung der Saugdüse automatisiert erfolgen (z. B. mittels Roboter oder Achsensystem).



Hinweis 2: Zur Ermittlung des Systemblindwerts bzw. zum Nachsaugen kann ein Vorfilter genutzt werden.

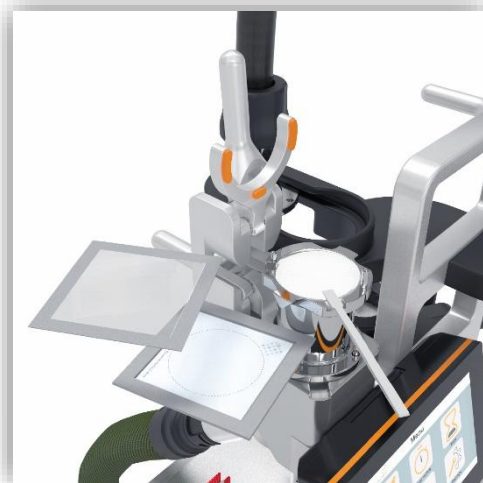
Nachrüstbar für alle C|PS² Systeme



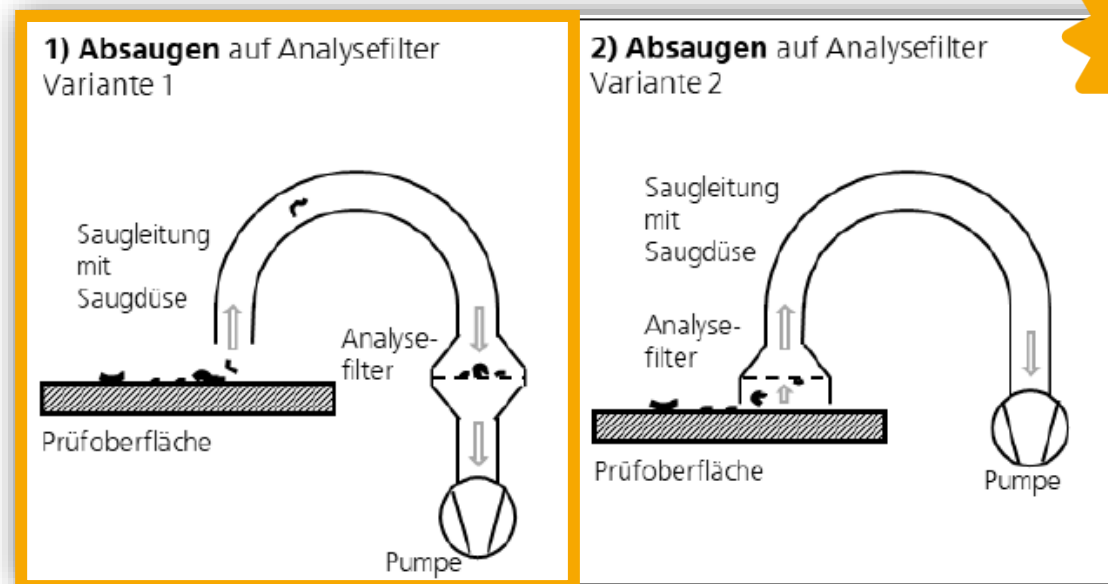
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.181

Aufbau - Variante 1 & 2



Mit Filtereinheit:
Extraktion auf einen Analysefilter
ohne Zycloneinheit



Wichtig: Variante 2 ist nicht über die C|PS-Systeme von CleanControlling abdeckbar

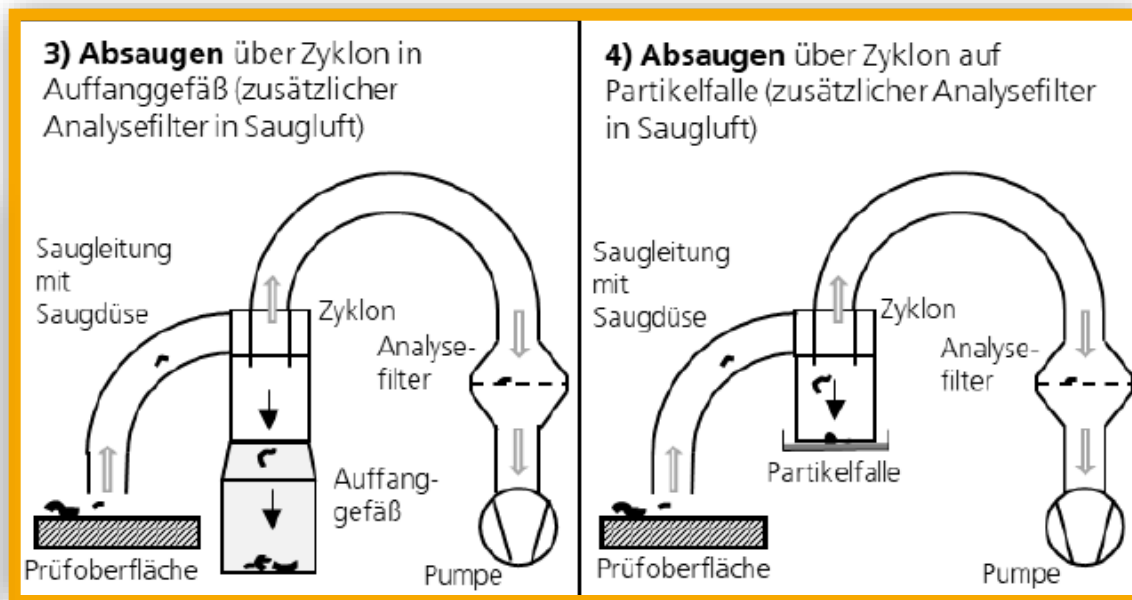


Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.183

Hinweis 2: Nicht mit allen abgebildeten Prinzip-Aufbauten sind die Startparameter abbildbar.

