ONLINE-SEMINAR REVISION VDA19.1/2026

Extraktionsverfahren Teil 2 (Bürst-)Saugen & Stempeltest

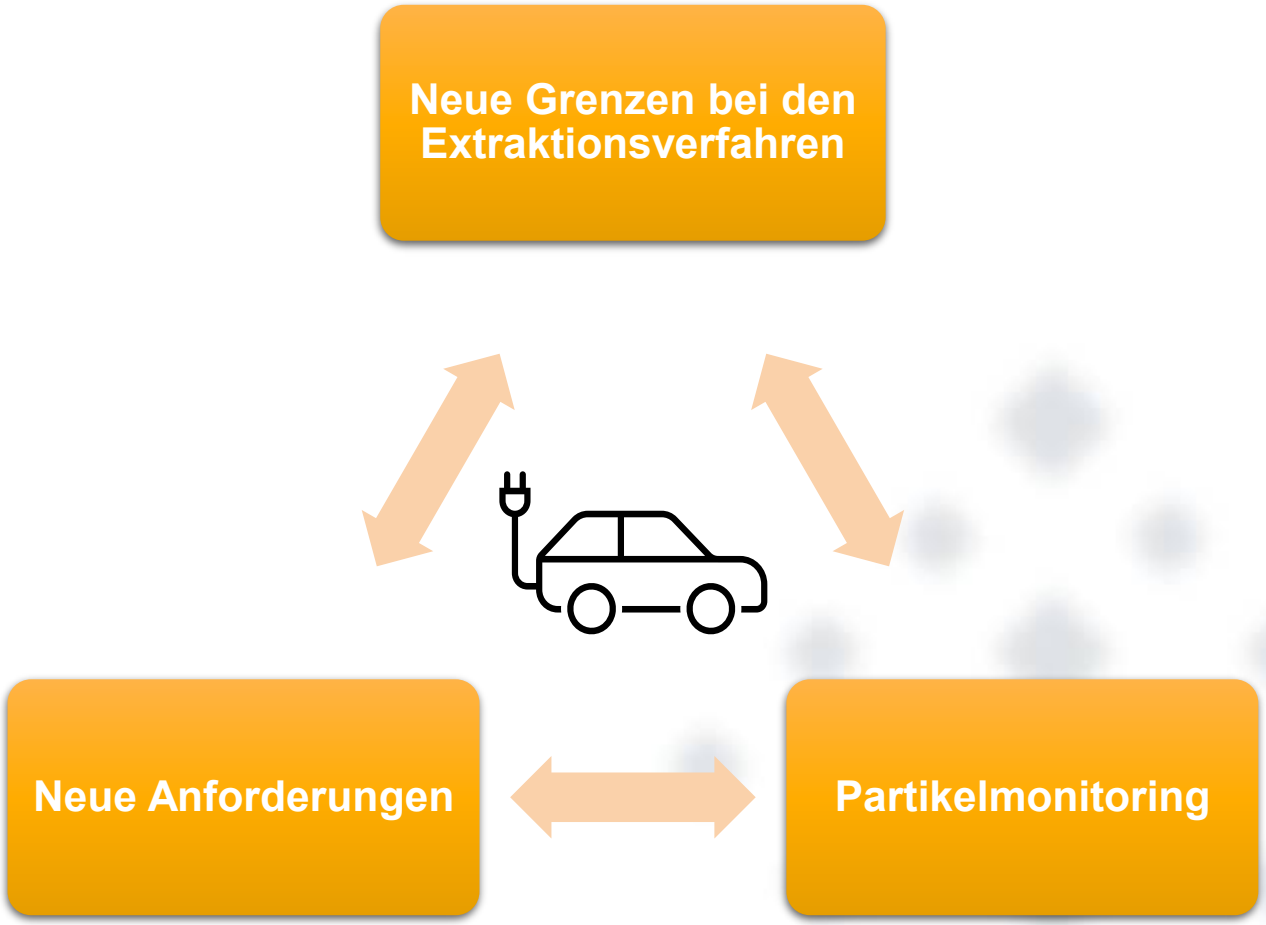
NEW

Justin Endes

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Motivation

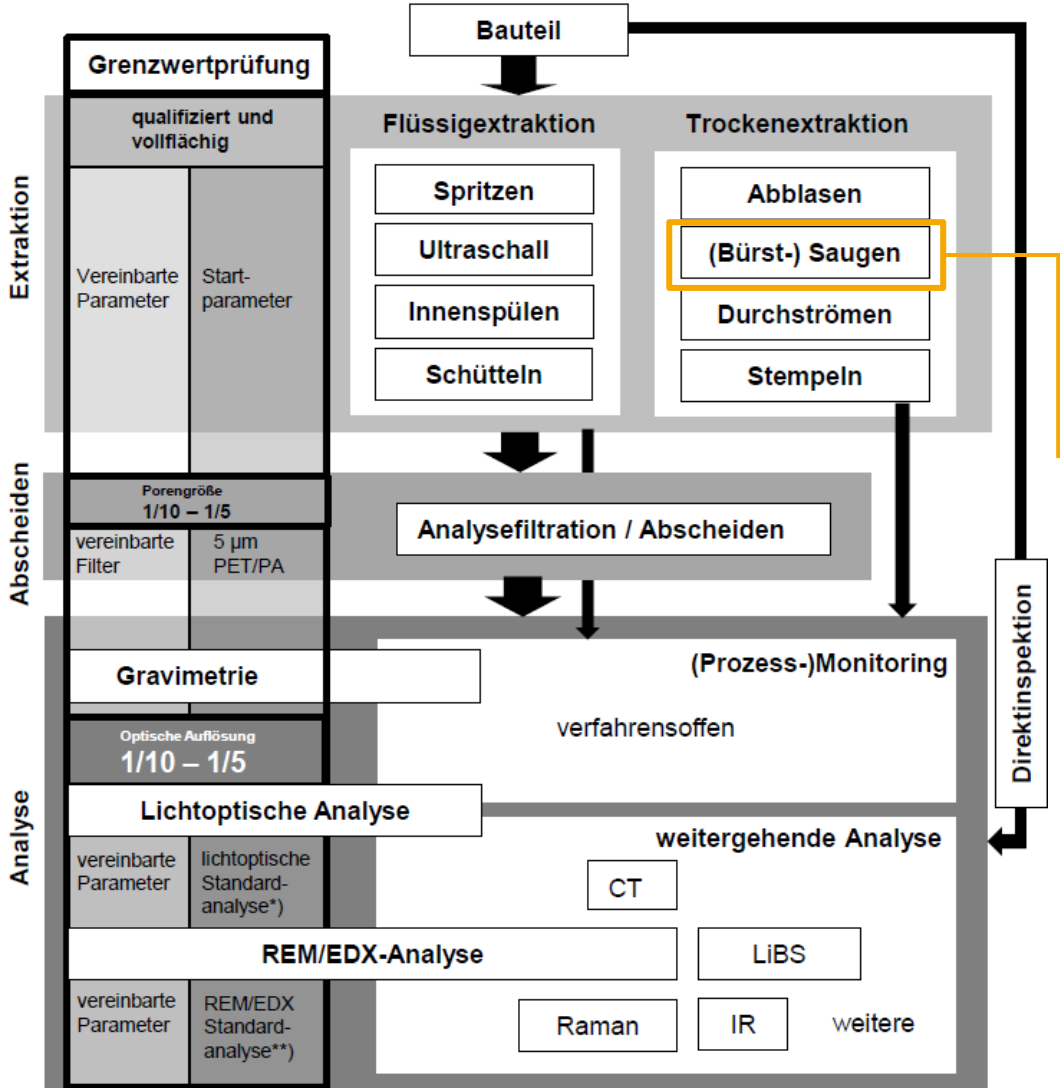
- **Neue Grenzen bei den Extraktionsverfahren**
  - Große/Komplexe Bauteile
  - Ortsunabhängige Analysen
  - Selektive Beprobung ohne Maskierung
- **Partikelmonitoring**
  - Prüfung an Bauteilen
  - Prüfung an sauberkeitsrelevanten Einflussgrößen
  - Prozessüberwachung
- **Neue Anforderungen**
  - Zerstörungsfreie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



© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Extraktionsverfahren Teil 2: (Bürst-)Saugen

Einordnung

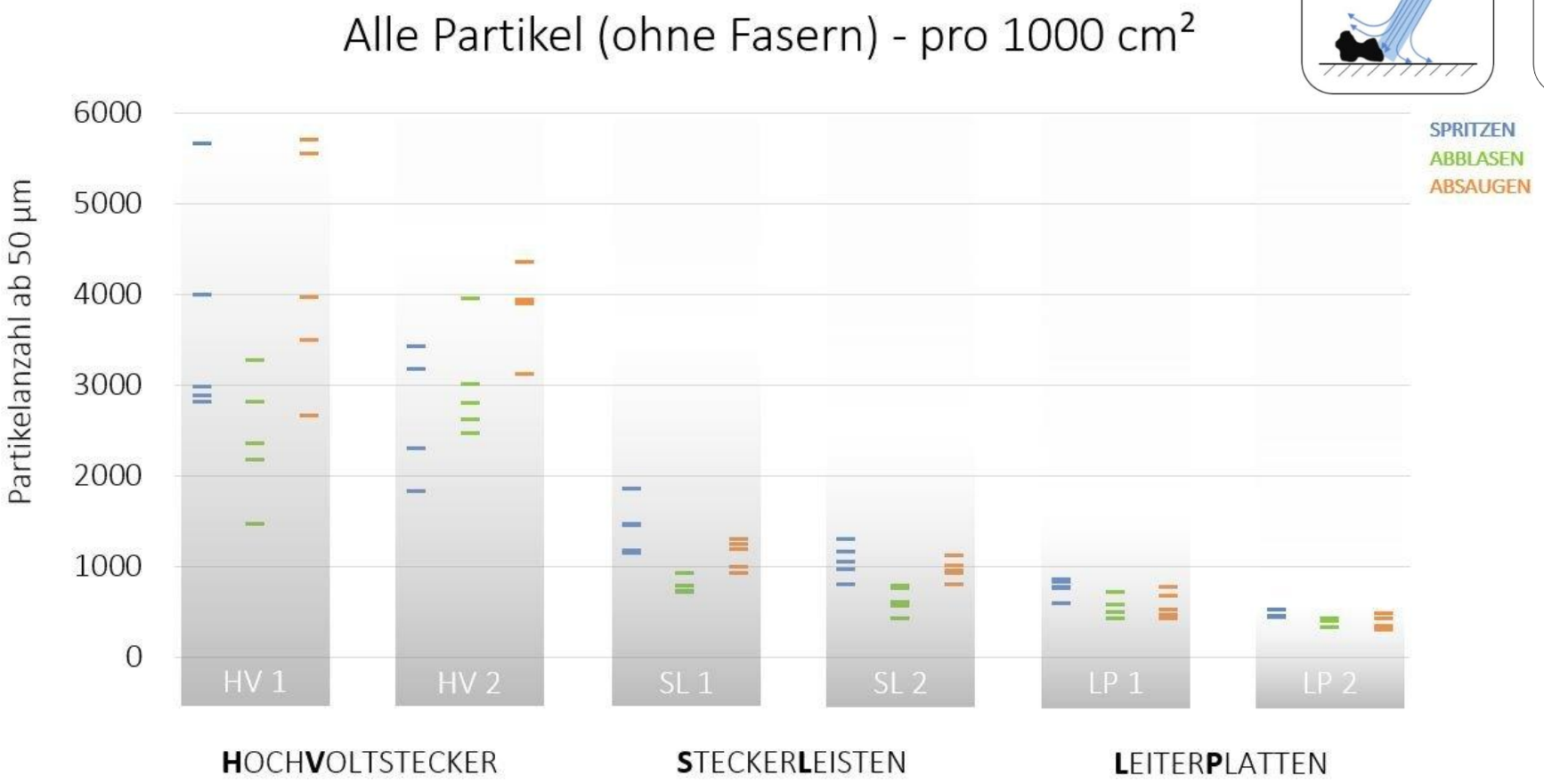


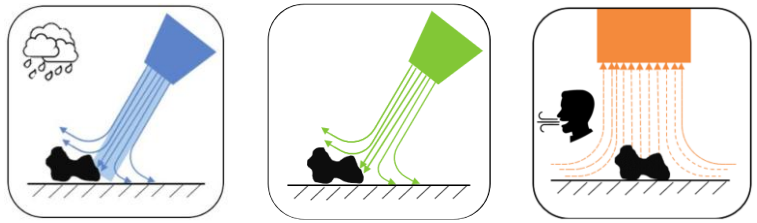
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.23

