

# Technische Information

## Bürstendruck

### 1. Der optimale Bürstendruck

Prinzipiell gilt, dass der Druck ausreichend hoch sein soll, um einen sicheren und dauerhaften Kontakt der Kohlebürste zum Kollektor oder Schleifring bei allen Betriebsbedingungen zu gewährleisten.

Der optimale Bürstendruck ist ein Kompromiss aus elektrischer und mechanischer Betrachtung.

#### 1.1. Elektrisch

Jede Unterbrechung des Kontaktes Kollektor / Kohlebürste führt zu Bürstenfeuer, Anbrennungen, erhöhtem Kohlebürstenverschleiß usw.

Daher ist der Bürstendruck, um zusätzliche Risiken durch einen Unterbrechung des Bürstenkontaktes zu vermeiden. höher, auf Maschinen,

- die Schwingungen und Stößen ausgesetzt sind (Traktionsmotoren, Pressenantriebe, Antriebe auf Containerkränen, Lüfterantriebe etc.)
- Motoren mit Unrundheiten.

Eine Druckerhöhung wirkt aber nur bei externen Bürstenschwingungen. Eine Druckerhöhung ist bei Bürstenschwingungen, die durch zu glatte Kollektoroberflächen ausgelöst werden, sinnlos. Im Gegenteil: dadurch werden die mechanischen Verluste erhöht, der Reibwert steigt stark an und Bürsten sowie Bürstenhalter können ernsthaft beschädigt werden.

Die Übergangsspannung der Bürste fällt mit steigendem Bürstendruck. Als Konsequenz wird das Kommutierungsverhalten der Kohlebürsten mit steigendem Bürstendruck schlechter. Die geringere Übergangsspannung sollte nicht verharmlost werden. Für einen Standard-

## Technische Information

Elektrographitwerkstoff kann die Übergangsspannung ca 30% geringer sein, wenn der spezifische Bürstendruck von  $200\text{cN/cm}^2$  auf  $500\text{cN/cm}^2$  erhöht wird.

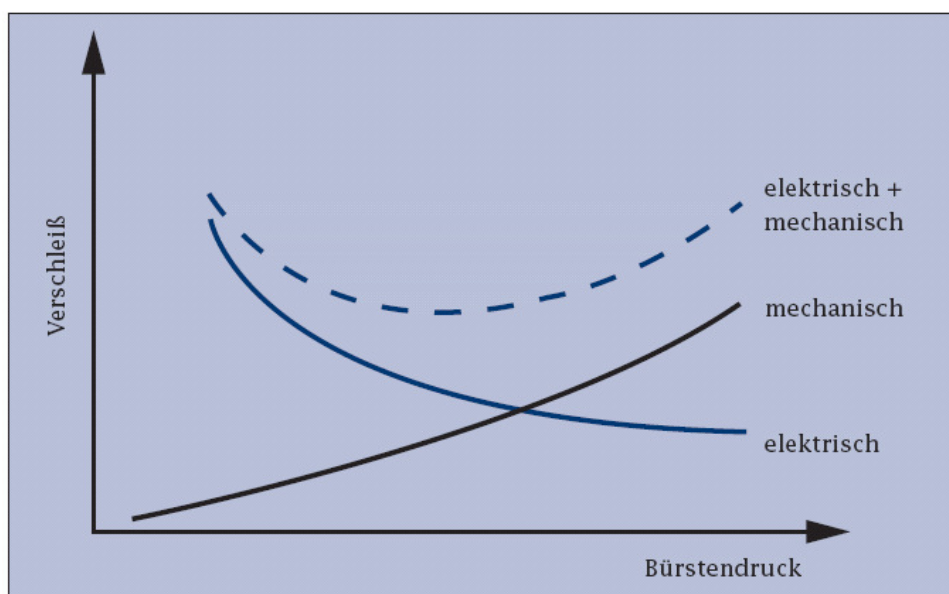
Bei hoher Strombelastung kann der Verschleiß durch Erhöhung des Bürstendruckes stark vermindert werden. Durch die Elastizität der Werkstoffe wird die Zahl der Kontaktpunkte bei höherem Druck größer und damit der Strom auf mehr Kontaktpunkte verteilt.

### 1.2. Mechanisch

Die mechanischen Verluste und der Bürstenverschleiß steigen mit dem Bürstendruck an.

Der maximal zulässige Druck für eine Kohlebürste hängt auch von der Festigkeit des Werkstoffes ab. Alle weichen Werkstoffe und Werkstoffe mit geringer Festigkeit sind für Anwendungen, die Drücke über  $300\text{cN/cm}^2$  erfordern, ungeeignet. So beträgt der maximal zulässige spezifische Bürstendruck für Naturgraphitwerkstoffe für Turbogeneratoren nur  $160\text{cN/cm}^2$ .

