

# Technische Information

## Kohlebürstenverschleißstaub

Die Paarung Kohlebürste / Gegenlaufmaterial ist eine sogenannte Verschleißpartnerschaft – die Kohlebürste soll verschleifen, das Gegenlaufmaterial möglichst nicht geschädigt werden. Der Verschleiß der Kohlebürste hängt stark von den Betriebsbedingungen (Umfangsgeschwindigkeit, Umgebungsbedingungen, Auslastung etc) ab.

Als Richtwerte gelten folgende Verschleißwerte:

- Stationäre Maschinen 2- 7 mm/1000h
- Traktions Maschinen 2 – 4 mm/10000km

Abhängig vom verwendeten Kohlebürstenwerkstoff ist der anfallende Bürstenverschleißstaub mehr oder weniger anhaftend und leitfähig. Wenn er nicht durch entsprechende Öffnungen, Filter oder sogar „Staubsauger“ entfernt wird, kann er die Betriebssicherheit der Maschinen empfindlich beeinflussen.

- Selbst dünne Schichten Verschleißstaub auf der Wicklung können den Isolationswiderstand erheblich herabsetzen
- Verschleißstaub auf der Wicklung erschwert die Wärmeabstrahlung
- Verschmutzte Isolatoren sind oft Ursache für Überschläge
- Verschleißstaub in Verbindung mit Öl oder Feuchtigkeit führt zu festhängenden Kohlebürsten.

## Verschleißmechanismen

Für die Erklärung des Verschleißes von Gleitpartnern gibt es verschiedene Modelle. Im Unterscheid zu normalen Reibpaarungen, kommt bei der Kohlebürste neben einem rein mechanischen Verschleiß noch ein elektrischer Verschleiß hinzu.

## Technische Information

Durch die Reibung der Kohlebürste auf Kommutator oder Schleifring entstehen in der Bürstenlauf­fläche mechanische Spannungen. Dadurch wird lokal die Struktur der Kohlebürsten aus Rohmaterial und „Kohlenstoffbrücken“ des Binders aufgebrochen. Die Körner des Rohmaterials werden dadurch quasi frei beweglich.

Der Verschleißstaub enthält daher Partikel verschiedener Korngrößen aus Rohmaterial und Binder.

Durch Stromfluss gibt es in der Kontaktfläche lokale Überhitzungen und Bürstenfeuer. Bei niedrigen Temperaturen führt dies zur Verbrennung und bei höheren Temperaturen zur Sublimation des Kohlenstoffs. Dieser kann allenfalls wieder kondensieren. Dadurch entsteht ein extrem feiner Verschleißstaub.

### Korngröße

Korngrößenanalysen haben tatsächlich ergeben, dass Verschleißstaub von Elektrographit-, Graphit- und Kohlenstoff-Graphit Werkstoffen im Wesentlichen aus zwei verschiedenen Körnungen besteht. Der relative Anteil hängt natürlich vom eingesetzten Werkstoff ab.

Die Kornverteilung wird auch durch die Betriebsbedingungen beeinflusst.

