

# Technische Information

## Kohlebürstenverschleiß

Viele Kunden fragen: „Warum verschleiben die Kohlebürsten auf einer bestimmten Maschine so schnell und nicht gleichmäßig?“

Häufig werden Schwankungen im Kohlebürstenwerkstoff dafür verantwortlich gemacht. Wir möchten im Folgenden Argumente aufzeigen, dass sehr viele weitere Faktoren für unterschiedlichen Bürstenverschleiß verantwortlich sein können.

### 1. Ungleichmäßiger Kommutator-Rundlauf von einer Bürstenbahn zur anderen

Keine Kommutatoroberfläche ist exakt rund und sie wird mit der Laufzeit nicht besser. Sie heilt auch nicht von alleine, wenn sie erst einmal beschädigt ist. Kommutatoren können für viele Jahre in einem akzeptablen Zustand bleiben, werden aber mit der Zeit schlechter, wenn man sie nicht pflegt. Akzeptable Werte für Kommutatorrundlauf hängen u.a. von der Umfangsgeschwindigkeit ab.; was bei 500Upm noch gut ist, muss bei 3000Upm nicht immer noch gut sein.

Kommutatorprofile auf großen Maschinen können durchaus große Unterschiede im Rundlauf von der inneren zur äußeren Bahn aufweisen. Gründe hierfür können die Stabilität des Kommutators, Schwingungen der Halterbolzen etc. sein.

## Technische Information

### 2. Ungleichmäßiger Bürstendruck

Die Toleranz in der Federkraft einer Druckfeder beträgt  $\pm 10\%$ . Dies kann direkt auf den Bürstenverschleiß übertragen werden. Man muss weiterhin bedenken, dass Federn nicht ewig halten. Ihr Druck fällt beständig ab, da sie während des Betriebes ermüden. Je größer die Kommutatorunrundheit, desto größer die Ermüdung, da die Bürsten sich bei jeder Umdrehung auf und ab bewegen.

### 3. Ungleichmäßige Gesamt-Anpresskraft

Das Gewicht einer Kohlebürste beeinflusst, auch wenn es relativ gering ist, die Gesamt-Anpresskraft von Kohlebürsten in 12:00 und 6:00 Stellung unterschiedlich. Dieser Aspekt hat natürlich bei metallhaltigen Werkstoffen eine größere Bedeutung.

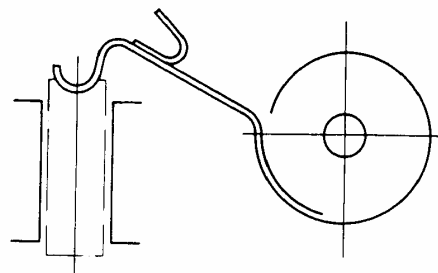
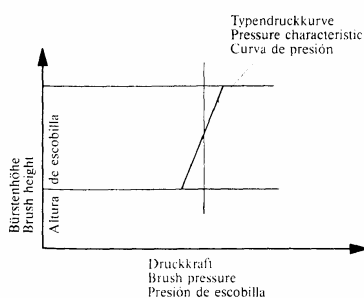
### 4. Ungleichförmiger Verlauf des Anpressdruckes mit dem Kohlebürstenverschleiß

Der Verlauf des Bürstendruckes mit dem Weg der Kohlebürste im Halter hängt vom verwendeten Federtyp ab.

Während die besonders für Bahnhalter verwendeten Spiralbandfedern eine stark fallende Charakteristik haben, sind die Federcharakteristiken von Schraubzugfedern und Rollbandfedern quasi linear.

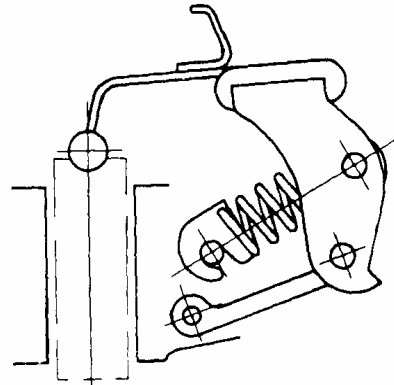
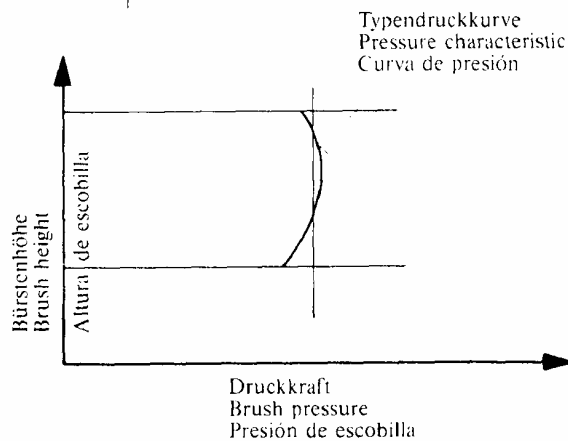
Bei justierbaren Federn muss berücksichtigt werden, dass die Drücke durch Handlingsfehler unterschiedlich sein können.

