

**Dr. Nils Rotthowe**
Vertriebsingenieur

CleanControlling®

# Online-Grundlagenseminar
# TECHNISCHE SAUBERKEIT
## VDA 19.1 und VDA 19.2



# Mikroskopische Auswertung in der VDA 19.1

Dr. Nils Rotthowe, CleanControlling GmbH

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

- Die gravimetrische Analyse
- Allgemeines zur Mikroskopie gemäß VDA 19.1
- Technische Grundlagen der Mikroskopie
- Die Standardanalyse
- Die freie Analyse
- Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann…
- … und was nicht

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

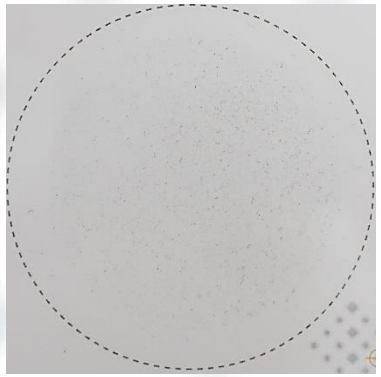
## Die gravimetrische Analyse

- Gravimetrie zur Erfassung der Gesamtmasse aller extrahierter Partikel
- Integrales Maß für den Verschmutzungsgrad



- Gute geeignet für stark verschmutze Bauteile
  - mikroskopische Auswertung u.U. unmöglich
- Schlecht geeignet bei geringem Verschmutzungsgrad
  - Reproduzierbare Ergebnisse für < 1 mg nur mit hohem technischem Aufwand möglich





- **Keine Informationen über Dimension oder Material der Partikel!**

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

- Die gravimetrische Analyse
- Allgemeines zur Mikroskopie gemäß VDA 19.1
- Technische Grundlagen der Mikroskopie
- Die Standardanalyse
- Die freie Analyse
- Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann…
- … und was nicht

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Allgemeines zur Mikroskopie

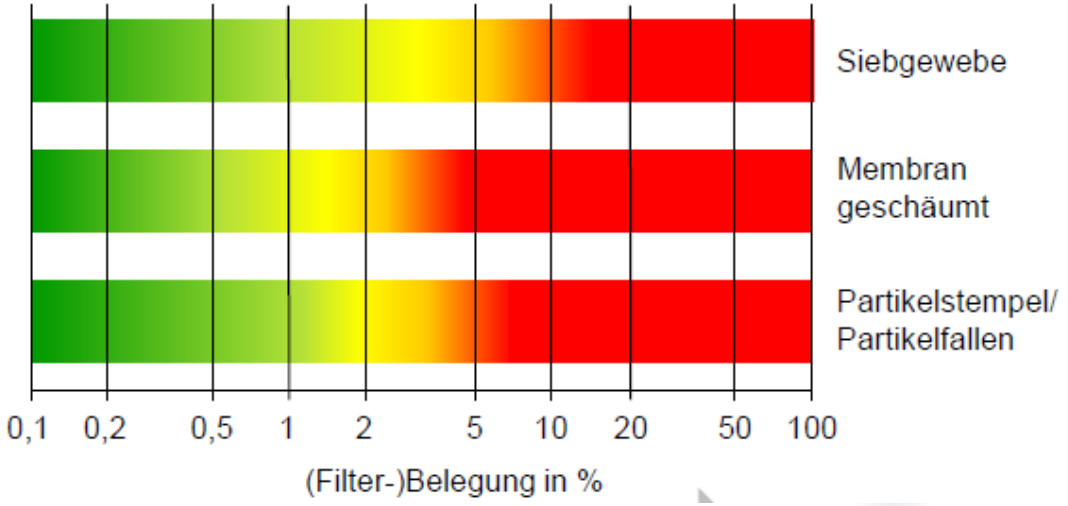
- Mikroskopie als Herzstück der VDA 19.1 Sauberkeits-Analyse
- Standardanalyse → Überprüfung von Sauberkeitsspezifikationen
  - Verwendung automatisierter und standardisierter Messmethoden
- Freie Analyse → Besondere Fragestellungen (Dimension, Farbe, uvm.)
- Unterscheidung zwischen drei Partikelklassen
  - metallisch-glänzende Partikel
  - nicht metallisch-glänzende Partikel
  - Fasern

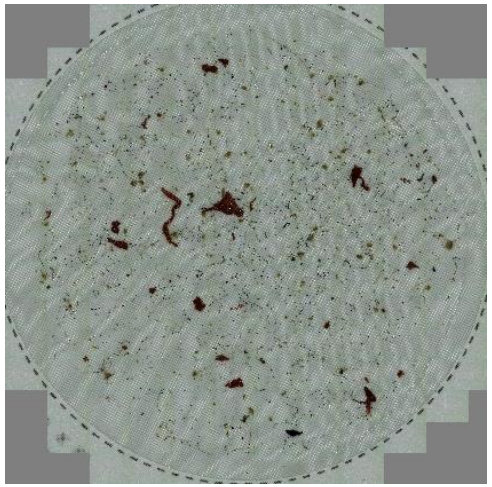


# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Allgemeines zur Mikroskopie

- Voraussetzungen
  - Qualifizierte Extraktionsprozedur → erfolgreiche Abklingmessung (ab 50 µm)
  - Auswertbarer Filter → Wenig/keine Überlappung von Partikeln
  - Einsatz von qualifiziertem Personal
  - Durchführung einer Nachkontrolle

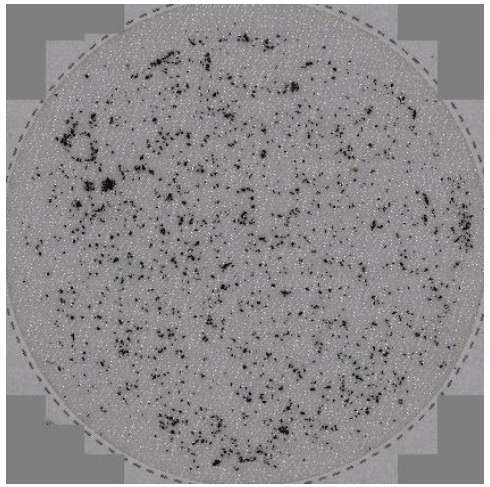


**4 % Filterbelegung**

← Nicht auswertbar

Auswertbar →



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

- Die gravimetrische Analyse
- Allgemeines zur Mikroskopie gemäß VDA 19.1
- Technische Grundlagen der Mikroskopie
- Die Standardanalyse
- Die freie Analyse
- Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann…
- … und was nicht

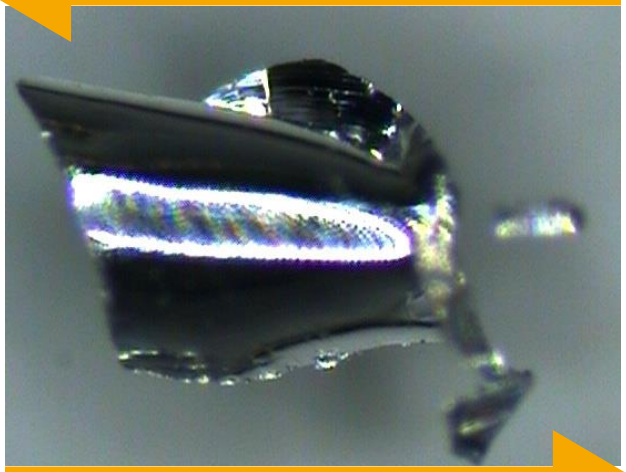
# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Die Mikroskope