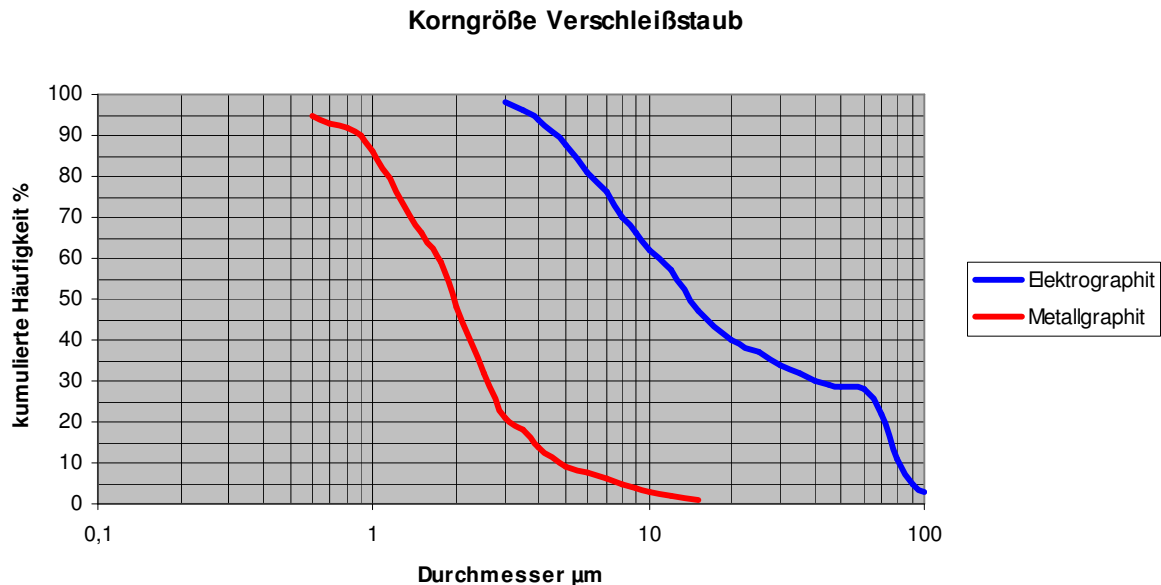
- Bei hoher Umfangsgeschwindigkeit und niedriger elektrischer Belastungen dominiert der mechanische Faktor und es entstehen größere Partikel
- Bei niedriger Umfangsgeschwindigkeit und hoher elektrischer Belastung dominiert ist der elektrische Einfluss dominant und es entstehen kleinere Partikel.

Das folgende Diagramm zeigt den prozentualen Anteil verschiedener Korngrößen im Verschleißstaub eines Elektrographitwerkstoffes und eines Kupfergraphitwerkstoffes, der auf einem beschädigten Kupferkollektor im Labor erzeugt wurde.

Die Bedingungen waren

- 12 A/cm<sup>2</sup> Stromdichte
- 30 m/s Umfangsgeschwindigkeit
- 90° C Kollektortemperatur

## Technische Information



Unter diesen Bedingungen hat der Staub folgende Zusammensetzung

### Elektrographit

- Ultrafeiner Staub 5 – 20  $\mu\text{m}$
- Feiner Staub 60 – 90  $\mu\text{m}$

### Metallgraphit

- Ultrafeiner Staub 1 – 4  $\mu\text{m}$

Das Diagramm ist wie folgt zu lesen: Etwa 80% des „Elektrographitstaubes“ sind kleiner als 6 $\mu\text{m}$ . 80% des „Kupfergraphitstaubes“ kleiner als 1,5 $\mu\text{m}$ .

Dieser Angaben sind wichtig für die Auswahl geeigneter Filtermaterialien. Stäube graphitischer Werkstoffe sind häufig schmierig, fettig und haften gut, wohingegen die Stäube höher metallhaltiger Werkstoffe eher trocken und weniger gut haftend sind.

## Technische Information

### Elektrische Leitfähigkeit

Die direkte Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Stäuben ist mit einer großen Messunsicherheit behaftet.

Wie erwähnt sind Stäube metallhaltiger Werkstoff feiner. Sie haben ebenfalls eine größere spezifische Oberfläche, sind reaktiver und oxidieren leicht.

Kupferstäube oxidieren daher an Luft sehr leicht zu Kupferoxiden. Festes Kupferoxid hat halbleiterähnliche Eigenschaften und eine elektrische Leitfähigkeit in einer Größenordnung von  $10^{-2}$  S/m. Graphit hat parallel zu den Kohlenstoffschichten eine Leitfähigkeit in der Größenordnung von  $10^6$  S/m, ist also um Größenordnungen leitfähiger als Kupferoxide.

Im Gegensatz zur landläufigen Meinung ist der Abriebstaub von metallhaltigen Werkstoffen daher weniger kritisch in Bezug auf Absenkung des Isolationswiderstandes als Staub von graphitischen Werkstoffen.