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Einordnung



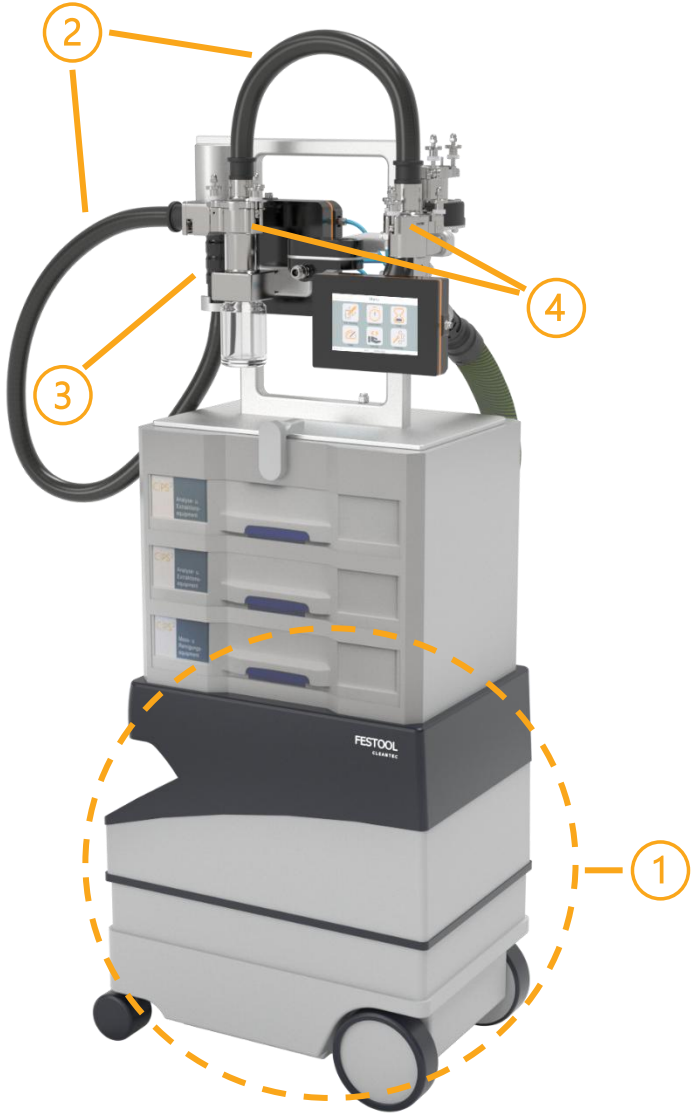


Quelle 1: CleanControlling: Partikelsauger | Saugextraktionssystem | Partikelsaugextraktion

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Extraktionsverfahren Teil 2: (Bürst-)Saugen

Materialien & Gerätschaften



NEW

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 ABSCHEIDUNG 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_DE; 2026; S.181

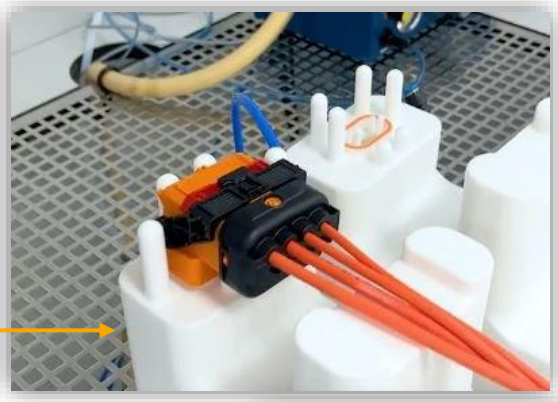
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Materialien & Gerätschaften

NEW

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_DE; 2026; S.181

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

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

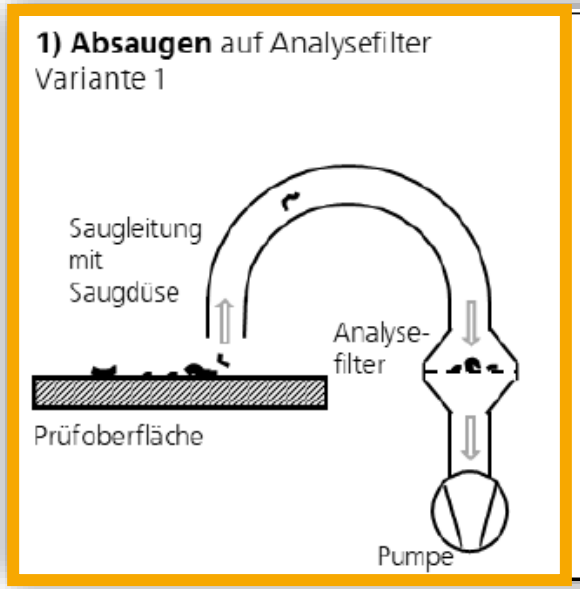
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

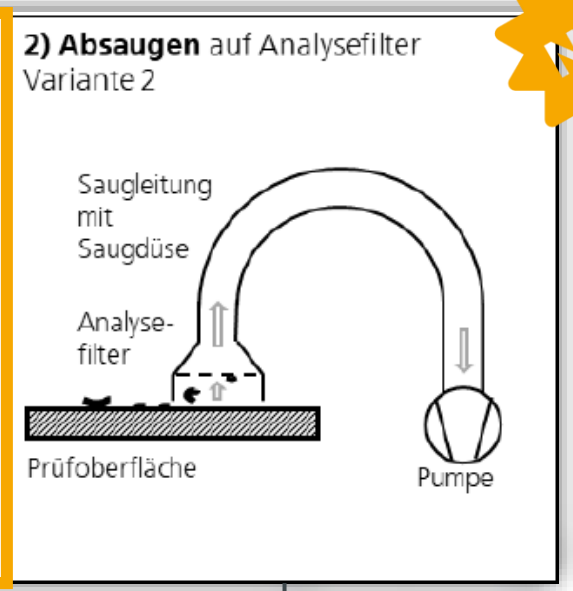
Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.181