**Stereo-Mikroskop**



**Tiefenschärfe**



**Vergrößerung**

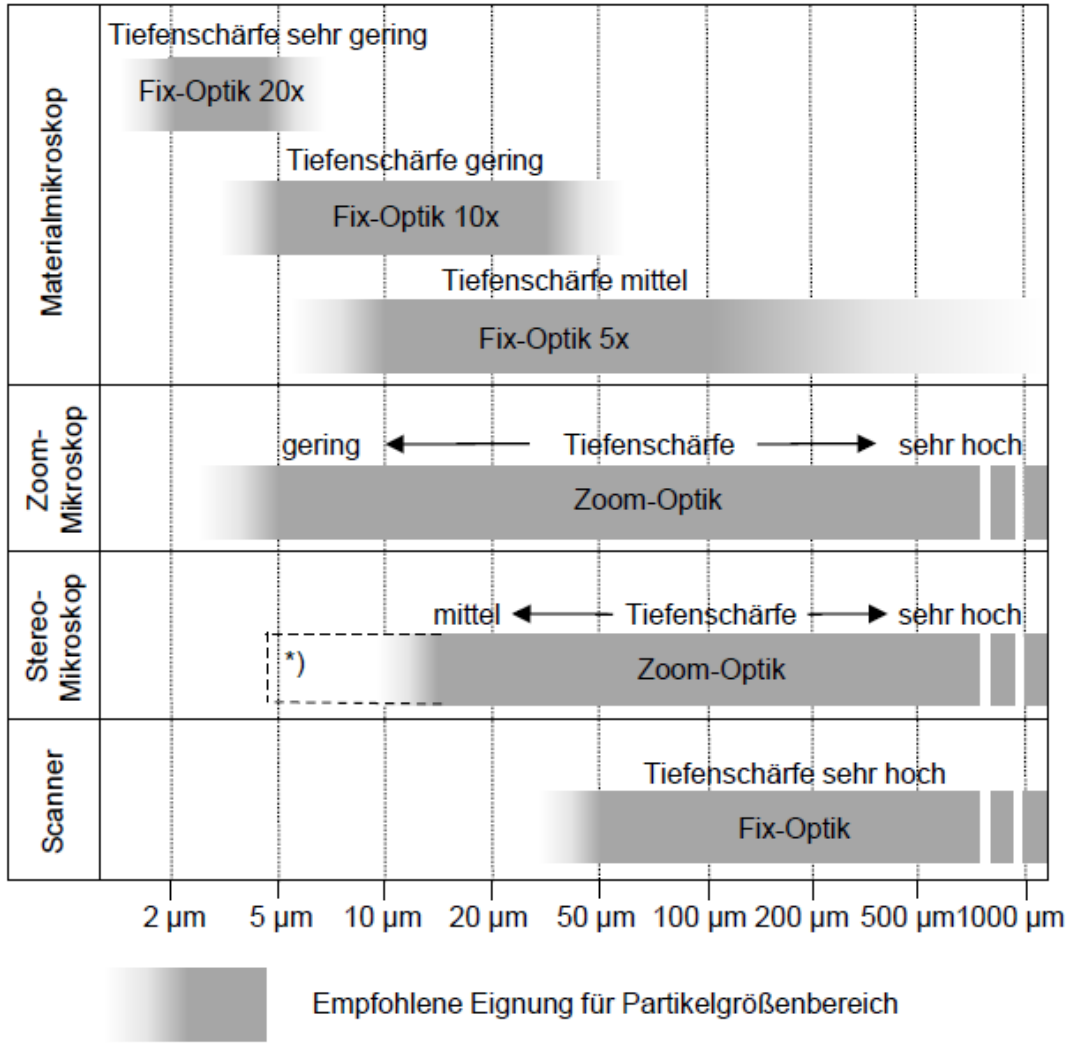


**Material-Mikroskop**

Quelle: Jomesa

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Die Mikroskope

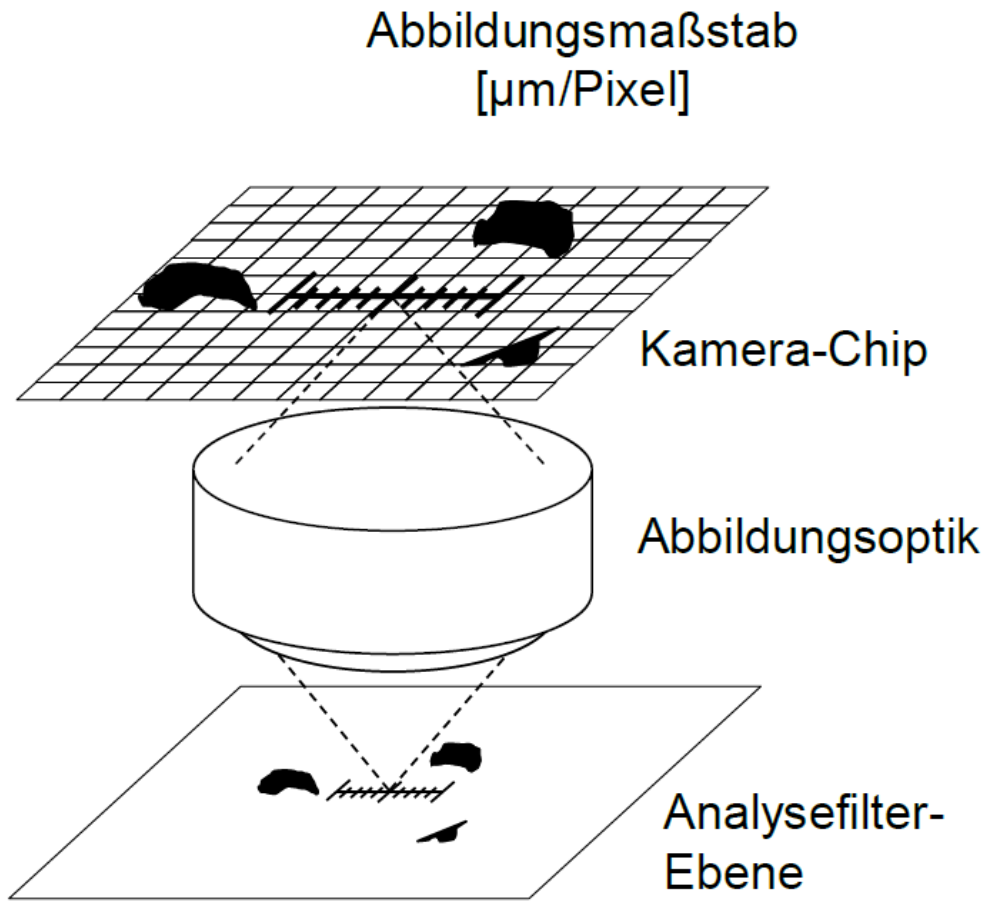



Quelle: VDA 19.1

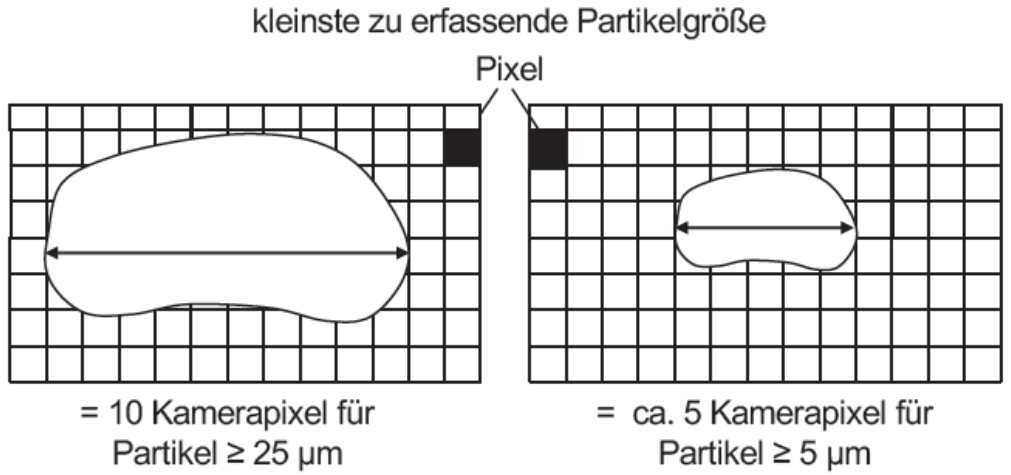
# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Bilderfassung, Auflösung und Vergrößerung

- Partikel werden vom Mikroskop digitalisiert und als Pixelbild gespeichert




Quelle: VDA 19.1

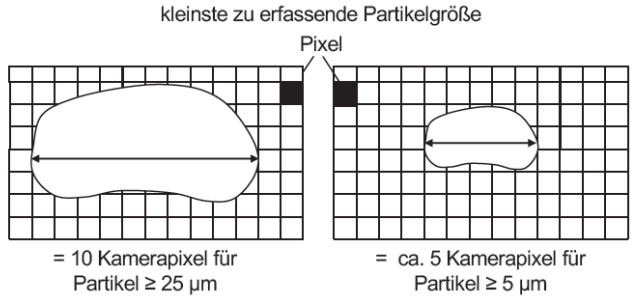


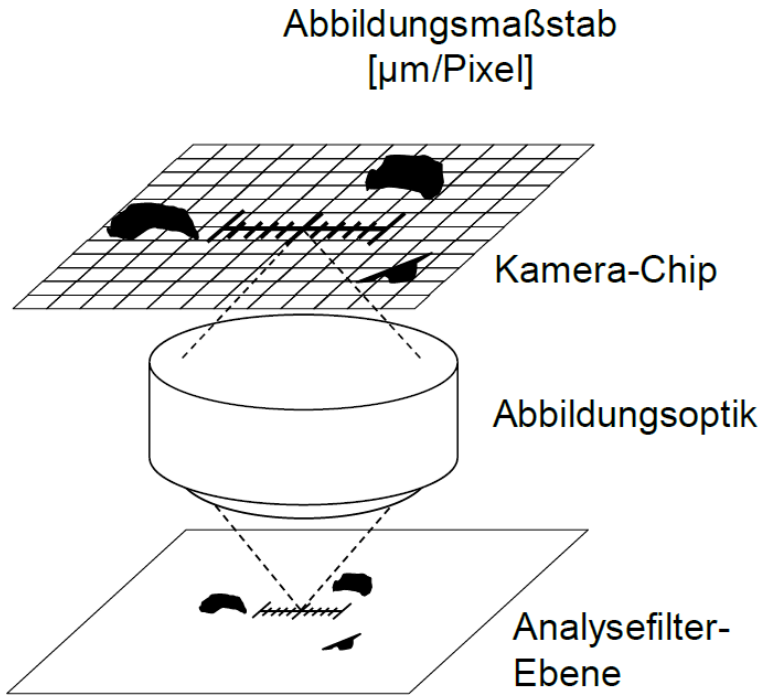

Quelle: VDA 19.1

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Bilderfassung, Auflösung und Vergrößerung

- Partikel werden vom Mikroskop digitalisiert und als Pixelbild gespeichert
- Eine Korrelation zur Vergrößerung bei einem Standard-Lichtmikroskop ist nicht möglich