### Spiralbandfeder

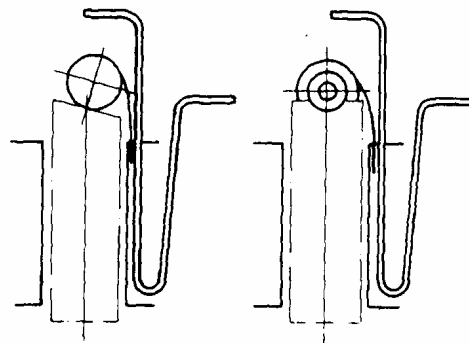
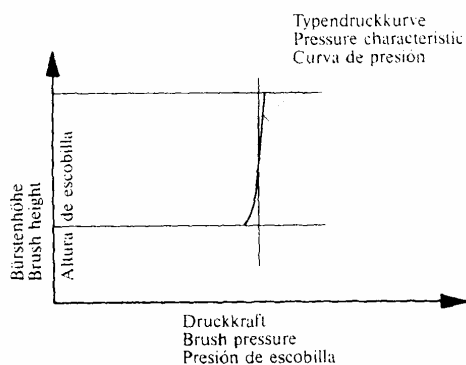


## Technische Information

### Schraubenzugfeder



### Rollbandfeder

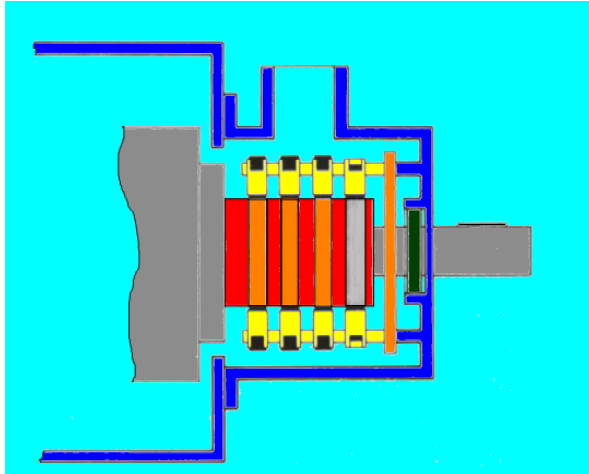


### 5. Unterschiedlicher Reibwert im Bürstenhalter

Bürstenverschleißstaub, Öl und andere Verunreinigungen sammeln sich nicht gleichmäßig in der Maschine an. Verunreinigungen, egal welchen Ursprungs, verschlechtern auf jeden Fall die Betriebsbedingungen. Verschmutzung kann Unterschiede in der Reibung zwischen Kohlebürste und Bürstenhalter, zwischen Feder und Bürste und zwischen den Windungen der Feder selbst, verursachen. Daher ist bei der Wartung ein Augenmerk auf die Verschmutzungen im Bereich der Bürstenhalter zu legen.

## Technische Information

### 6. Unterschiede in der Temperatur



Kommutator- / Schleifring- und Bürstentemperaturen hängen von den Verhältnissen beim Luftein- und austritt der Maschine ab. Bauelemente, welche die Luftzirkulation in der Maschine behindern, Luftleitbleche oder sogar Bürsten direkt vor Lüftungsschlitzen können sich negativ auswirken. Die Bürstentemperaturen sind auf keinen Fall gleichmäßig.

Bekannt ist auch der Unterschied in der Temperatur zwischen Bürsten die in der Nähe der Wicklung sitzen und Bürsten auf der Lagerseite. Daher besteht häufig ein „natürliches“ Gefälle in der Bürstenlänge von der Wicklungsseite hin zur Lagerseite. Aber auch umgekehrte Fälle sind bekannt.

### 7. Ungleichmäßige Stromverteilung

Gewisse Kohlebürstenwerkstoffe sind selektiver als andere. Einige Werkstoffe, kunstharzgebundene Grafitwerkstoffe, müssen in der Anzahl auf vier Bürsten pro Bolzen beschränkt werden, um Selektivität zu vermeiden. Kohlenstoff hat die ungewöhnliche Eigenschaft, dass der elektrische Widerstand mit steigender Temperatur sinkt. Das kann einen Schneeball-Effekt verursachen, weil die Bürsten mit dem geringsten Widerstand mehr Strom übertragen werden und dadurch deutlich wärmer werden, usw. Durch Durchbrennen der Stromseile und Versagen der Stampfkontakte kann diese Situation bis zum Ausfall des Motors eskalieren.

## Technische Information

### 8. Ungleichmäßige Kommutierung

Unterschiede in den Luftspalten zwischen den Wendepolen und der Wicklung verursachen Asymmetrien im magnetischen Fluss und damit Unterschiede in der Stromaufteilung.