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Aufbau - Variante 1 & 2

Mit Filtereinheit:
Extraktion auf einen Analysefilter
ohne Zykloneinheit





NEW

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

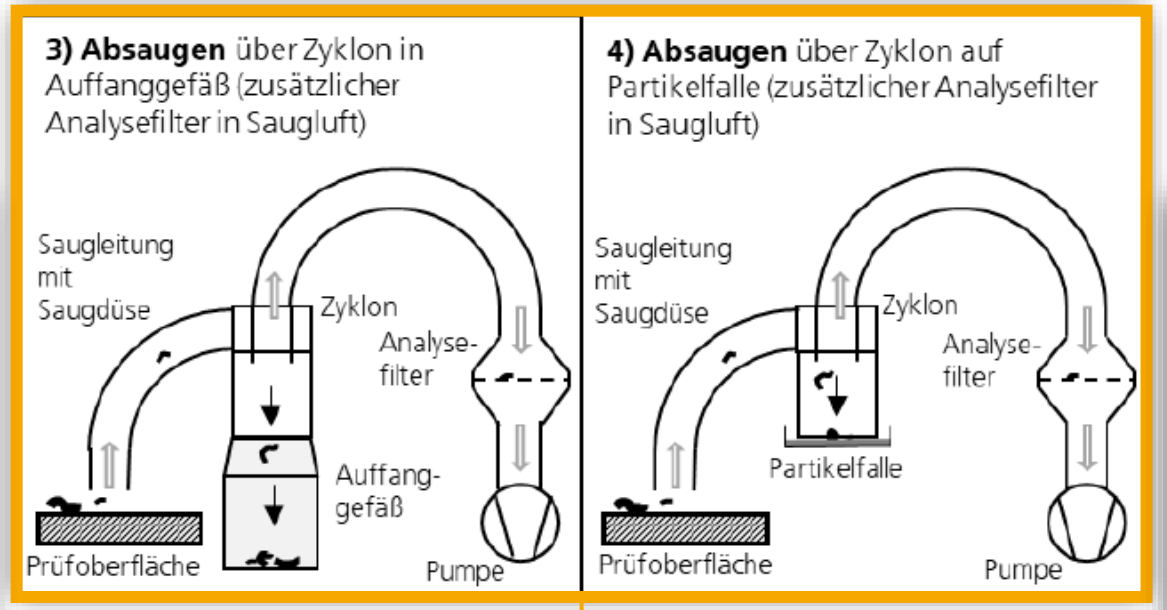
Hinweis 2: Nicht mit allen abgebildeten Prinzip-Aufbauten sind die Startparameter abbildbar.

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.183

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Aufbau - Variante 3 & 4



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

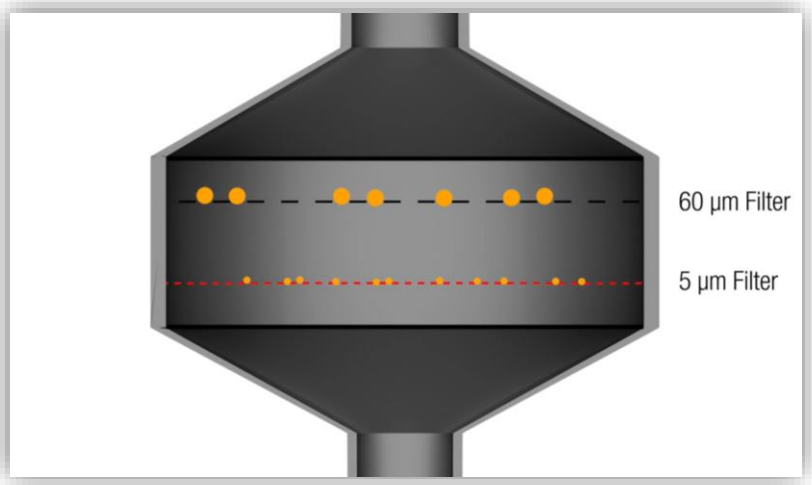
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.183

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

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**

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.183

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

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

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

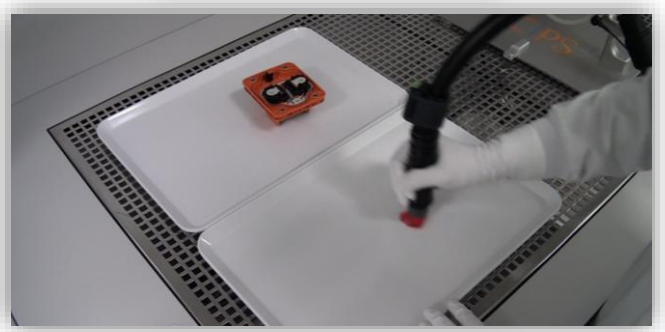
Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.177

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Blindwertmessung

- **Möglichkeit A:** Saugen gegen **Atmosphäre**
  - Blindwert vom System und der Extraktionsumgebungsluft

- **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)

Empfohlene Dauer:

2 Minuten

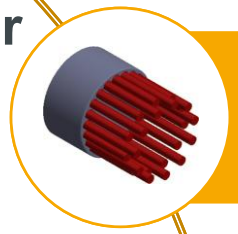
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Extraktionsverfahren Teil 2: (Bürst-)Saugen

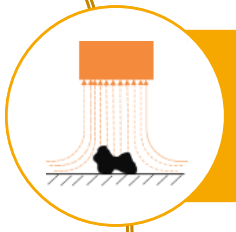
CleanControlling®

Startparameter



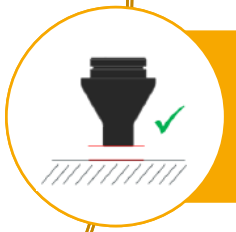
Eintrittsfläche der Saugdüse

- 2,0 cm² (Runddüse 16 mm)