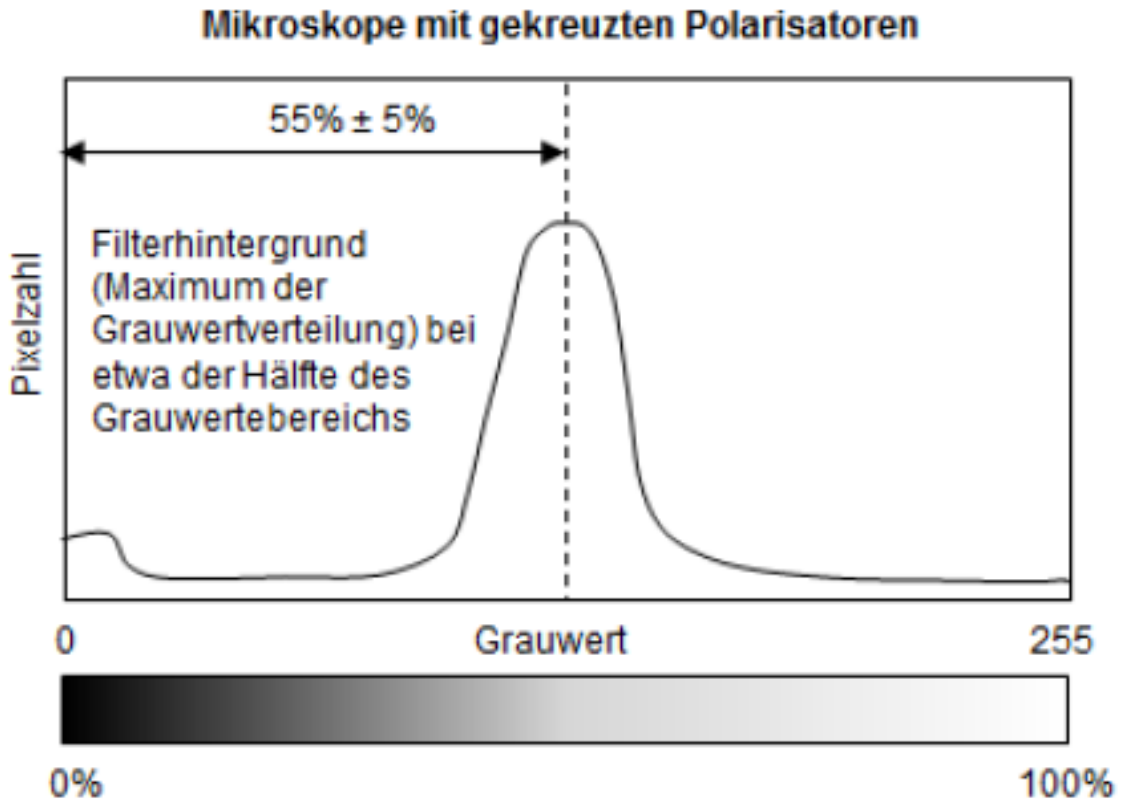


# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelerkennung

- Wann wird ein Partikel als Partikel erkannt?
  - Unterteilung des Filters in Graustufen
  - Definition des Filterhintergrundes bei 55 % ± 5 %

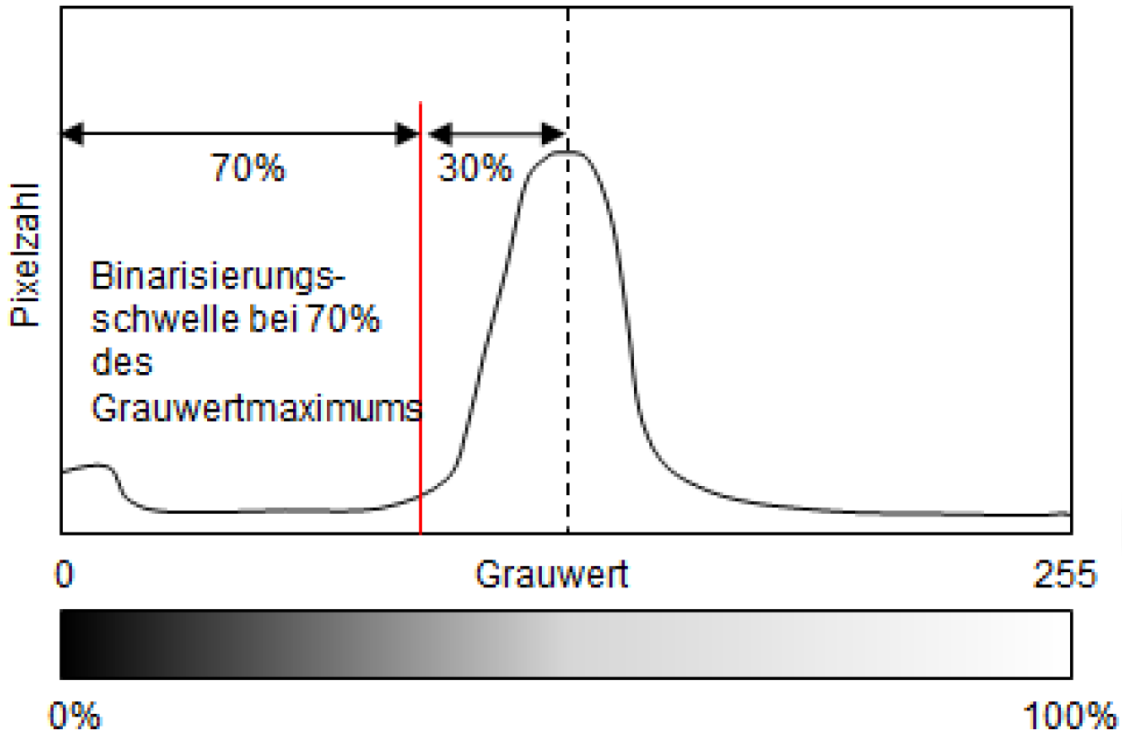



Quelle: VDA 19.1

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelerkennung

- Wann wird ein Partikel als Partikel erkannt?
  - Unterteilung des Filters in Graustufen
  - Definition des Filterhintergrundes bei 55 % ± 5 %
  - Binarisierungsschwelle bei 70 % des Filterhintergrunds



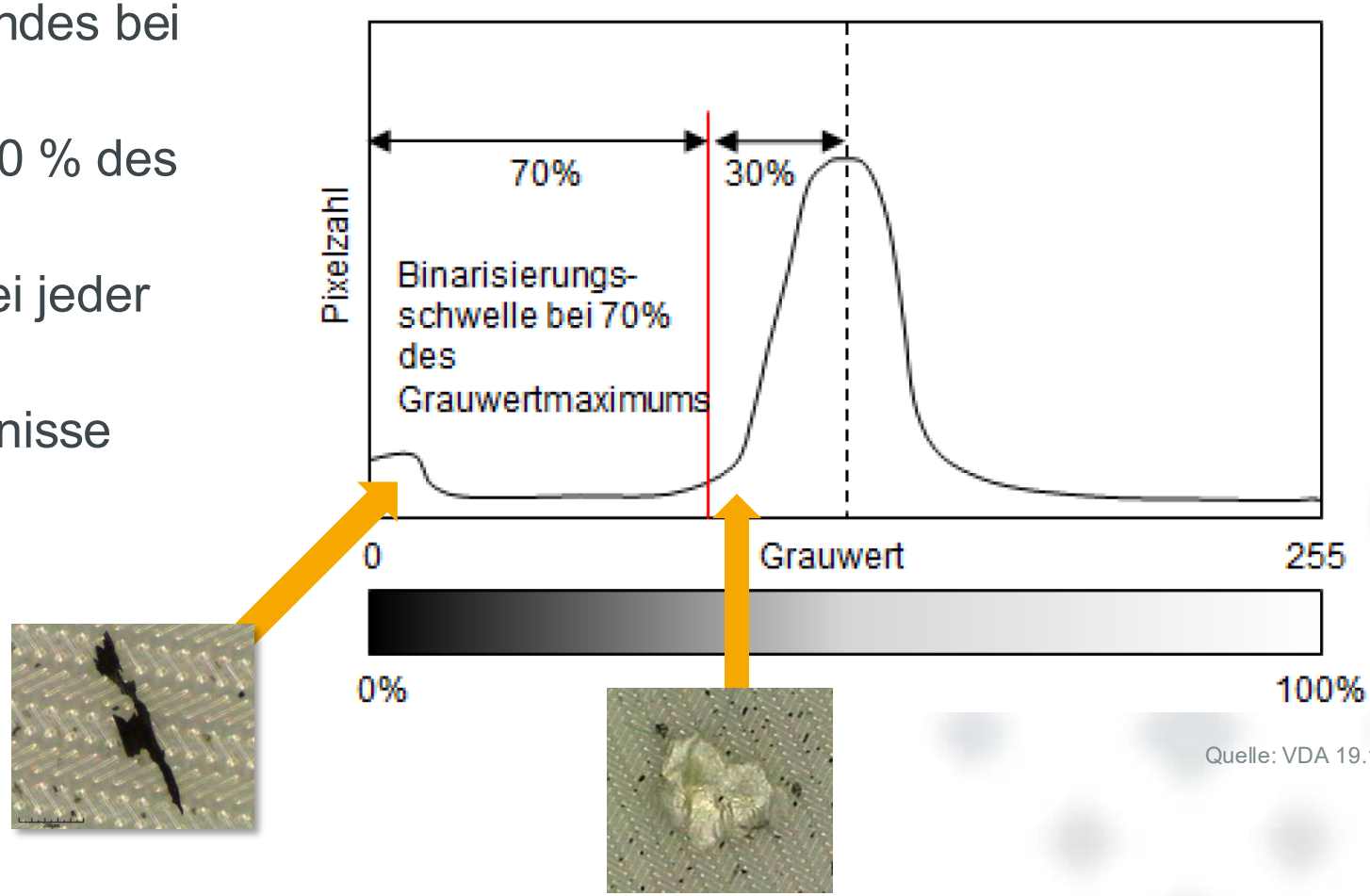

Quelle: VDA 19.1

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelerkennung

- Wann wird ein Partikel als Partikel erkannt?
  - Unterteilung des Filters in Graustufen
  - Definition des Filterhintergrundes bei 55 % ± 5 %
  - Binarisierungsschwelle bei 70 % des Filterhintergrunds
  - Diese Parameter **müssen** bei jeder Analyse gleich sein