Aufbau - Variante 3 & 4



Wichtig: Variante 3 und 4 sind über die C|PS-Systeme von CleanControlling abdeckbar

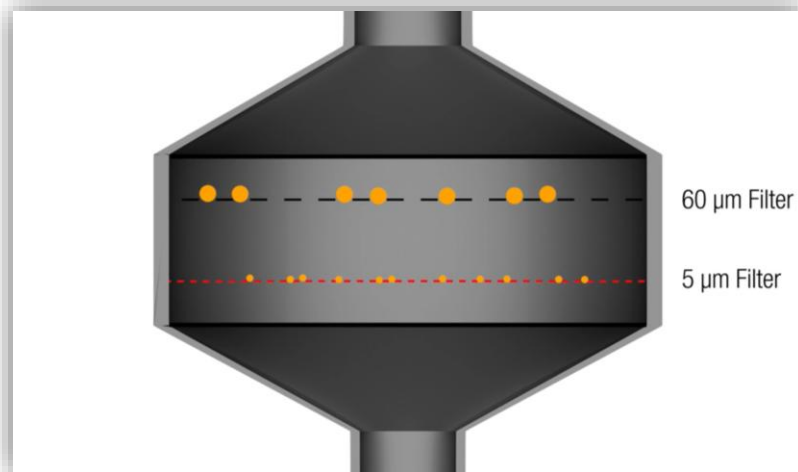


Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.183

Aufbau - Zusatzinfos

Filterkaskade



Aufschwemmaufsatz



Analysefilter



Hinweis 1: Bei der Verwendung eines 5-µm-Analysefilters kann es notwendig sein, **spezielle Gewebefilter** mit höherem freiem Querschnitt (High-Capacity-Filter mit dünneren Filamenten) zu verwenden, um den **notwendigen Saugvolumenstrom** zu erreichen.



5 µm Siebgewebe Filter aus Polyester (Petex) mit erhöhtem Luftdurchsatz

Blindwertmessung

Warum / Hintergrund

- Die Sauberkeitsprüfung von Bauteilen mittels Extraktion beinhaltet die Gefahr, dass fremde, also nicht vom Bauteil stammende Partikel in das Analyseergebnis eingehen

Partikelquellen von Fremdpartikeln bei der Saugextraktion können sein:

- Prüfeinrichtung (C|PS, Handling)
- Prüfumgebung / Prüfluft (Raum, Luft, ...)
- Personal (Kleidung, ...)



Hinweis 1: Im Gegensatz zu anderen Extraktionsverfahren wird das Extraktionsmedium beim Saugen **nicht aufbereitet (gefiltert)**, sondern besteht aus der Luft der Umgebung, in der die Prüfung durchgeführt wird. Damit wird der **Blindwert** der Prüfung **stark von der Sauberkeit** der Umgebungsluft hinsichtlich luftgetragener Partikel wie Textilfasern bestimmt. Ist diese Sauberkeit **nicht ausreichend**, dann sollte die Prüfung in einer Räumlichkeit mit entsprechend aufbereiteter Umgebungsluft (**z. B. Reinluftkabine**) durchgeführt werden.

Vorgehen

- Gründliche Reinigung des Equipments (falls notwendig)
 - Abhängig von den Sauberkeitsanforderungen

Wichtig:
Möglichkeit A: Nassreinigungsequipment
Möglichkeit B: Isopropanol Tücher +
Reinigungslitze & Stab



Blindwertmessung

- **Möglichkeit A: Saugen gegen Atmosphäre**

- Blindwert vom System und der Extraktionsumgebungsluft



Empfohlene Dauer:



2 Minuten

- **Möglichkeit B: Absaugen der Ablagefläche**

- Blindwert vom System, der Extraktionsumgebungsluft und der Berührungsfläche



- **Möglichkeit C: Saugen mit Vorfilter**

- Differenzierter Blindwert vom System und der Extraktionsumgebungsluft (2 Filter)

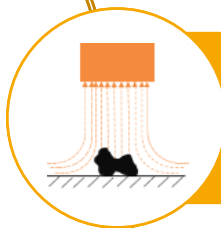


Startparameter



Eintrittsfläche der Saugdüse

- 2,0 cm² (Runddüse 16 mm)