Saugvolumenstrom

- ≥ 20 m³/h



Saugabstand

- Max. 8 mm

Saugzeit/Bauteil

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

NEW

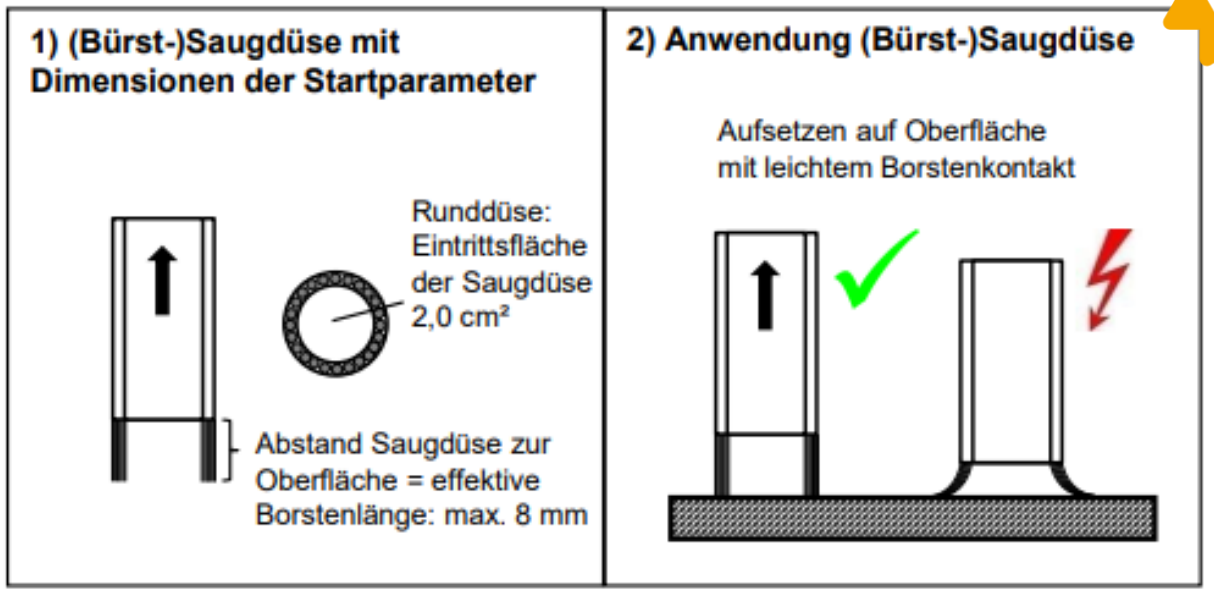
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.178

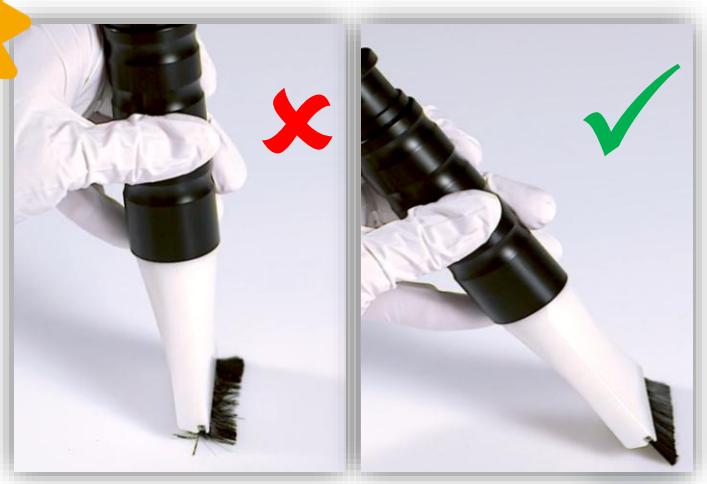
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

CleanControlling®

Startparameter - Eintrittsfläche der Saugdüse



NEW



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)

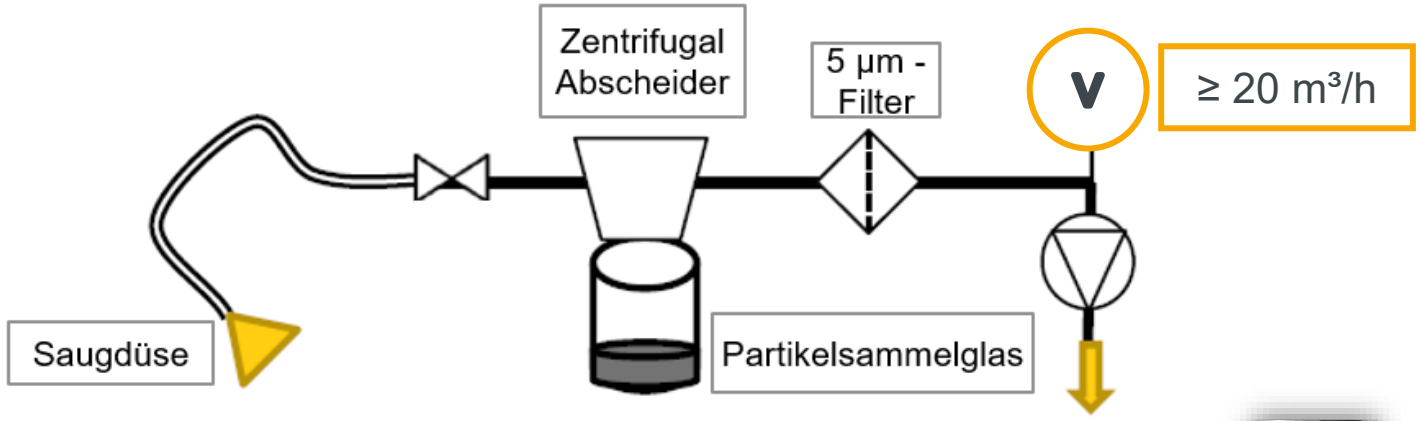
Bei sensiblen Teilen ist somit auf Borsten zu verzichten

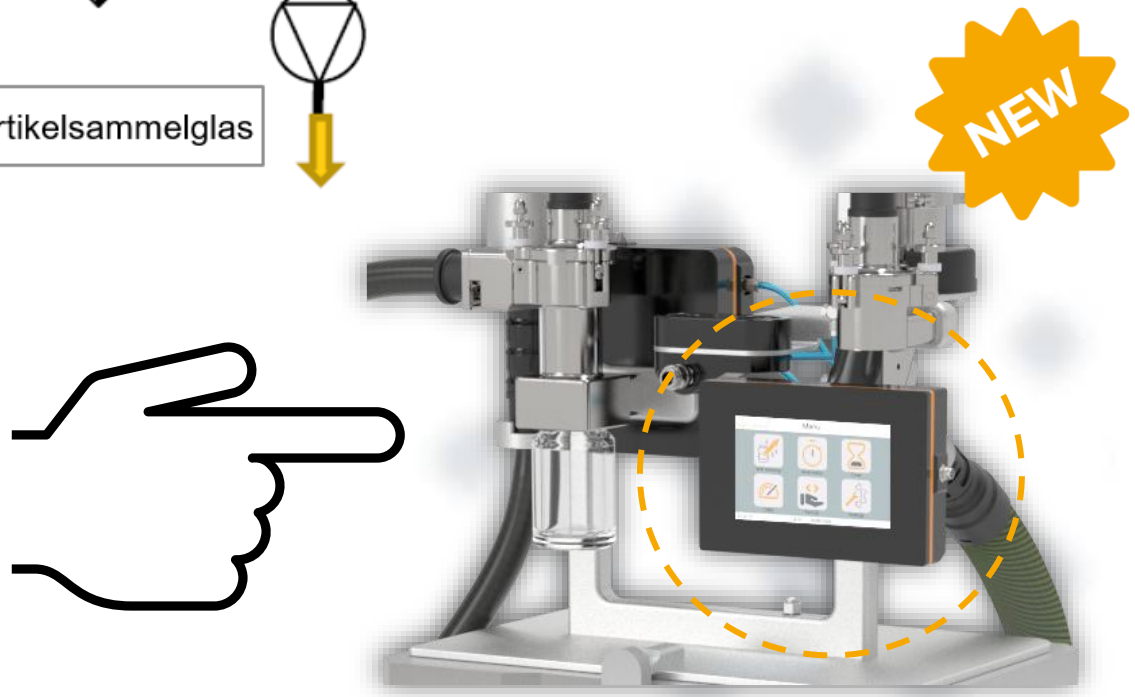
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.179