  → Reproduzierbarkeit der Ergebnisse

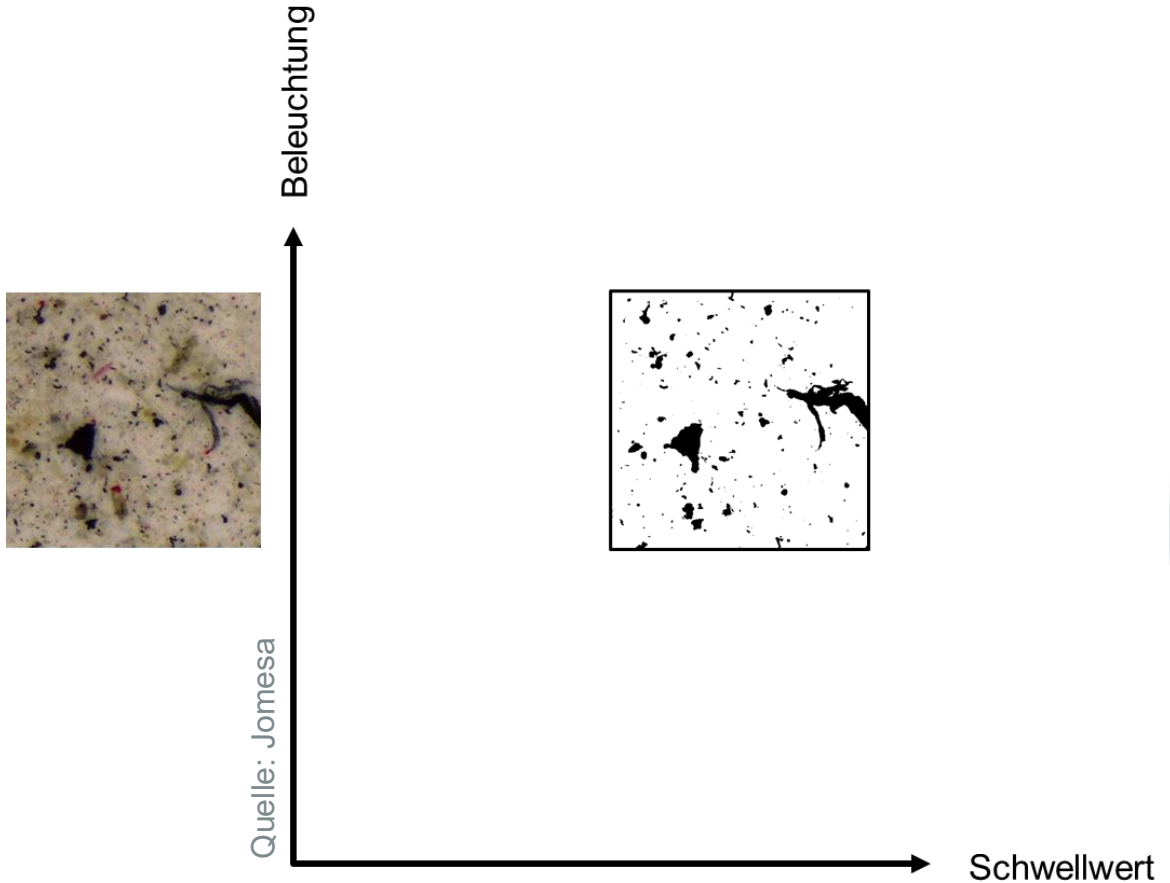



Quelle: VDA 19.1

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelerkennung

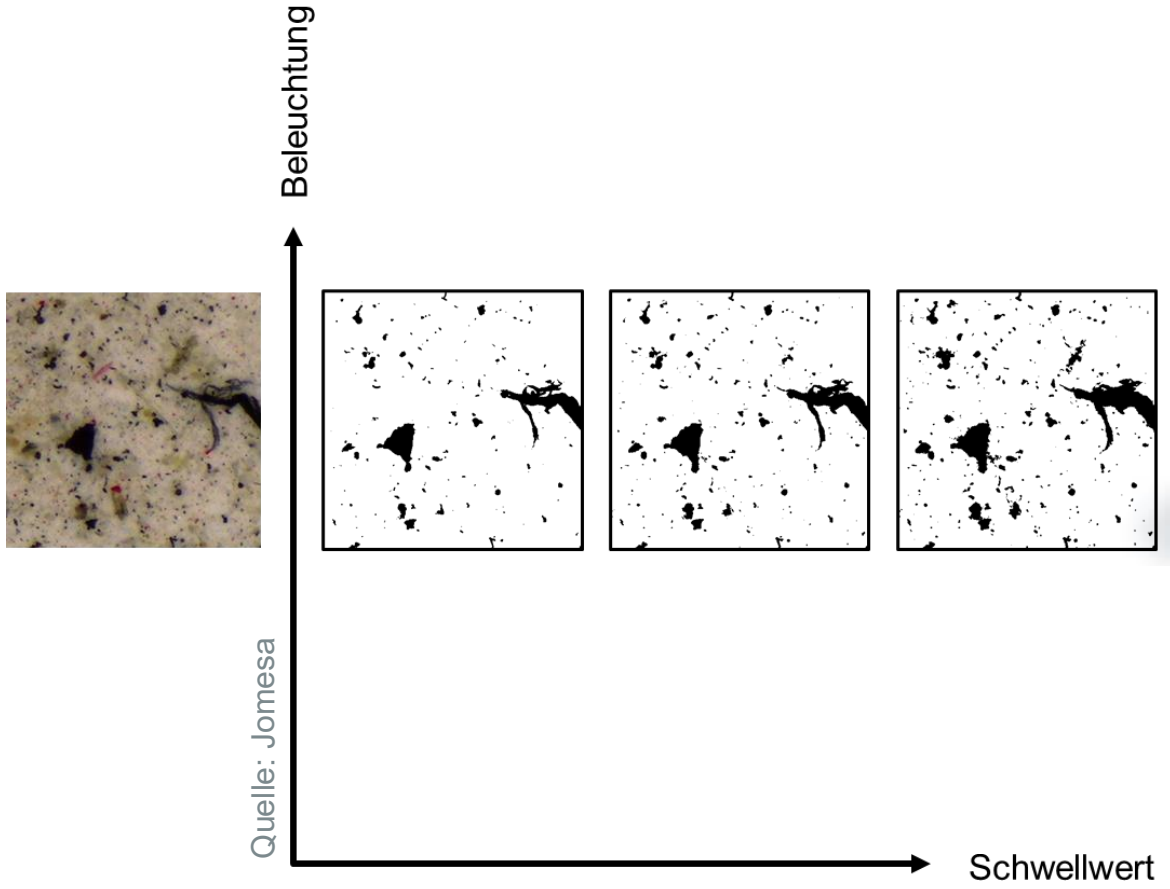
### Partikelerkennung / Beleuchtung und Schwellwert



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelerkennung

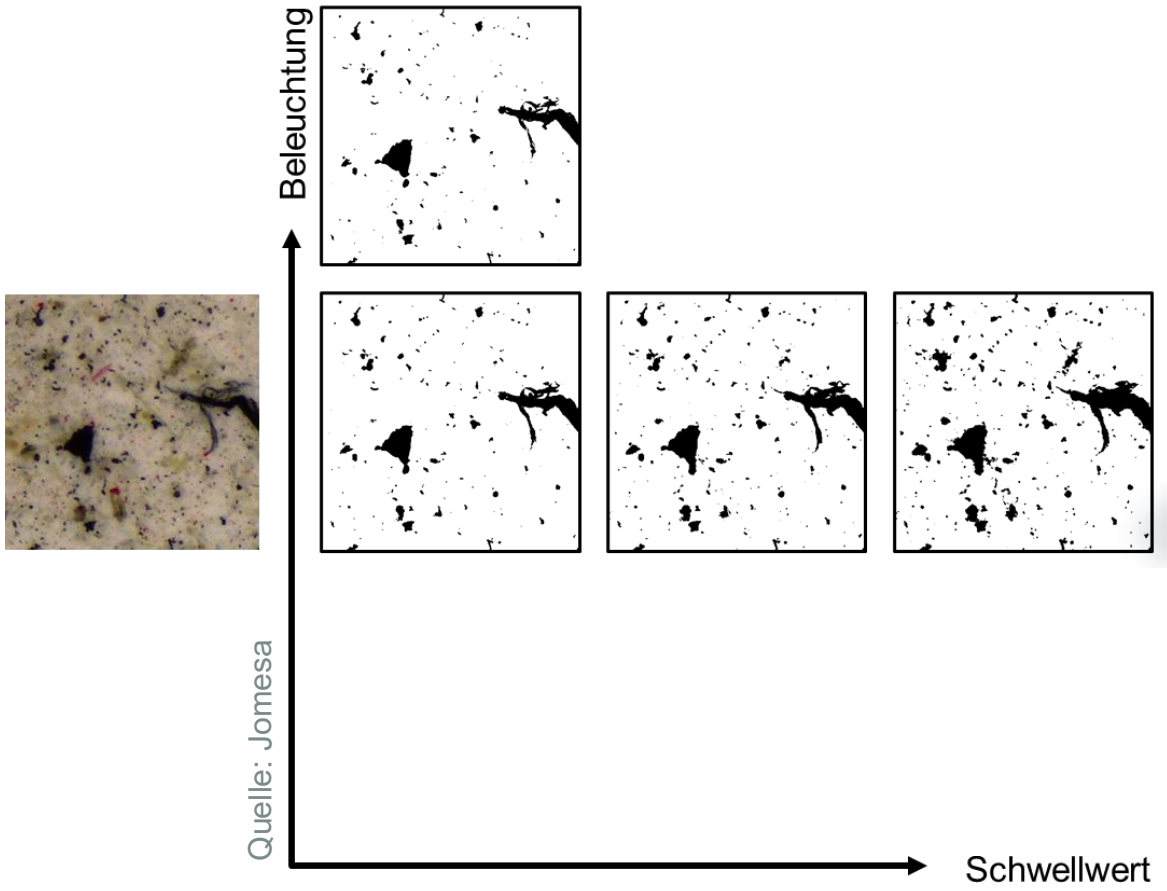
### Partikelerkennung / Beleuchtung und Schwellwert