Das folgende Diagramm zeigt den prinzipiellen Verlauf des Bürsten-Verschleißes als Funktion des Bürstendruckes.



# Technische Information

## 1.3. Zusammenfassung

Zu niedriger spezifischer Kohlebürsten-Anpressdruck kann zu folgenden Effekten führen:

- Bürstenfeuer, und dadurch zu
- erhöhtem Kommutator- oder Schleifringverschleiß,
- erhöhtem Kohlebürstenverschleiß,
- erhöhter Temperatur des Kollektors.

Zu hoher Anpressdruck kann zur Auswirkung haben:

- erhöhten mechanischen Verlusten (dafür aber geringere elektrische Verluste),
- erhöhte Temperatur, besonders kritisch für Elektrographitwerkstoffe auf Stahlschleifringen,
- erhöhter Kollektor- und Kohlebürstenverschleiß.

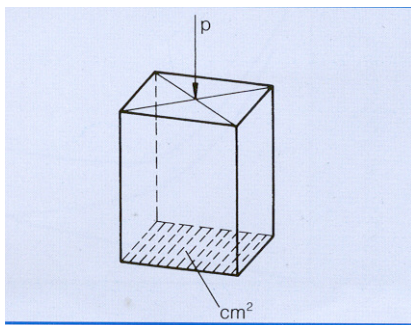
***Daraus folgt, dass der Anpressdruck so niedrig wie möglich gewählt werden sollte ohne dass es zu Kontakttrennungen kommt.***

Ungleichmäßiger Anpressdruck kann besonders bei vielen parallel geschalteten Kohlebürsten zur Folge haben:

- ungleiche Stromverteilung und damit Überlastung einzelner Bürsten
- ungleichen Kohlebürstenverschleiß,
- Bahnenbildung,
- Beschädigung bis zum Durchbrennen der Kohlebürstenstromseile durch Überlastung, Erwärmung

## Technische Information

### 2. Der spezifische Bürstendruck



Die physikalische Einheit für Druck ist Pascal (Pa), wobei 1 Pascal 1 Newton pro  $m^2$  ( $N/m^2$ ) ist. Druck ist also eine Kraft bezogen auf eine Flächeneinheit. Daher werden Bürstendrücke in centiNewton pro  $cm^2$  ( $cN/cm^2$ ) angegeben.  $1cN/cm^2 = 0,1 kPa$ .  $1cN/cm^2$  ist fast gleichwertig mit  $g/cm^2$ .

Da es sich um eine auf eine Flächeneinheit bezogene Größe handelt, spricht man auch von spezifischem Bürstendruck.

Der spezifische Bürstendruck lässt sich relativ einfach aus dem Druck und den Bürstenabmessungen berechnen.

$p = \frac{P}{t \times a}$	Bürstenabmessungen: 25 x 32 x 50 mm <sup>3</sup> Gemessene Kraft 2,5N or 2500cN
t : Tangentiales Maß in cm a : Axiales Maß in cm P : Gemessene Kraft in N (kg)	$p = \frac{2500cN}{2,5cm \times 3,2cm} =$ $= 312,5 cN/cm^2$

## Technische Information

Bei der Berechnung werden der Glimmer zwischen den Lamellen, Nuten von genuteten Schleifringen, Schlitz in der Bürstenlauffläche etc. nicht berücksichtigt. Es werden ausschließlich die Bürsten-Nennmaße für die Kalkulation verwendet.

Auch bei Bürsten mit Laufflächenschräge wird nur das Nennmaß herangezogen.

### 3. Richtwerte

In der folgenden Tabelle sind Richtwerte für den spezifischen Bürstendruck zusammengefasst. Die Werte sind in  $\text{cN/cm}^2$  angegeben.

Maschinenart	Stationäre Antriebe	Traktionsantriebe	Flurförderzeuge	Schleifringe
<b>Werkstoffgruppe</b>				
Naturgraphit - F	-	-	-	130 – 160
Kunstharzgebundener Graphit - F	180 – 250	-	-	-
Elektrographit - E	180 – 300	250 – 550	250 – 450	130 – 160
Metallgraphit A,B,C,K	180 – 300	-	-	-
Kohlenstoffgraphit – L	200 – 450	-	250 – 450	-
Silbergraphit - S	180 – 300	-	-	180 - 250

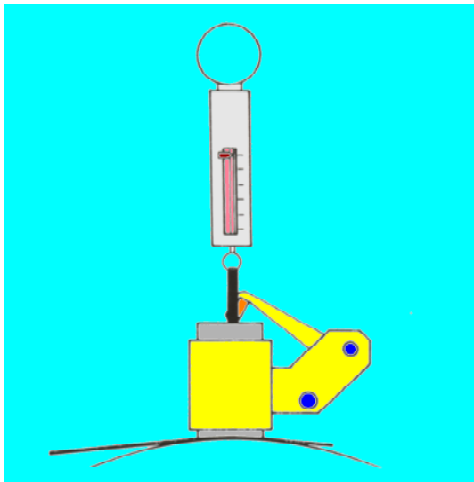
Die zulässigen Toleranzen für den spezifischen Bürstendruck hängen eng mit dem verwendeten Drucksystem zusammen. Eine Bandbreite von  $\pm 10\%$  ist als normal anzusehen.