Saugvolumenstrom

- $\geq 20 \text{ m}^3/\text{h}$



Saugabstand

- Max. 8 mm



Saugzeit/Bauteil

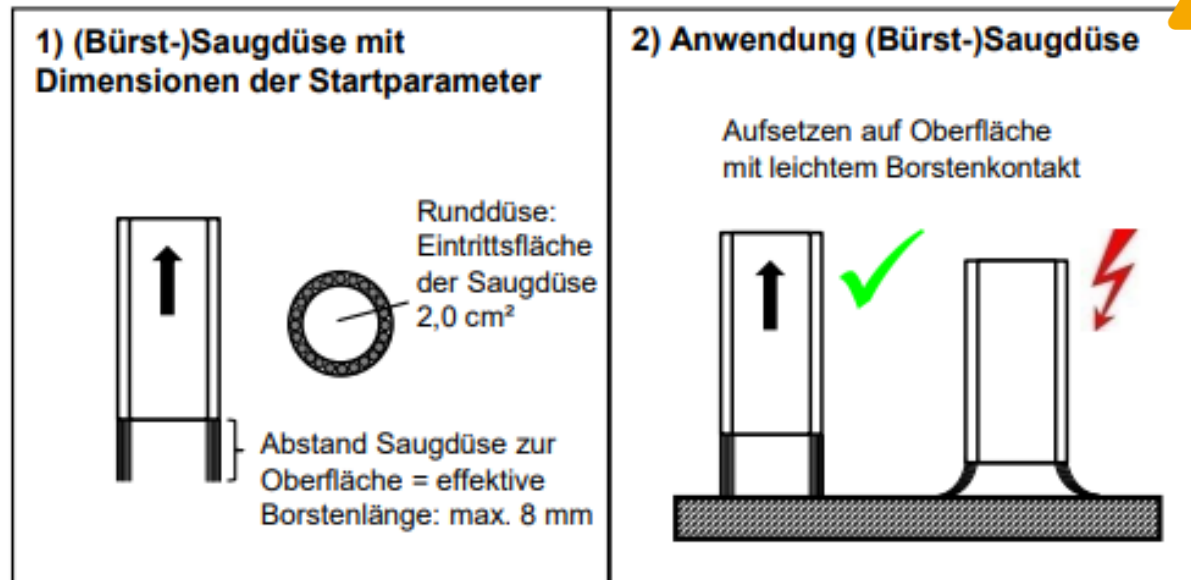
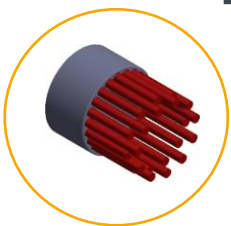
- $t_{ST} = (60 \times A_{cp})^{0,4}$



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.178

Startparameter - Eintrittsfläche der Saugdüse

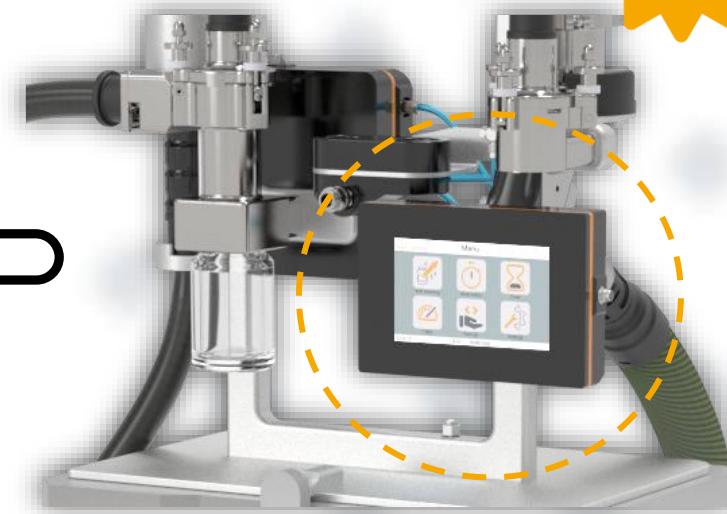
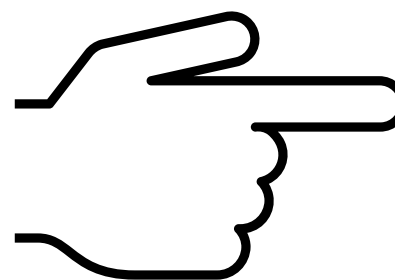
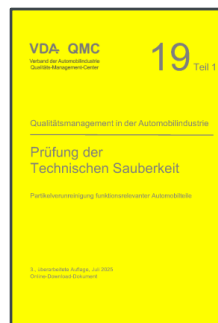
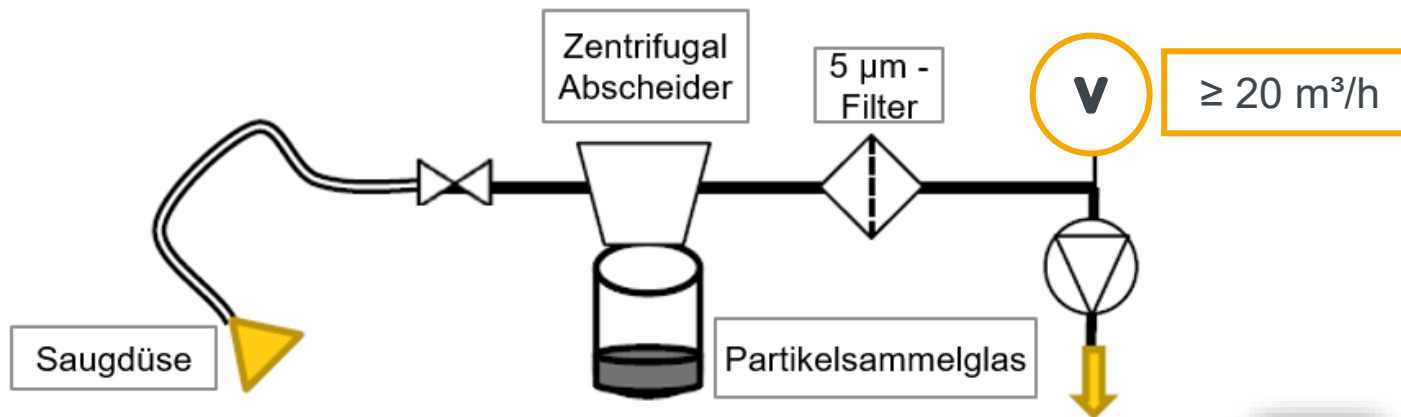
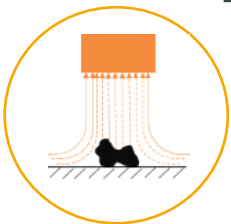