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Startparameter - Saugvolumenstrom





Quelle: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

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.

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.179 +181

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

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

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.179

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Startparameter - Saugzeit

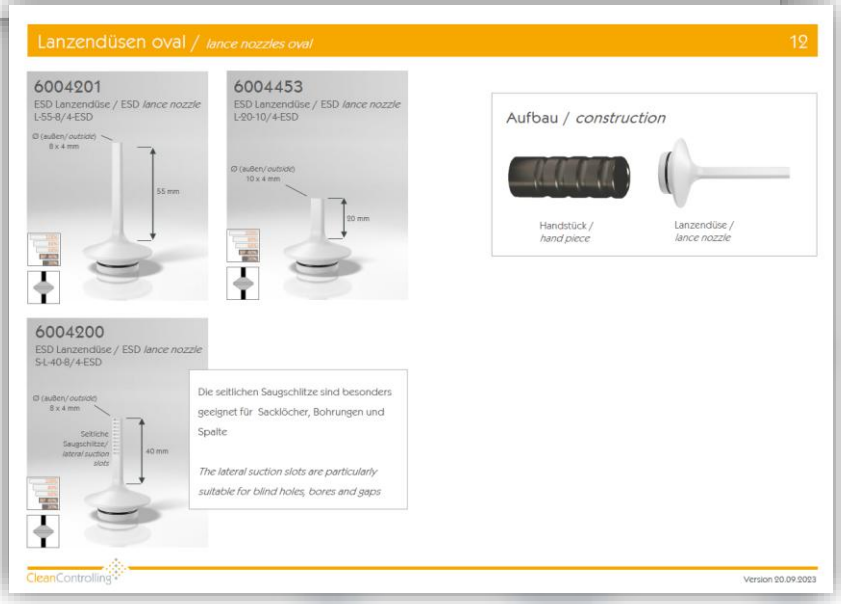
Tabelle 6-15: Startzeiten (Bürst-)Saugen (für Startparametersatz)

Prüfobjektfläche in cm²	Startsaugzeit/ Prüfobjektfläche in s/cm²	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.



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.180-181

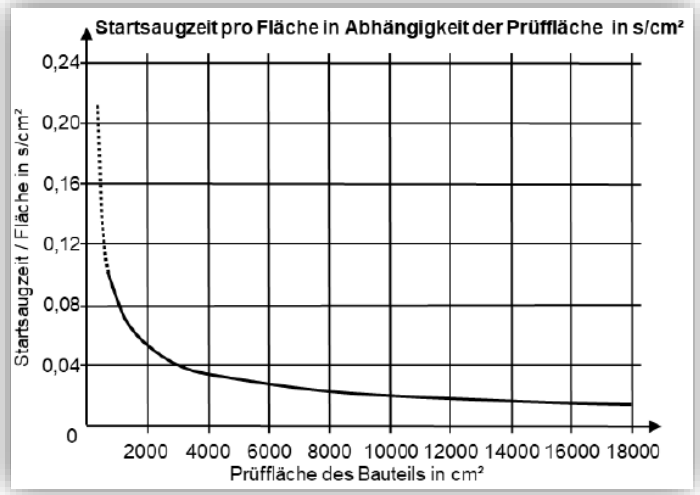
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Startparameter - Saugzeit

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

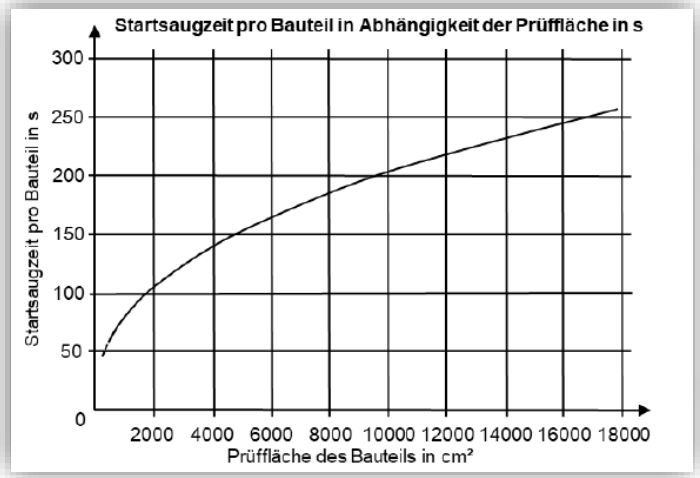
Prüfobjektfläche in cm²	Startsaugzeit/ Prüfobjektfläche in s/cm²	resultierende Startsaugzeit pro Prüfobjekt in s
500	0,123	62
700	0,101	71
1000	0,082	82
2000	0,054	108
3000	0,042	127
5000	0,031	155
7000	0,025	178
10.000	0,020	205
15.000	0,016	241
20.000	0,014	270