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelerkennung

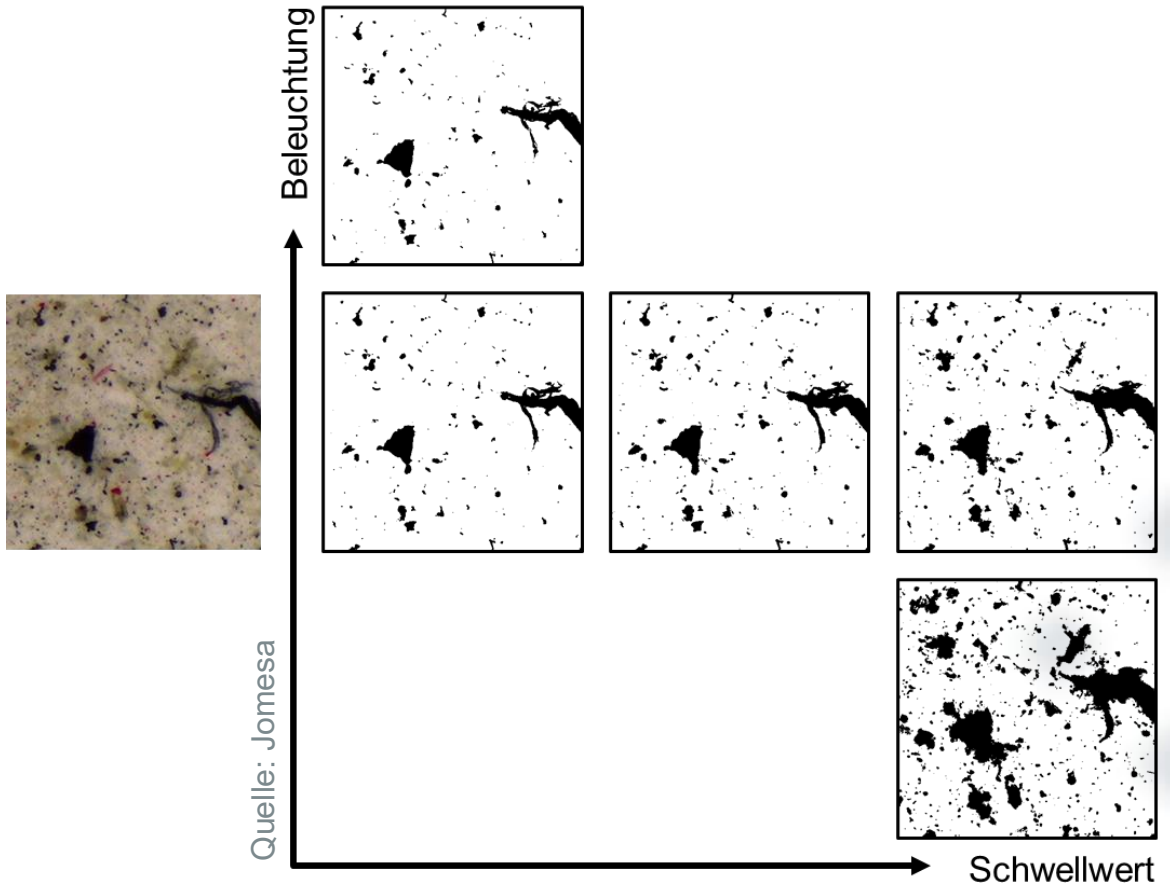
### Partikelerkennung / Beleuchtung und Schwellwert



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelerkennung

### Partikelerkennung / Beleuchtung und Schwellwert



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

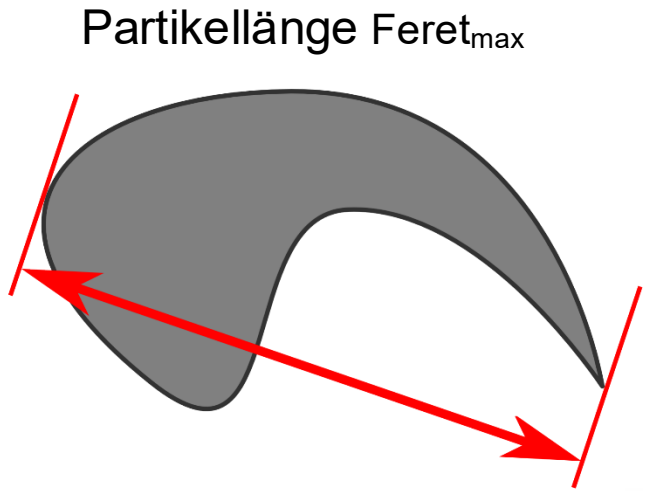
- Partikel haben keine definierte Geometrie
- Länge und Breite müssen definiert werden



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

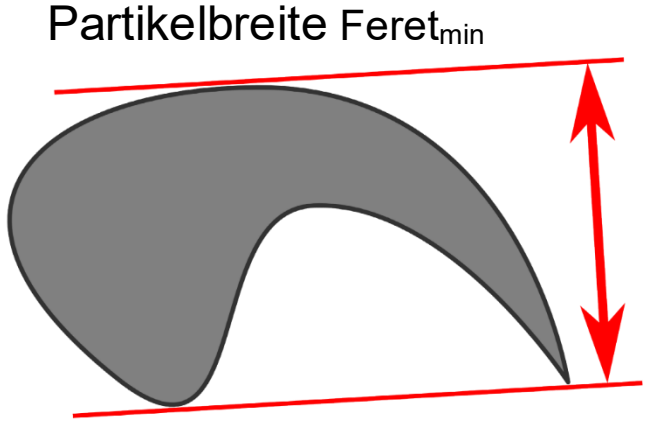
- Partikel haben keine definierte Geometrie
- Länge und Breite müssen definiert werden
  - Länge wird über $Feret_{max}$ definiert → max. Gefährdungspotential
  - Breite würd über $Feret_{min}$ definiert :
  - Alternativ:
    - Senkrechter Schnitt
    - Maximaler Inkreis



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

- Partikel haben keine definierte Geometrie
- Länge und Breite müssen definiert werden
  - Länge wird über $Feret_{max}$ definiert
  - Breite würd über $Feret_{min}$ definiert :

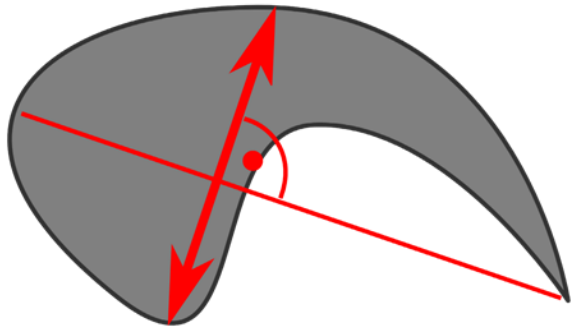


# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

- Partikel haben keine definierte Geometrie
- Länge und Breite müssen definiert werden
  - Länge wird über $Feret_{max}$ definiert
  - Breite würd über $Feret_{min}$ definiert :
  - Alternativ:
    - Senkrechter Schnitt

Partikelbreite Senkrechter Schnitt

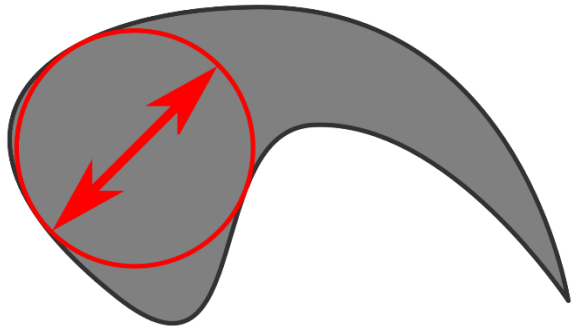


# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

- Partikel haben keine definierte Geometrie
- Länge und Breite müssen definiert werden
  - Länge wird über $Feret_{max}$ definiert
  - Breite würd über $Feret_{min}$ definiert :
  - Alternativ:
    - Senkrechter Schnitt
    - Maximaler Inkreis

Partikelbreite Maximaler Inkreis



# Technische Grundlagen – Partikelerkennung

## Partikelerkennung / Beleuchtung und Schwellwert

- Für Partikel mit $Feret_{max} \geq 50$ µm
- Ein Partikel muss aus mindestens 10 Pixeln bestehen
- Beleuchtung und Helligkeitsschwellwert sind Fixwerte



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

- Es gilt immer:
  - Länge ≥ Breite ≥ Höhe
  - Der Partikel liegt auf der Fläche „Länge X Breite“



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

- Es gilt immer:
  - Länge ≥ Breite ≥ Höhe
  - Der Partikel liegt auf der Fläche „Länge X Breite“



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung

- Es gilt immer:
  - Länge ≥ Breite ≥ Höhe
  - Der Partikel liegt auf der Fläche „Länge X Breite“



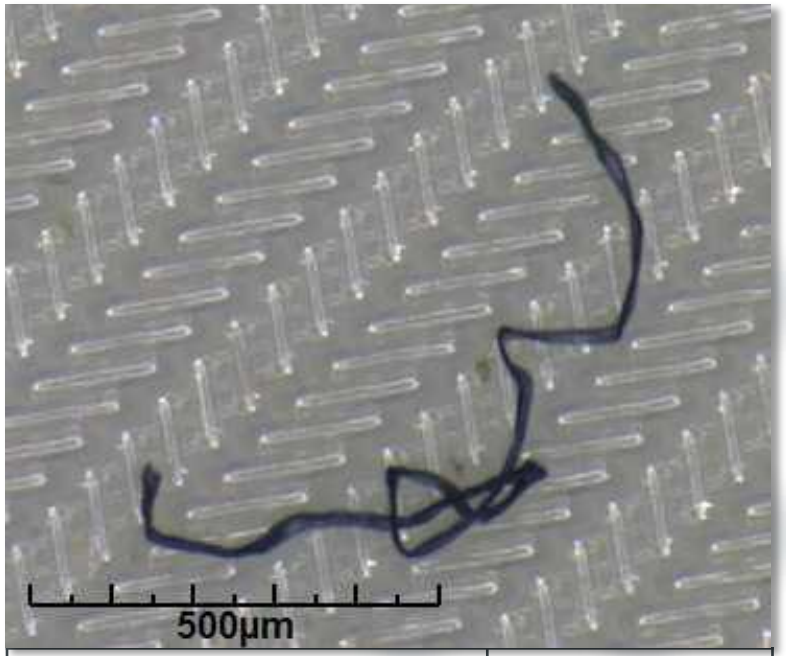
# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung, Sonderfall Fasern

- Ein menschliches Haar hat eine Breite von 60 µm – 120 µm und gilt somit gemäß VDA 19.1 als Partikel und **nicht** als Faser

- $Feret_{max}$ als Längenmaß ungeeignet aufgrund der Flexibilität → zufällige Orientierung
- Gestreckte Länge besser geeignet