Man sollte im Übrigen vorsichtig sein, Bürstenfeuer immer mit „schlechter Kommutierung“ gleichzusetzen. Viele weitere Faktoren können Bürstenfeuer verursachen.

### 9. Stabilität der Bürstenhalter und deren Befestigung

In großen Motoren mit 8-10 Bürstenhaltern pro Bolzen sind diese entsprechend lang.

Oftmals ist der Bolzen nur an einem Ende befestigt. Schwingungen können demzufolge zur Destabilisierung des Bürstenkontaktes führen.

### 10. Unterschiedliche Polarität

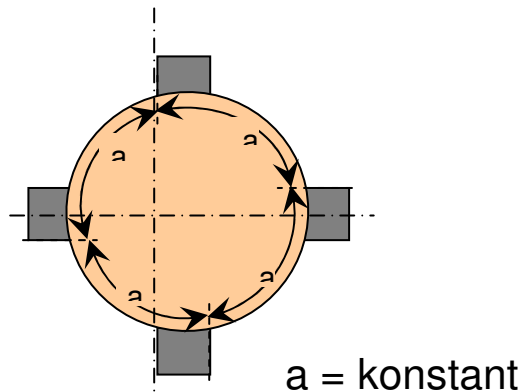
In Gleichstrommaschinen ist die eine Hälfte der Bürsten positiv (Anode), die andere Hälfte negativ (Kathode). Da Elektronen nur in eine Richtung fließen, fließt der Strom bei den anodischen Bürsten von der Bürste **in** den Kommutator und bei den kathodischen Bürsten **vom** Kommutator in die Bürste.

Die axiale Verteilung der Bürsten auf dem Kommutator ist wichtig, damit auf dem Stromwender keine unbestrichenen Streifen entstehen. Da die Patinierung von der Polarität der Bürsten abhängt, ist eine möglichst gleich große Anzahl von Plus- und Minusbürsten auf allen Laufbahnen anzustreben. Dies ist in manchen Fällen (z.B. 6 poligen Maschinen) mit Kompromissen verbunden. Es ist besonders darauf zu achten, dass keine Laufspuren mit nur kathodischer Beanspruchung entstehen. Die kathodischen Bürsten (Motor (-) , Generator (+)) führen alleine in einer Laufbahn leicht zu Kommutatorangriff.

Bei Synchron-Schleifringläufern ist dies der Grund für einen gelegentlichen Wechsel der Polarität, um gleichmäßigen Bürsten- und Ringverschleiß zu erzwingen.

## Technische Information

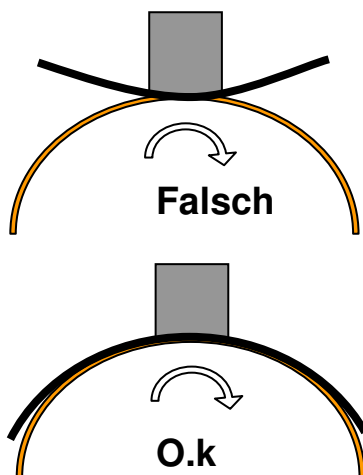
### 10. Ungleichmäßige Polteilung



Die Bürsten müssen gleichmäßig über den Umfang des Kollektors verteilt sein. Die Toleranz des Abstandes der Bolzen zueinander sollte 1mm nicht überschreiten. Die Ausrichtung der Bürstenhalter wird erleichtert, wenn man einen Papierstreifen um den Kommutator befestigt, auf dem zuvor die exakte Position der Halter aufgezeichnet wurde.

Weiterhin müssen die auf- und die ablaufende Bürstenkante exakt parallel zu den Lamellen sein. Lange Bürstenarme können am Befestigungspunkt den gleichen Abstand haben, sie können jedoch über die Länge verdreht sein

### 11. Ungleichmäßiges Einschleifen



Ob Bürsten richtig eingeschleift sind und welches Verfahren hierfür verwendet wird, kann den Bürstenverschleiß beeinflussen. Neue, nicht eingeschleifte Bürsten haben keinen vollkommenen Kontakt zum Kommutator / Ring. Eine zeitlang wird punktueller oder linienförmiger Kontakt vorliegen. Durch die hohe Stromdichte wird die Lauffläche lokal beschädigt. Die Zeit, bis diese Fehler wieder ausgeglichen sind ist von Bürste zu Bürste unterschiedlich – es kommt zu unterschiedlichem Bürstenverschleiß.

# Technische Information

## 13. Unterschiedliche elektrische Verbindungen

Alle elektrischen Verbindungen von der Stromquelle zur Bürste müssen fehlerfrei sein. Die Verschraubung der Bürste am Halter, der Stampfkontakt oder der Nietkontakt an der Kohlebürste müssen einwandfrei sein, um gleichmäßige Stromverteilung und gleichmäßigen Bürstenverschleiß zu garantieren.

## 12. Ungleichmäßige Patinierung

... ist gewöhnlich ein Indikator dafür, dass einer oder mehrere der oben genannten Fehler vorliegt.