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



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**

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.180-181+184

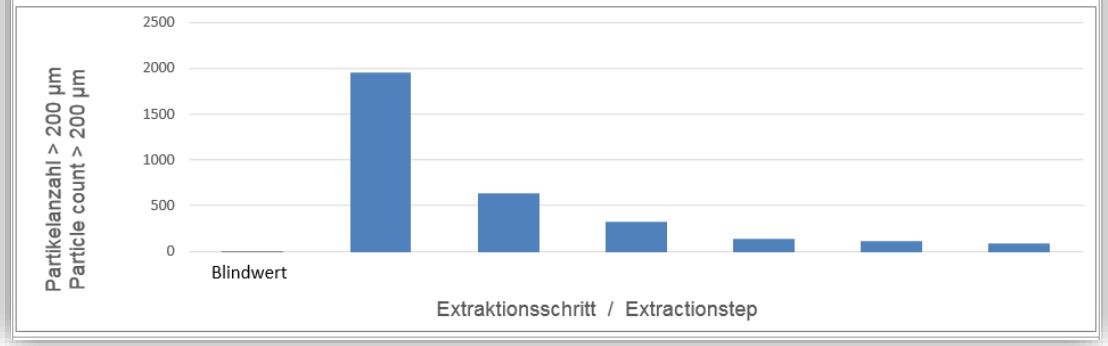
© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Abklingmessung

- Beispiel für eine Abklingmessung:

Graphische Auswertung der Abklingmessung
Graphic analysis declining test

Partikelgröße (µm) *Particle size [µm]*	Blindwert *Blank value*	Schritt 1 *Step 1*	Schritt 2 *Step 2*	Schritt 3 *Step 3*	Schritt 4 *Step 4*	Schritt 5 *Step 5*	Schritt 6 *Step 6*
200 - 400	8	1466	529	284	134	91	83
400 - 600	0	250	64	23	4	7	9
600 - 1000	0	160	29	9	5	9	2
1000-1500	0	45	12	8	0	1	1
1500-2000	0	11	0	0	0	1	0
2000-3000	0	11	0	0	0	0	0
> 3000	0	4	0	0	0	0	0
Partikelanzahl > 200 µm *Particle count > 200 µm*	8	1947	634	324	143	109	95
Partikelanzahl kumuliert *Particle count accumulated*		1947	2581	2905	3048	3157	3252
Verhältnis [%] *Ratio [%]*		100%	25%	11%	5%	3%	3%



Verhältnisbildung von:

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

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

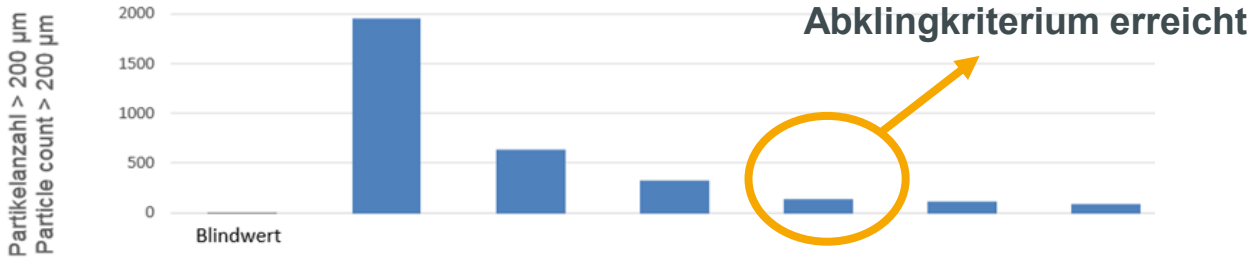
Abklingmessung

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 **≤10%** erreicht wird



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

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

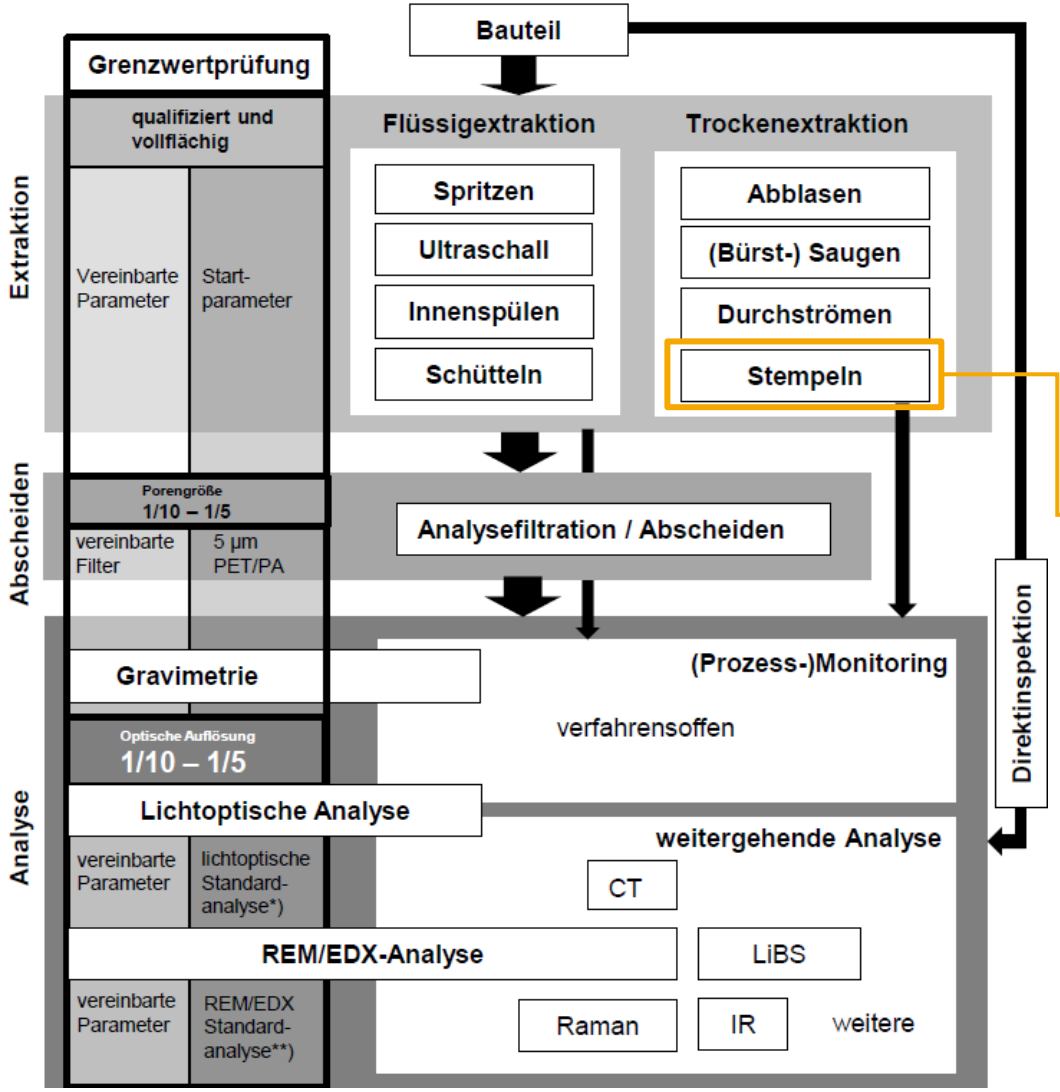
Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.182