- Wann ist ein Partikel eine Faser?
  - nicht-metallisch glänzend
  - geometrisches Kriterium




| | |
|---|---|
| $Feret_{max}$ | 756 µm |
| Gestreckte Länge | 1500 µm |

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung, Sonderfall Fasern

- Option 1 (max. Inkreis):
  - nicht-metallisch glänzend
  - Gestreckte Länge / maximaler Inkreis > 20
  - Breite: Maximaler Inkreis ≤ 50 µm

- Option 2 (mittlerer Inkreis):
  - nicht-metallisch glänzend
  - Gestreckte Länge / mittlerer Inkreis > 20
  - Breite: Mittlerer Inkreis ≤ 50 µm

- Option 2 “glättet” Fasern mit “Beulen” oder anhaftenden Partikeln

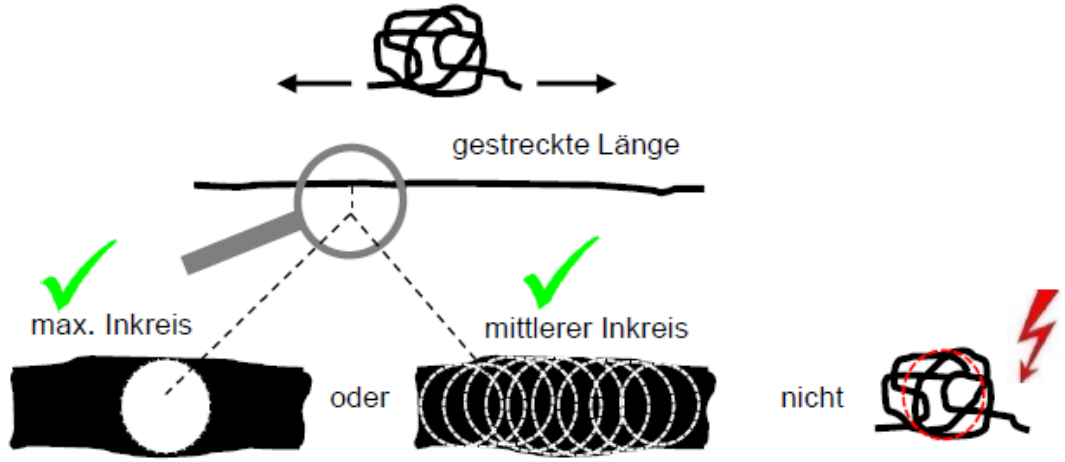



Abbildung 8-6: Typisierung von Fasern

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikelvermessung, Sonderfall Fasern

- Faserkriterien in Sauberkeitsspezifikation führen schnell zu hohem Aufwand (Fertigung, Handling, Verpackung etc)

- Gesamtlänge ($F_G$) aller Fasern als integrales Maß

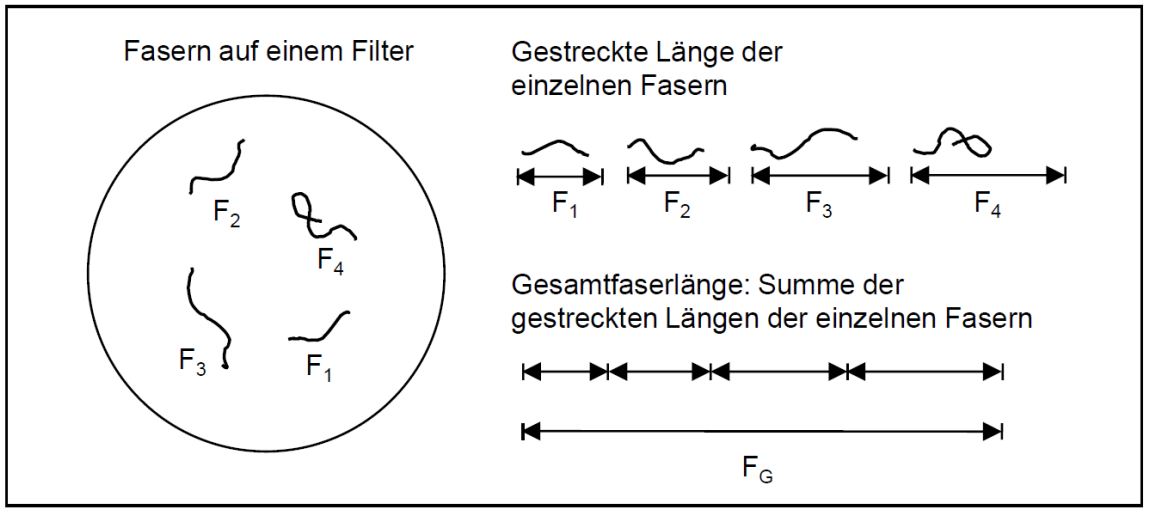



Abbildung 8-8 Bedeutung der Gesamtfaserlänge



## Technische Grundlagen – Partikelvermessung, Sonderfall Fasern

- Partikellänge ist immer $Feret_{max}$
- Partikelbreite ist variabel
- Es gilt Länge ≥ Breite ≥ Höhe
- Fasern:
  - $Feret_{max}$ *vs.* gestreckte Länge
  - Definition via *max. vs. mittlerer Inkreis*

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikeltypisierung

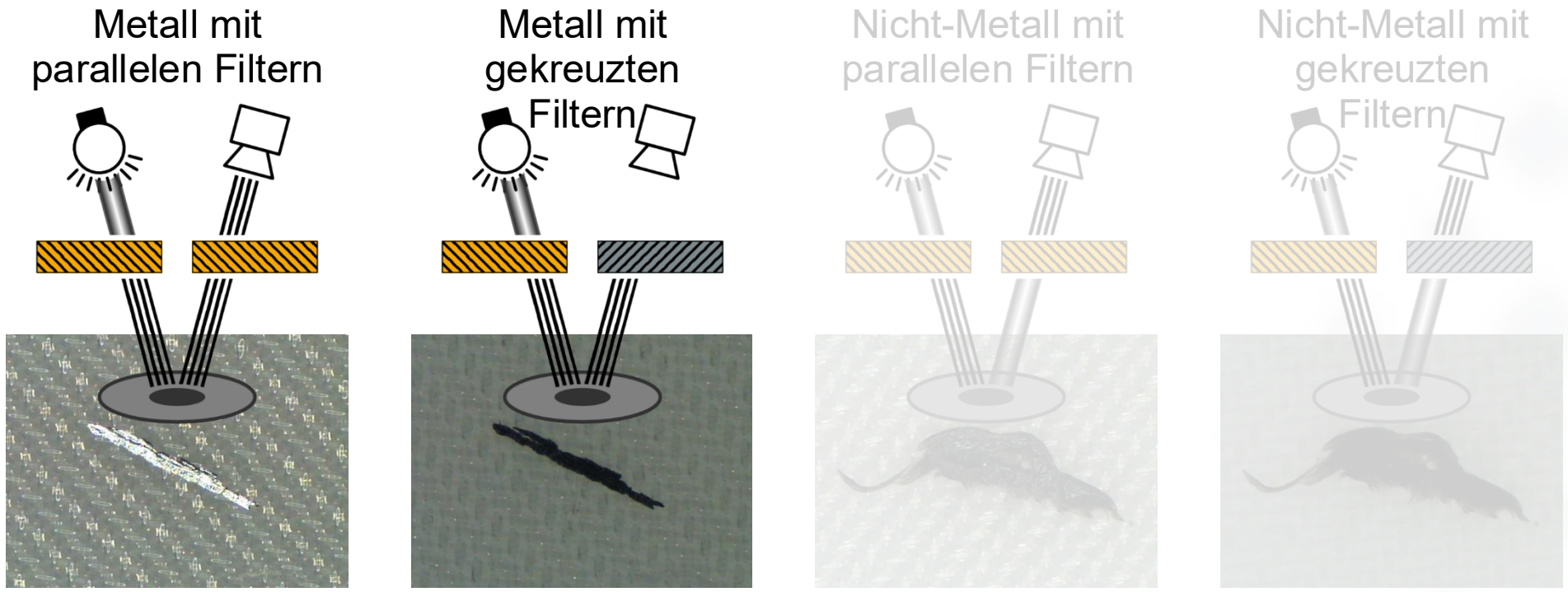
- Welche Partikeltypen werden unterschieden?
  - metallisch-glänzende Partikel
  - nicht metallisch-glänzende Partikel
  - Fasern



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikeltypisierung

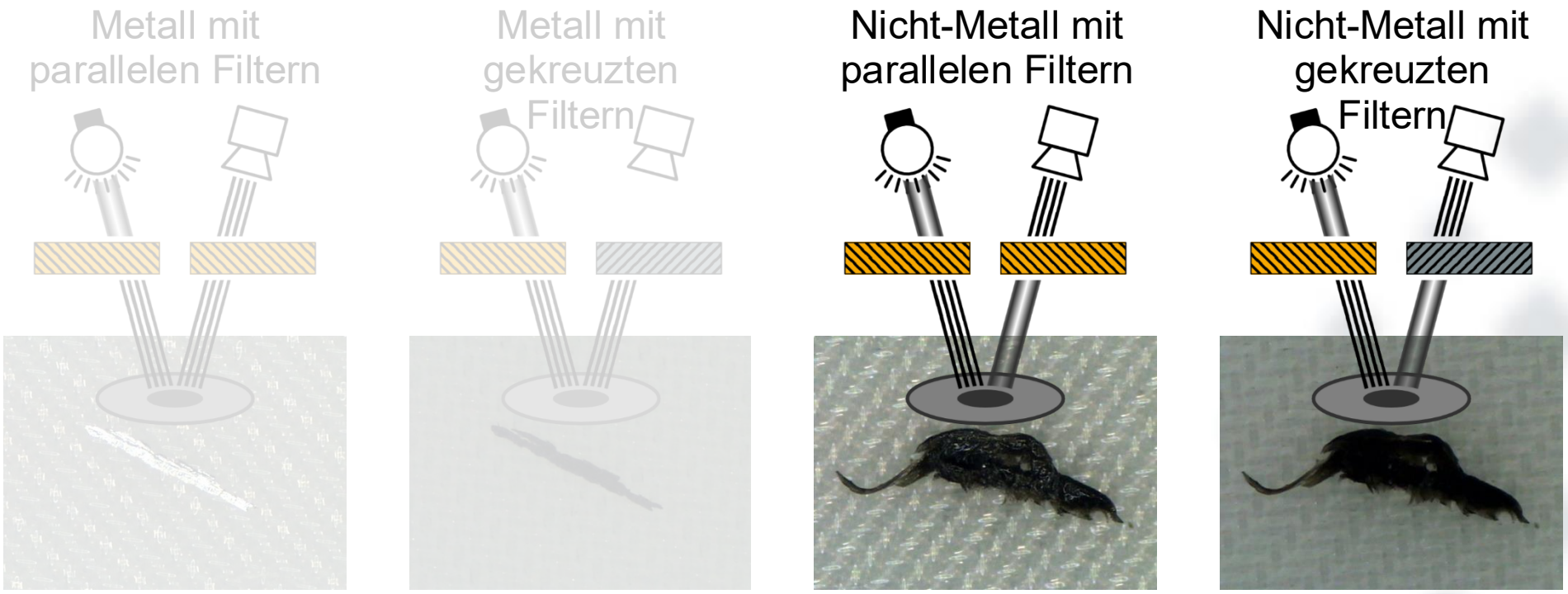
- Wie werden diese Partikeltypen unterschieden?