## Technische Information

Weiter ist zu beachten, dass sich der Wert des Bürstendruckes mit der Restlänge der Kohlebürste ändern kann. Dies hängt von der Druckcharakteristik des verwendeten Halter- bzw. Federtyps ab.

### 4. Messung des Bürstendruckes

Zur Messung des Bürstendruckes, bei der es sich an sich um eine Kraftmessung handelt, sind mittlerweile auch elektronische Messgeräte auf dem Markt erhältlich.



Das einfachste Messmittel ist die Federwaage. Allerdings sind Messungen an Rollbandfederhalter damit nicht möglich.

Zur Messung wird ein Haken unter den Druckfinger gehängt und dann die Federwaage **senkrecht** vom Halter weggezogen. Der Druck wirkt in radialer Richtung der Kohlebürste, bei einem seitlichen Wegziehen der Federwaage, würde der Messwert durch zusätzliche Kraftkomponenten verfälscht.

Der Punkt, an dem der Druckfinger vom Bürstenkopf abhebt ist die zu messende Kraft. Der Wert wird durch die Bürstenfläche dividiert und man erhält den spezifischen Bürsten-Anpressdruck.

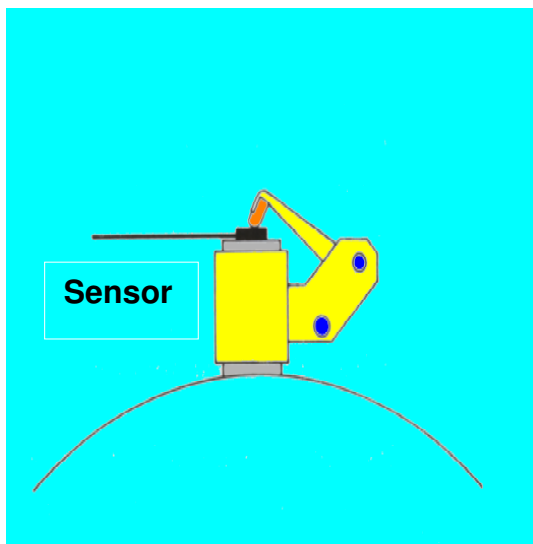
## Technische Information

Federwagen mit den Messbereichen 1, 2,5 und 5kg können direkt bei SCHUNK Kohlenstofftechnik

**Fax: +49 641 608 1748**

**Email: [gb4@schunk-group.com](mailto:gb4@schunk-group.com)**

bestellt werden.



Mit elektronische Messgeräten können die Kräfte direkt am Auflagepunkt der Feder oder des Druckhebels bestimmt werden. Einer unserer Wettbewerber bietet ein Gerät an, das allerdings mit einem ungeeigneten Sensor arbeitet. Nach unserer Erfahrung sind mit diesem Gerät keine reproduzierbaren Messwerte zu bestimmen.

Wesentlich geeigneter ist ein Gerät eines französischen Anbieters. Hier wird ein Piezosensor unter der Feder bzw. dem Druckhebel fixiert. Wir haben dieses Gerät ausführlich in unserer Bürstenhalterfertigung bei SMK, Wettenberg getestet.

Die Messung korrekter und vor allem reproduzierbarer Messwerte ist mit diesem Gerät sichergestellt

## Technische Information



Charakteristika dieses Gerätes:

- Wahlweise Anzeige der Kraft oder des Druckes
- Wählbare Einheiten (PSI, Pascal ...)
- Ausdruck der Messwerte auf separatem Drucker oder
- Speicherung und Auswertung mit Windows-Software auf separatem Rechner
- Messbereich 50 – 6000 cN
- Auflösung 5cN
- Messspeicher für 30 Messungen
- Sensoren für max. 1N, 2N und 6N

Das Bürstendruck-Messgerät kann direkt bei SCHUNK Electrographite, (SEG), Paris bezogen werden.

**Fax: +33(1) 41 19 52 - 50**

**Email: [schunk.france@schunk-group.com](mailto:schunk.france@schunk-group.com)**

## Technische Information

### Fakten auf einen Blick

- Der optimale Anpressdruck ist ein Kompromiss aus elektrischen und mechanischen Gesichtspunkten
- Der Anpressdruck hängt ab von der Anwendung und dem eingesetzten Werkstoff
- Druckunterschiede von  $\pm 10\%$  sind zulässig
- Einfache Messung mit der Federwaage
- Reproduzierbare, registrierbare Messwerte mit dem von SCHUNK empfohlenen Messgerät