Wichtig: Vor der Verwendung einer Bürste beim (Bürst-)Saugextraktionsverfahren ist zu klären ob die Bauteiloberfläche in Kontakt mit den Borsten kommen darf (mechanische Beschädigung, Aufladung)



Bei sensiblen Teilen ist somit auf Borsten zu verzichten

Startparameter - Saugvolumenstrom



Quelle: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Startparameter - Saugabstand



Max. 8 mm

Bürste = mit drucklosem Bauteilkontakt

Effektive Borstenlänge = Abstand Saugdüse zur Bauteiloberfläche

- Um die optimale Extraktion von Partikeln zu gewährleisten, muss auf den Abstand und den Winkel zwischen Saugeintrittsfläche und abzusaugender Bauteiloberfläche geachtet werden



- Wird der Abstand zu groß, lässt die Strömungsgeschwindigkeit des einsaugenden Luftstroms direkt an der Bauteilfläche nach und die Reinigungswirkung sinkt
- Ist der Abstand zu gering bzw. berührt die Düse die Bauteilfläche kann es zur Düsenverblockung kommen. Folglich sinkt der Volumenstrom und durch den erhöhten Unterdruck können Partikel aus dem Partikelsammelgefäß auf den Filter gesaugt werden

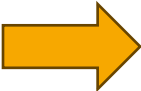


Hinweis 4: Sollen elektronische Prüfbauteile nach der Saugextraktion wiederverwendet werden, sind entsprechende Maßnahmen zum ESD-Schutz notwendig.

Startparameter - Saugzeit



- Formel für die (Bürst-)Saug-Startzeit **pro Bauteilfläche**:
$$t_{St/A} = \frac{(60 \times A_{cp})^{0,4}}{A_{cp}}$$
- Die Saugzeit, die pro Quadratzentimeter Bauteilfläche zur Erstellung der Abklingkurve verwendet wird ist **abhängig von der Bauteilgröße**
- Wichtig:** Um kleine Bauteile sorgfältig zu beproben ist in Relation zur Größe mehr Zeit notwendig 
- Formel für die (Bürst-)Saug-Startzeit **pro Bauteil**:
$$t_{St} = (60 \times A_{cp})^{0,4}$$

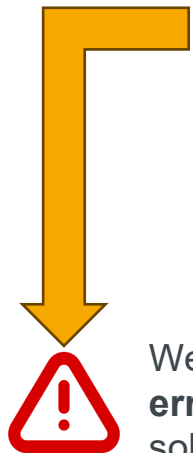
 Im Rahmen der **Abklingmessung** ergibt sich für die Routineprüfung die endgültige Saugzeit

Startparameter - Saugzeit



Tabelle 6-15: Startzeiten (Bürst-)Saugen (für Startparametersatz)

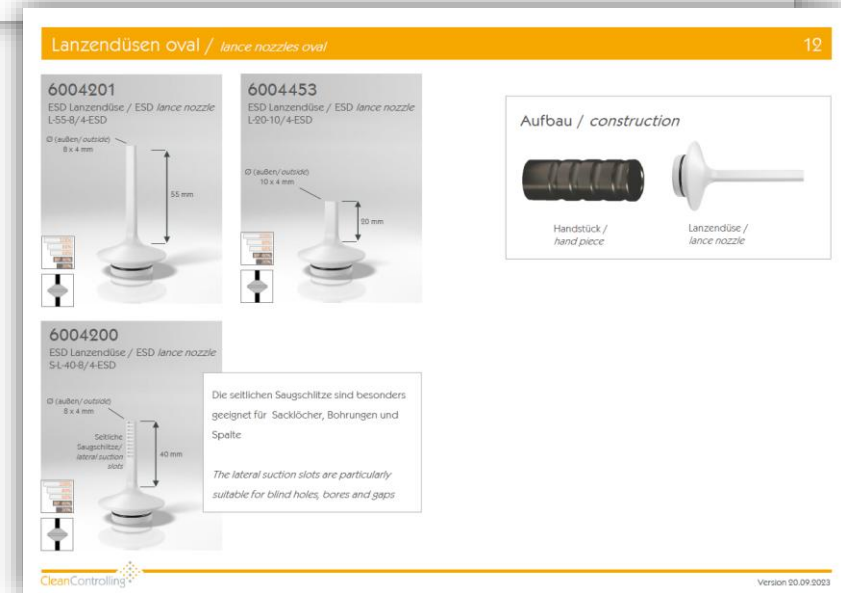
Prüfobjektfläche in cm ²	Startsaugzeit/Prüfobjektfläche in s/cm ²	resultierende Startsaugzeit pro Prüfobjekt in s
500	0,123	62
700	0,101	71
1000	0,082	82
2000	0,054	108
3000	0,042	127
5000	0,031	155
7000	0,025	178
10.000	0,020	205
15.000	0,016	241
20.000	0,014	270



Wenn mit diesen **Startparametern** das Abklingkriterium **nicht erreicht** wird oder begründete Parameter verwendet werden sollen, kann von der Startparametern **abgewichen** werden

Hinweis 2: Die Formeln bzw. Tabellen sind **allgemeine Empfehlungen** für die Ableitung der Startsaugzeit pro Bauteilfläche für eine Abklingmessung. Es kann sinnvoll sein, diesen Startwert zu erhöhen, wenn das Bauteil z. B. sehr komplex ist.