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Technische Grundlagen – Partikeltypisierung

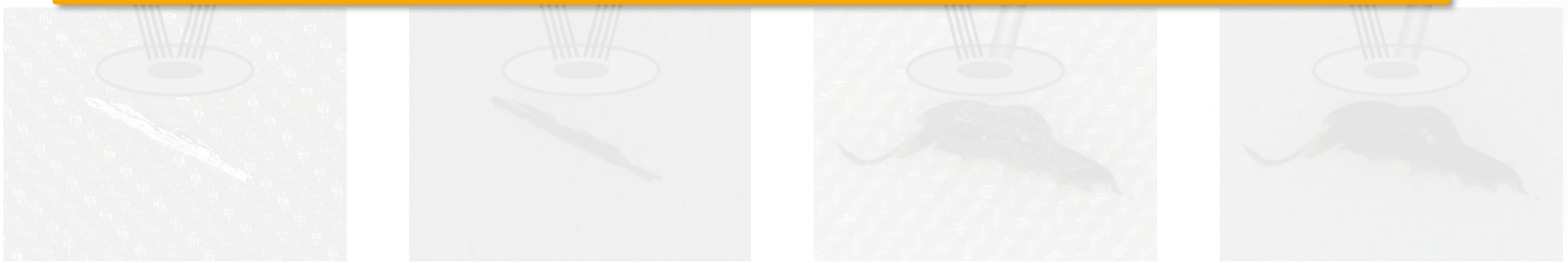
- Wie werden diese Partikeltypen unterschieden?



## Technische Grundlagen – Partikeltypisierung

Wie werden diese Partikeltypen unterschieden?

- Materialklassifizierung erfolgt über das Reflexionsverhalten (Glanz) mit polarisiertem Licht
- Keine Materialcharakterisierung im chemischen Sinn → REM/EDX notwendig



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Mikroskopie Output & Dokumentation

| No | X-Pos | Y-Pos | Max. Diameter | Min. Diameter | Area | Circumference | Width (Torus) | Width (ortho.Cut) | Bord. Circ | Width (feret min) | Area. Circ | Stretched length | Assoc. Radius | Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [mm] | [mm] | [µm] | [µm] | [µm²] | [µm] | [µm] | [µm] | [µm] | [µm] | [µm] | [µm] | [µm] | |
| 1 | -7,46 | 20,29 | 817 | 11 | 13272 | 1954 | 244 | 33 | 15 | 236 | 13 | 977 | 65 | FIB |
| 2 | 16,35 | -13,36 | 659 | 9 | 8773 | 1499 | 137 | 24 | 15 | 137 | 13 | 750 | 53 | FIB |
| 3 | 8,24 | 19,53 | 611 | 24 | 21419 | 1600 | 181 | 62 | 34 | 153 | 34 | 800 | 83 | FIB |
| 4 | -11,43 | -17,40 | 478 | 5 | 4790 | 975 | 47 | 15 | 9 | 47 | 9 | 488 | 39 | FIB |
| 5 | 3,50 | 21,51 | 389 | 9 | 5595 | 802 | 45 | 21 | 20 | 38 | 19 | 401 | 42 | FIB |
| 6 | -7,37 | 1,92 | 374 | 196 | 52461 | 1094 | 218 | 218 | 190 | 218 | 170 | 578 | 129 | NONMET |
| 7 | -1,39 | 16,07 | 353 | 199 | 59802 | 1372 | 328 | 290 | 167 | 294 | 138 | 723 | 138 | NONMET |
| 8 | 20,38 | 6,83 | 351 | 11 | 5349 | 742 | 41 | 27 | 15 | 33 | 13 | 371 | 41 | FIB |
| 9 | -8,59 | 7,16 | 348 | 114 | 38383 | 857 | 144 | 143 | 125 | 142 | 123 | 433 | 111 | NONMET |
| 10 | 15,32 | -8,53 | 332 | 129 | 34422 | 907 | 161 | 147 | 130 | 147 | 126 | 476 | 105 | NONMET |
| 11 | 4,29 | 21,38 | 321 | 20 | 9982 | 823 | 63 | 53 | 33 | 63 | 30 | 411 | 56 | FIB |
| 12 | 5,01 | 7,56 | 312 | 57 | 15980 | 750 | 114 | 106 | 65 | 102 | 63 | 375 | 71 | MET |
| 13 | 15,28 | 9,64 | 295 | 147 | 35093 | 778 | 180 | 180 | 147 | 175 | 131 | 391 | 106 | NONMET |
| 14 | 8,14 | 3,83 | 294 | 198 | 47873 | 881 | 219 | 206 | 189 | 218 | 189 | 441 | 123 | NONMET |
| 15 | -12,27 | 17,76 | 289 | 9 | 3670 | 590 | 27 | 17 | 11 | 24 | 9 | 295 | 34 | FIB |
| 16 | -15,89 | 0,76 | 289 | 137 | 33661 | 859 | 185 | 178 | 132 | 175 | 131 | 430 | 104 | NONMET |
| 17 | 7,39 | 17,32 | 282 | 144 | 31826 | 779 | 191 | 167 | 148 | 161 | 85 | 397 | 101 | NONMET |
| 18 | 3,12 | 21,48 | 269 | 9 | 4767 | 646 | 91 | 28 | 15 | 85 | 9 | 323 | 39 | FIB |
| 19 | -6,74 | 20,15 | 261 | 91 | 25179 | 786 | 157 | 152 | 103 | 151 | 102 | 393 | 90 | NONMET |
| 20 | 16,36 | -3,99 | 255 | 7 | 4163 | 531 | 33 | 30 | 24 | 33 | 21 | 266 | 36 | NONMET |
| 21 | 4,95 | -14,84 | 251 | 21 | 6692 | 520 | 48 | 40 | 38 | 43 | 38 | 260 | 46 | MET |
| 22 | 5,01 | 18,46 | 245 | 33 | 14771 | 758 | 114 | 115 | 55 | 114 | 48 | 379 | 69 | NONMET |
| 23 | 11,07 | 15,45 | 243 | 33 | 11549 | 734 | 109 | 95 | 54 | 90 | 47 | 385 | 61 | NONMET |
| 24 | 18,85 | -4,08 | 240 | 66 | 20859 | 693 | 138 | 115 | 85 | 118 | 85 | 346 | 81 | NONMET |
| 25 | -12,20 | 12,34 | 240 | 100 | 20300 | 617 | 133 | 120 | 107 | 121 | 106 | 309 | 80 | NONMET |
| 26 | 17,58 | 6,53 | 237 | 102 | 19001 | 641 | 139 | 124 | 110 | 121 | 107 | 321 | 78 | NONMET |
| 27 | 15,83 | 2,64 | 236 | 11 | 3738 | 486 | 28 | 17 | 12 | 21 | 9 | 243 | 34 | FIB |
| 28 | 14,59 | 8,16 | 229 | 152 | 29968 | 672 | 181 | 174 | 152 | 175 | 151 | 336 | 98 | MET |

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Mikroskopie Output & Dokumentation

| Partikelgröße [µm] *Particle size* | Größen-klasse *Size category* | **Metallisch glänzende Partikel** *Metallic shining particles* | **Nichtglänzende Partikel ohne Fasern[1]** *Not shining particles without fibers[1]* | **Alle Partikel ohne Fasern[1]** *All particles without fibers[1]* | **Anzahl der Fasern pro Partikelfalle** *Number of fibers per particle trap* |
|---|---|---|---|---|---|
| 25-50 | D | 29 | 671 | 700 | 0 |
| 50-100 | E | 7 | 176 | 183 | 0 |
| 100-150 | F | 2 | 53 | 55 | 0 |
| 150-200 | G | 0 | 18 | 18 | 5 |
| 200-400 | H | 0 | 2 | 2 | 21 |
| 400-600 | I | 0 | 0 | 0 | 18 |
| 600-1000 | J | 0 | 1 | 1 | 8 |
| 1000-1500 | K | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 1500-2000 | L | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 2000-3000 | M | 0 | 0 | 0 | 3 |
| >3000 | N | 0 | 0 | 0 | 0 |

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Mikroskopie Output & Dokumentation

| | Soll<br>*rated value* | Ist<br>*actual value* | Ergebnis<br>*result* |
|---|---|---|---|
| Gravimetrie / Bauteil<br>*Gravimetric result / Component* | ≤ 150 mg | 3,0 mg |  |
| Größtes metallisch glänzendes Partikel *)<br>*Largest metallic shining particle* *) | ≤ 1000 µm | 1206 µm ** |  |
| Größtes nicht glänzendes Partikel 1)*)<br>*Largest not shining particle* 1)*) | ≤ 2500 µm | 5902 µm ** |  |

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

- Die gravimetrische Analyse
- Allgemeines zur Mikroskopie gemäß VDA 19.1
- Technische Grundlagen der Mikroskopie
- Die Standardanalyse
- **Die freie Analyse**
- Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann…
- … und was nicht