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Extraktionsverfahren Teil 2: Stempeltest

Einordnung

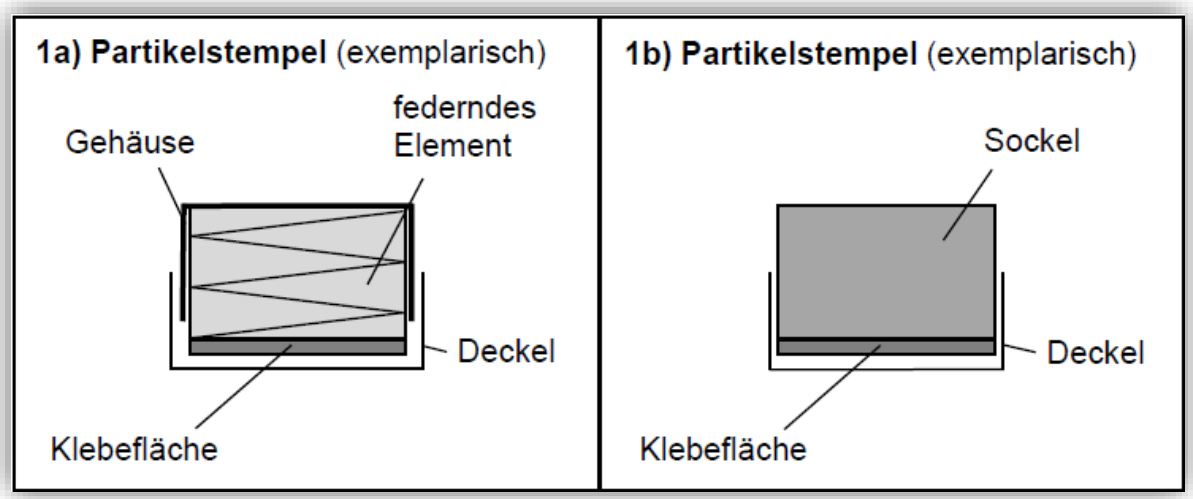


Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.23

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Materialien & Gerätschaften



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 Auswerteparameter 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_DE; 2026; S.186+188

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Extraktionsverfahren Teil 2: Stempeltest

Prinzip

- Adhäsive Fläche (Klebepad 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

Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.185

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Startparameter

NEW

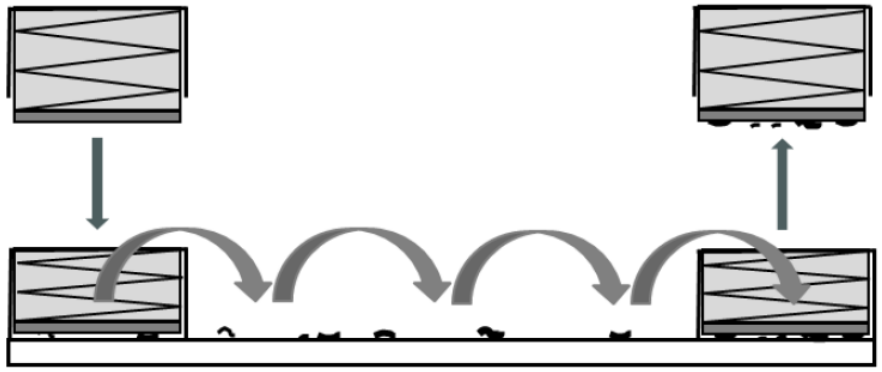
- **Wichtig:** Es gibt **keine vereinheitlichten Startparameter** für den Stempeltest

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.

Abstempeln der Prüfoberfläche mit Sauberkeitsspezifikation



Quelle 1: Interne Dokumente der CleanControlling GmbH

Quelle 2: VDA-19.1_DE; 2026; S.186+189

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

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.

Quelle 1: VDA-19.1_DE; 2026; S.186

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Prozedur

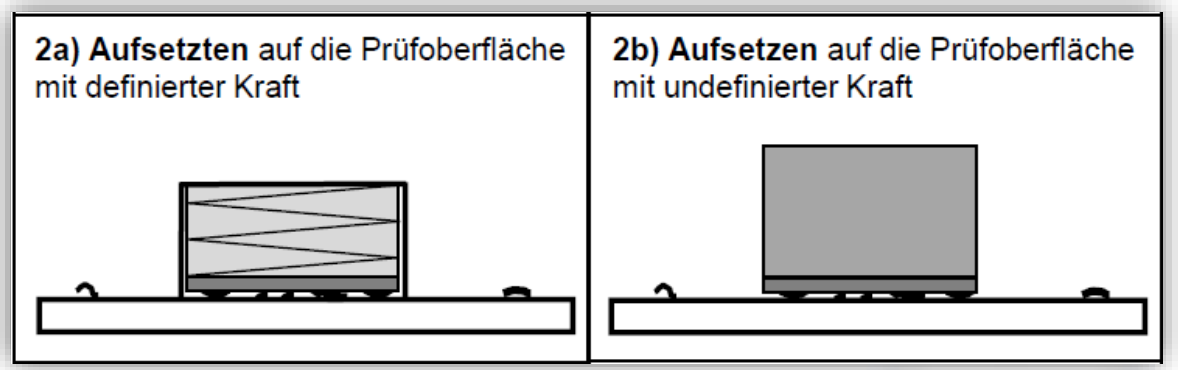
- **Wichtig: Die Prozedur ist an die Gegebenheiten des Prüfobjektes anzupassen**

1 **BEREITSTELLUNG**
aller zur Prüfung erforderlichen Mittel

2 **ÖFFNEN DES DECKELS**
Ggf. Abziehen der Schutzfolie

3 **ABSTEMPELN DER PRÜFFLÄCHE**
Wiederholung bis zur kompletten Abstemplung der Prüffläche. Bei Nachlass → Verwendung eines neuen Stempels

4 **STEMPEL AUFBEWAHREN UND VERSCHLIEßEN**



Wichtig: Leicht überlappend auf das benachbarte Prüffeld setzen ⚠

Quelle 1: VDA-19.1_DE; 2026; S.187+188

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

© CleanControlling - www.cleancontrolling.com