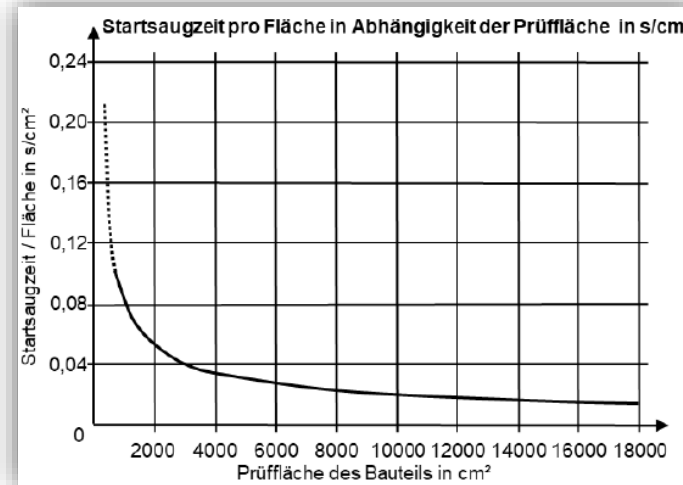
Hinweis 3: Bei der Verwendung **anderer Düsen**, die **nicht den Startparametern** entsprechen, sollte gegebenenfalls mit dem Ziel einer hinreichenden Saugwirkung eine **Anpassung** von weiteren Saugparametern wie **Abstand oder Volumenstrom** erfolgen.



Startparameter - Saugzeit

Tabelle 6-15: Startzeiten (Bürst-)Saugen (für Startparametersatz)

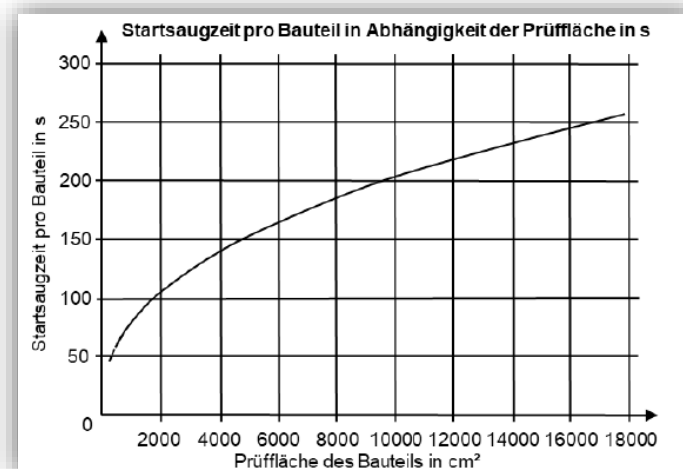
Prüfobjektfläche in cm ²	Startsaugzeit/Prüfobjektfläche in s/cm ²	resultierende Startsaugzeit pro Prüfobjekt in s
500	0,123	62
700	0,101	71
1000	0,082	82
2000	0,054	108
3000	0,042	127
5000	0,031	155
7000	0,025	178
10.000	0,020	205
15.000	0,016	241
20.000	0,014	270



Je **größer** das Bauteil, desto **kürzer** ist die **Startsaugzeit / Fläche**



Es würden zu lange Saugzeiten entstehen



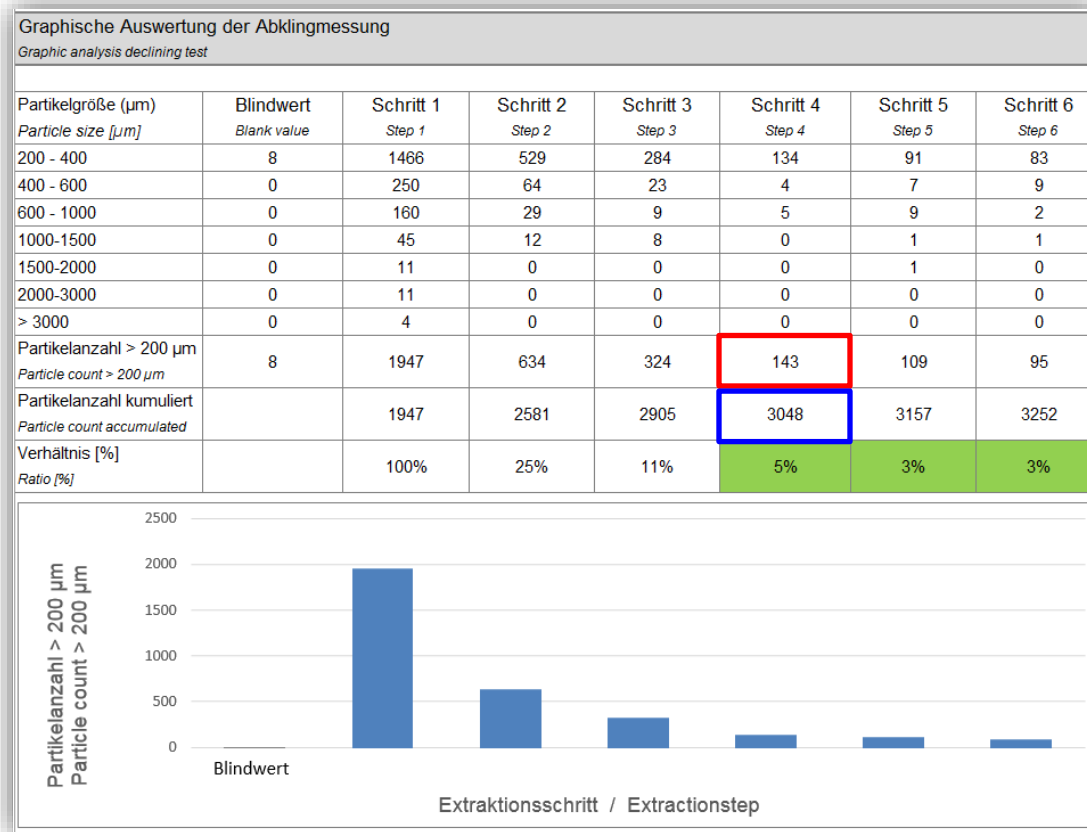
Je **größer** das Bauteil, desto **länger** ist die **Startsaugzeit / Bauteil**