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Die freie Analyse

- Für Partikel mit $Feret_{max} \leq 50$ µm
- Spezielle Fragestellungen
  → Helle Partikel, Morphologie, Höhe, **Monitoring** uvm.
- Beleuchtung, Helligkeitsschwellwert und Abbildungsverfahren sind **frei wählbar**



# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Die freie Analyse

- Höhere Anforderungen Extraktionsprozedur
  - Abklingmessung, Filtration, Blindwert
- Min. 5 Pixel für kleinste Partikelgröße ist einzuhalten
- Allg. höhere Anforderungen an das Mikroskopie-Setup

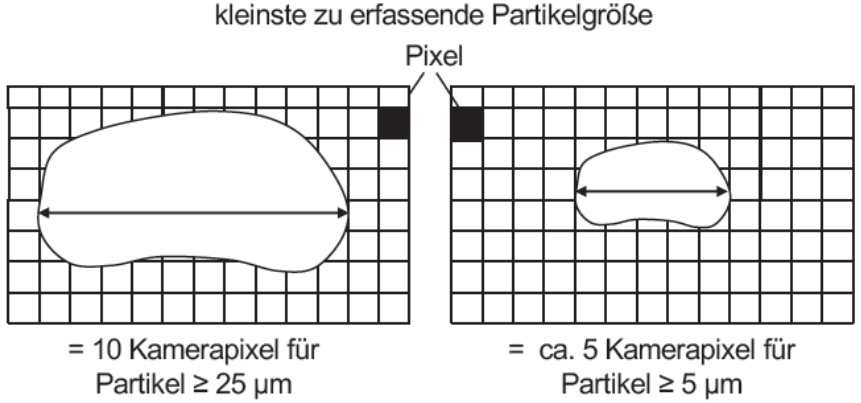


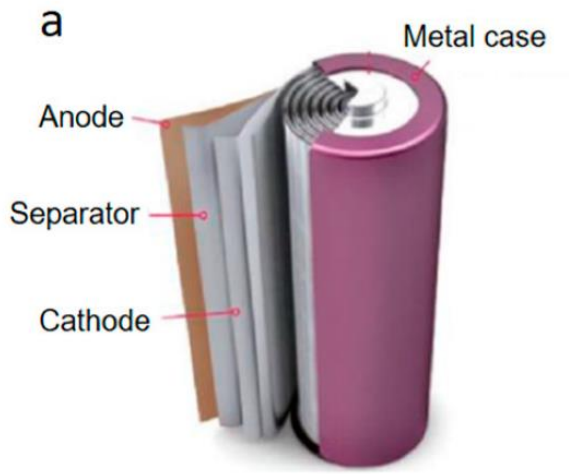

Tabelle 8-4: Zu verwendende Auflösung in Abhängigkeit von der Partikelgröße

| 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 |

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Die freie Analyse – ein Beispiel: Partikelhöhe

- Partikelhöhe kritisches Maß bei der Kontamination auf Batterie-Separatorfolien
  - Anforderungen < 50 µm
  - Vermessung durch Materialmikroskop (geringe Tiefenschärfe erlaubt Vermessung in der z-Achse)






# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

- Die gravimetrische Analyse
- Allgemeines zur Mikroskopie gemäß VDA 19.1
- Technische Grundlagen der Mikroskopie
- Die Standardanalyse
- Die freie Analyse
- Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann…
- … und was nicht

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann … und was nicht

Max. Partikelgröße (metallisch glänzend):
600 µm
zusätzlich 5 Partikel bis 1000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 2:1
zusätzlich 2 Partikel bis 1500 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 3:1
zusätzlich 1 Partikel bis 3000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 5:1
Max. Partikelgröße (nicht metallisch glänzend):
1000 µm
zusätzlich 150 Partikel bis 3000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 2:1
zusätzlich 5 Partikel > 3000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 2:1

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Zulaessiger Restschmutz: | | | | | |
| Maximale Schmutzmenge: | 0.4 mg/Bauteil | | | | |
| Maximale Partikelgroesse | harte Patikel: | max. 90µm x 500µm x 500µm | | | |
| | weiche Partikel: | max. 90µm x 90µm x 2000µm | | | |
| Zusaetzlich sind 10 weiche Partikel der Groesse | | max. 90µm x 90µm x 3000µm zulaessig. | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Hard particles(*1) ≤ 600 µm x 90 µm<br>Solf particles(*2) ≤ 2000 µm x 90 µm<br>The maximum dirt quantity <0.05 mg | Hard particles ≤ 600 µm x 90 µm<br>Solf particles ≤ 2000 µm x 90 µm<br>The maximum dirt quantity <0.05 mg | | 1 times / Year | Cleanliness Test Laboratory |

*1 Hard particles are e.g. ferrous and non-ferrous materials, hard elastomers (>90 Shore A),polymers, plastics, fibre-reinforced Teflon, polyamides.
*2 Soft particles are e.g. elastomers (<90 Shore A), paper, brush hairs, textiles.Abrasive particles such as quartz, sand, corundum, glass etc. are not permitt

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann … und was nicht

Max. Partikelgröße (metallisch glänzend):
600 µm
zusätzlich 5 Partikel bis 1000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 2:1
zusätzlich 2 Partikel bis 1500 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 3:1
zusätzlich 1 Partikel bis 3000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 5:1
Max. Partikelgröße (nicht metallisch glänzend):
1000 µm
zusätzlich 150 Partikel bis 3000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 2:1
zusätzlich 5 Partikel > 3000 µm zulässig, wenn Länge-zu-Breite-Verhältnis > 2:1

Zulaessiger Restschmutz:
Maximale Schmutzmenge: 0.4 mg/Bauteil
Maximale Partikelgroesse harte Patikel: max. 90µm x 500µm x 500µm
weiche Partikel: max. 90µm x 90µm x 2000µm
Zusaetzlich sind 10 weiche Partikel der Groesse max. 90µm x 90µm x 3000µm zulaessig.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Hard particles(*1) ≤ 600 µm x 90 µm<br>Solf particles(*2) ≤ 2000 µm x 90 µm<br>The maximum dirt quantity <0.05 mg | Hard particles ≤ 600 µm x 90 µm<br>Solf particles ≤ 2000 µm x 90 µm<br>The maximum dirt quantity <0.05 mg | | 1 times / Year | | Cleanliness Test Laboratory |

*1 Hard particles are e.g. ferrous and non-ferrous materials, hard elastomers (>90 Shore A),polymers, plastics, fibre-reinforced Teflon, polyamides.
*2 Soft particles are e.g. elastomers (<90 Shore A), paper, brush hairs, textiles.Abrasive particles such as quartz, sand, corundum, glass etc. are not permitt

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Was die lichtoptische Partikelanalyse leisten kann … und was nicht

| | #1 (Mica/Glimmer-Partikel) | #2 (SiC-Partikel) |
|---|---|---|
| Hellbild |  |  |
| Bild mit gekreuztem Polarisator |  |  |
| Bemerkung | Obenstehende nicht metallische Partikel zeigen im Hellbild einen gewissen Glanz und sind im Bild mit gekreuzten Polarisatoren tiefschwarz und werden somit im Rahmen der automatisierten Auswertung mit hoher Wahrscheinlichkeit als metallisch glänzend erkannt, sind aber mineralischen Ursprungs. | |

Abbildung 8-23: Beispiele für nicht metallische Partikel, die metallisch glänzend erscheinen

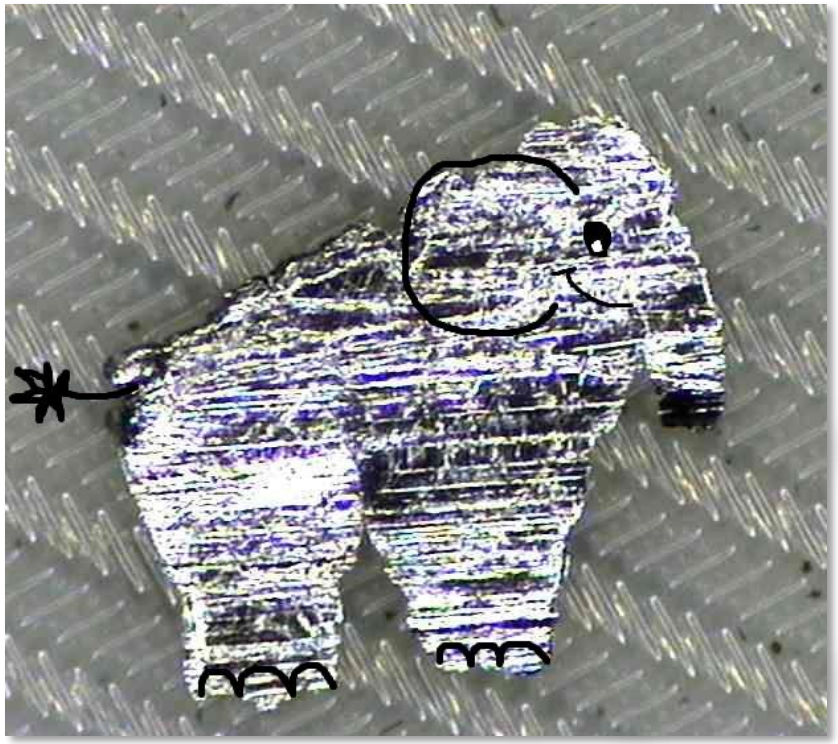


Morgen geht's weiter …

# MIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG IN DER VDA 19.1

## Bei aller Standardisierung: ***der/die Mikroskopierende macht den Unterschied!***





# FRAGEN

Haben Sie Fragen zu dem Vortrag?

Chat

Wortmeldung

E-Mail

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Dr. Nils Rotthowe**
Vertriebsingenieur
Sales Engineer

Phone +49 74 65 / 92 96 78-16
n.rotthowe@cleancontrolling.de

Gehrenstr. 11a
D-78576 Emmingen-Liptingen
www.cleancontrolling.de

CleanControlling
CleanControlling GmbH

CleanControlling
MEDICAL
CleanControlling Medical GmbH & Co. KG