Wichtig: Bei der Analyse wird **nicht** die **Vorschubgeschwindigkeit** des Startparameters angepasst (verlangsamt), sondern die **Fläche** **mehrmals** mit den Vorschubparametern des Startwertes abgesaugt

Abklingmessung

- Beispiel für eine Abklingmessung:



Verhältnissbildung von:

$$\text{Abkling-verhältnis} = \frac{\text{Partikelanzahl im aktuellen Extraktionsschritt}}{\text{Detektierte Partikelanzahlen über alle Extraktionsschritte}}$$

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

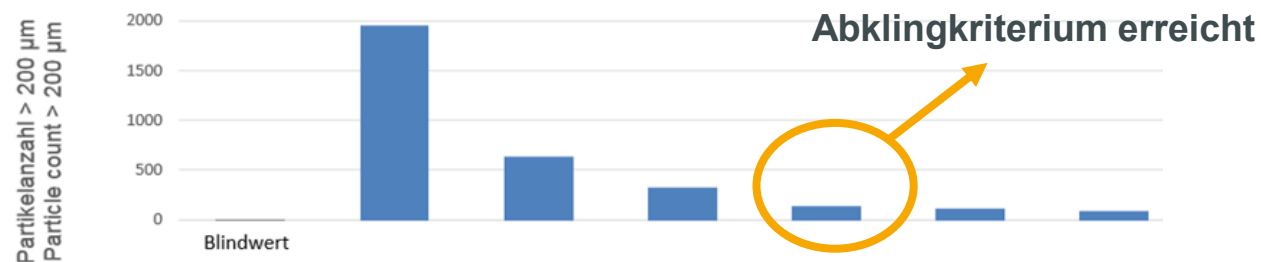
Abklingmessung

Warum / Hintergrund

- Die Abklingmessung dient als Nachweis, dass lösbare Schmutzpartikel möglichst vollständig vom Prüfbauteil extrahiert werden

Ablauf einer Abklingmessung

- Festlegen der geeigneten Prüfstrategie (Düsenauswahl, Einteilung in Bereiche, ...)
- Blindwerterstellung
- Beim ersten Durchlauf werden die Startparameter bzw. Saugzeiten definiert. Dieser Schritt wird insgesamt 6 mal auf das Prüflos angewendet
- Bei der mikroskopischen / gravimetrischen Auswertungen wird nun das Verhältnis des aktuellen Extraktionsschritt zur Summe aller Extraktionsschritte gebildet
- Die Abklingmessung war erfolgreich, wenn spätestens beim 6. Extraktionsschritt das Kriterium $\leq 10\%$ erreicht wird



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Prozedur

- Wichtig: Die Prozedur ist an die Gegebenheiten des Prüfobjektes und des Saugsystems anzupassen

1

BEREITSTELLUNG

aller zur Prüfung erforderlichen Mittel

2

REINIGUNG RELEVANTER OBER- & ABLAGEFLÄCHEN

3

BLINDWERTERMITTLUNG

optional mit Vorfilter

4

VORBEREITUNG DER PRÜFOBJEKTE

5

DURCHFÜHRUNG DER EXTRAKTION

unter Einhaltung des Saugabstands, Volumenstrom & der Saugzeit

6

NACHSAUGEN

um Querkontamination zu vermeiden

Empfohlene Dauer:

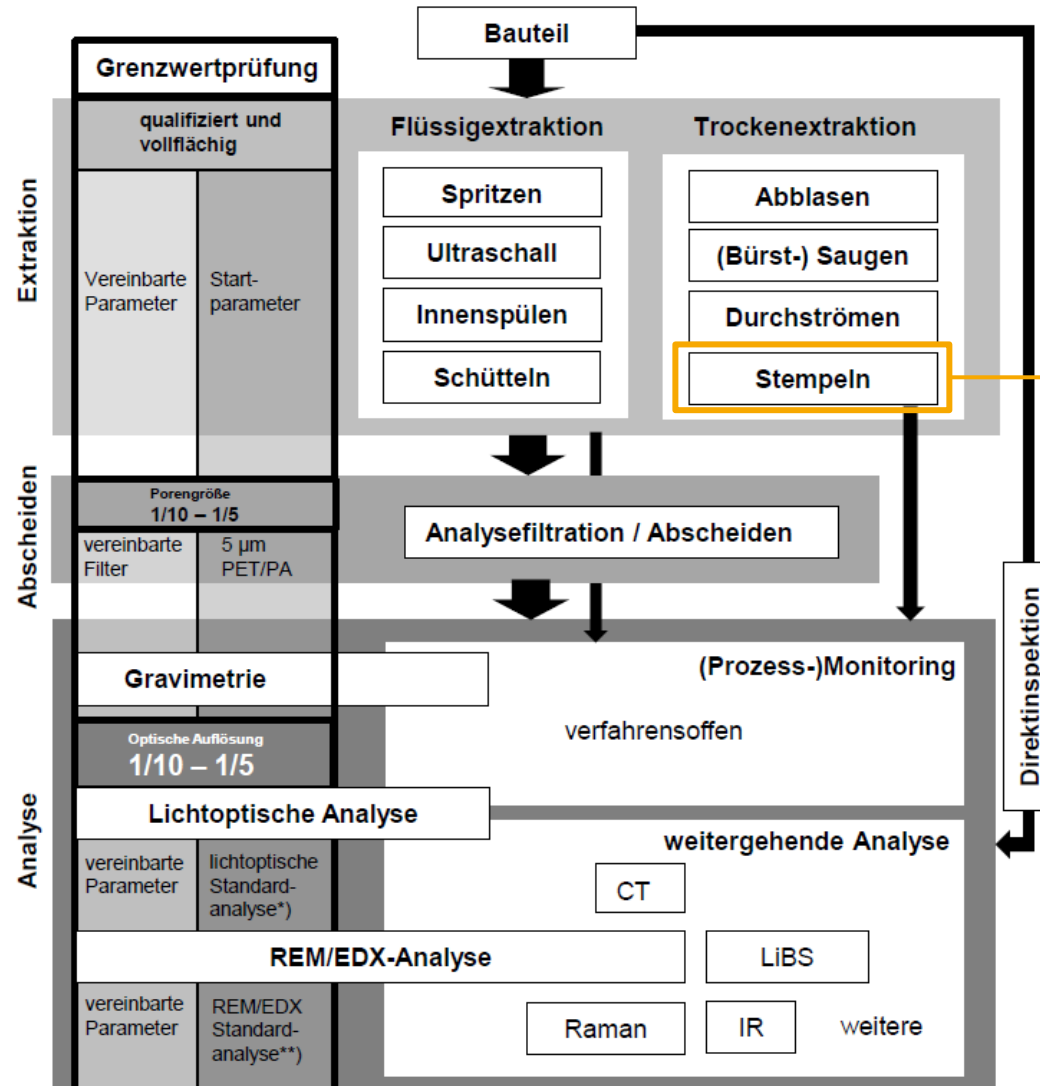


Mindestens 30 Sekunden



Wichtig: Bei Verwendung eines Bürstenaufsatzes muss dieser auch abgesaugt werden

Einordnung

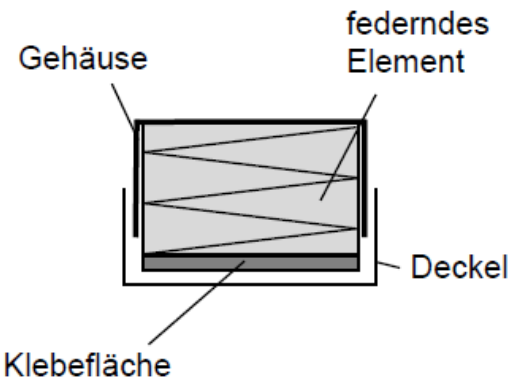


Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

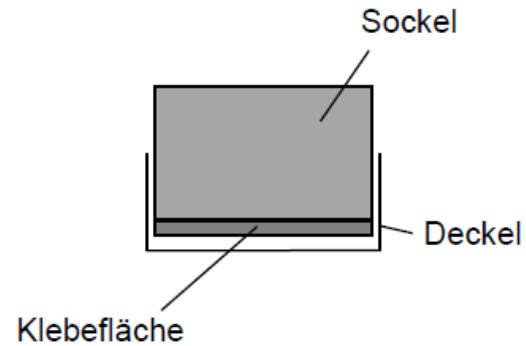
Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.23

Materialien & Gerätschaften

1a) Partikelstempel (exemplarisch)



1b) Partikelstempel (exemplarisch)



Wichtig: Ggf. ist eine Bauteilaufnahme zur Fixierung leichter Objekte notwendig ⚠



Hinweis 2: Die Oberfläche von Partikelstempeln weist in der Regel eine weiße Farbe auf. Somit können für die lichtoptische Analyse dieselben Einstellungen und Auswertparameter wie für einen Analysefilter verwendet werden (siehe Abbildung 8-9 bzw. Abbildung 8-10). Für spezifische Fragestellungen können auch andere Stempel eingesetzt werden. Zur Erfassung heller Partikel können bspw. schwarze Stempel verwendet werden, die dann mit angepassten Parametern analysiert werden müssen. Zur Extraktion größerer Flächen können auch größere Klebepads eingesetzt werden. Diese können dann bspw. über eine Wippe auf der Oberfläche abgerollt werden, da bei komplett flächigem Kontakt die Klebkraft unter Umständen zu groß sein und das Klebepad nicht mehr abgezogen werden kann.



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.186+188

Prinzip

- Adhäsive Fläche (Klebspad bzw. adhäsive Oberfläche)
- Aktive Beprobung der Oberfläche durch das Aufdrücken des Stempels
- Abscheidung auf eine Oberfläche für die Analyse in einem Schritt
 - Lichtoptische Analyse
 - Rasterelektronenmikroskop
- **Wichtig:** Eignet sich für begrenzte Bauteilbereiche wie z.B. Dichtungen 
 - Geometrien müssen aufeinander abgestimmt sein
 - Material muss ebenfalls geeignet sein
 - Öl und Fettfrei
 - Es dürfen keine Partikel rausgelöst werden

Einflussfaktoren

- Klebekraft des Stempels
- Fließfähigkeit des Klebers um in die Oberflächenrauheit zu gelangen
- Anpressdruck und -zeit

Startparameter



- **Wichtig:** Es gibt **keine vereinheitlichten Startparameter** für den Stempeltest

➔ Starparameter sind im Kunden-Lieferanten-Verhältnis zu vereinbaren ⚠

- Qualifizierungsuntersuchung erfolgt ebenfalls über eine Abklingmessung
- Das Ergebnis bestimmt die **Anzahl der Stempel**



Hinweis 1: Ein Stempel kann **meist mehrfach** aufgesetzt werden, bis seine Klebkraft nachlässt. Somit kann mit einem Stempel nicht nur eine Fläche, die der Größe des Klebepads entspricht, sondern ein Mehrfaches davon extrahiert werden (etwa **das 6- bis 8-Fache**, stark abhängig von der Beschaffenheit und Sauberkeit der Prüfoberfläche, siehe auch Abbildung 6-23 im Anhang). Bei der Verwendung des nächsten Stempels für dieselbe Prüffläche (entsprechend Abklingmessung) kann das Abstempeln der Fläche in der **umgekehrten Abfolge** durchgeführt werden, um das Nachlassen der Klebkraft zu kompensieren.



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_Gelbband_DE; 2025; S.186+189

Blindwertmessung



Hinweis 2: Sollen Prüfgegenstände **beidseitig** abgestempelt werden und dazu auf eine **Oberfläche abgelegt** werden, sollte diese beim **Blindwert berücksichtigt** werden. Befinden sich Prüfgegenstände in einer Folienverpackung, so kann nach dem Aufschneiden der Folienverpackung zunächst eine Seite des Prüfbauteils ohne Umpositionieren und anschließend die zweite Seite abgestempelt werden.



Hinweis 3: Der Blindwert beim Stempeln wird maßgeblich durch die **initiale Sauberkeit des Klebepads** sowie die Sauberkeit der Umgebungsluft bestimmt, wenn der Stempel im Rahmen der Extraktion und der Analyse offen, ohne Schutzverpackung gehandhabt wird. Durch diese Randbedingungen können handelsübliche Stempel für die Extraktion von Partikeln ab 50 µm eingesetzt werden. **Die Prüfung der initialen Sauberkeit eines Stempels (Nullmessung) kann erfolgen**, muss aber unter sehr sauberen Umgebungsbedingungen durchgeführt werden, da das Klebepad offenliegt und permanent sedimentierende Partikel bindet.

Prozedur

- Wichtig: Die Prozedur ist an die Gegebenheiten des Prüfobjektes anzupassen

1

BEREITSTELLUNG

aller zur Prüfung erforderlichen Mittel

2

ÖFFNEN DES DECKELS

Ggf. Abziehen der Schutzfolie

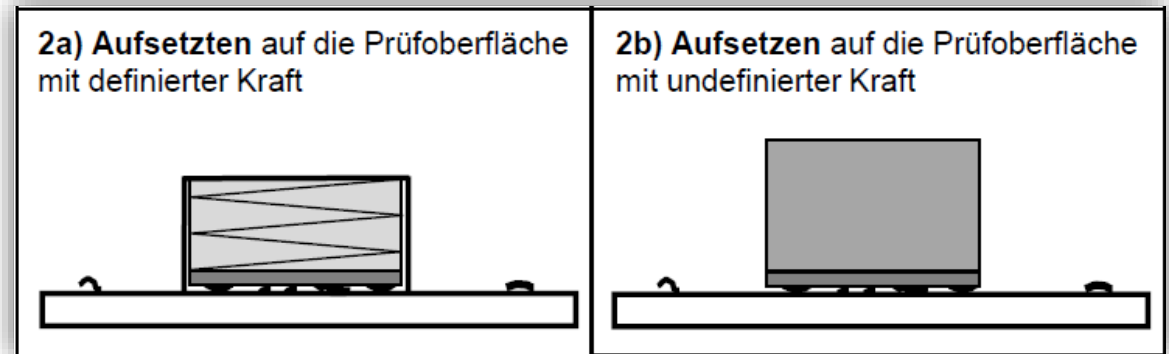
3

ABSTEMPELN DER PRÜFFLÄCHE

Wiederholung bis zur kompletten Abstempelung der Prüffläche. Bei Nachlass → Verwendung eines neuen Stempels

4

STEMPEL AUFBEWAHREN UND VERSCHLIEßEN



Wichtig: Leicht überlappend auf das benachbarte Prüffeld setzen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

