

Technische Information

Oberflächenrauhtiefe

Viele Anwender sind der irrtümlichen Ansicht, dass die Oberfläche von Kommutatoren oder Schleifringen möglichst glatt und poliert sein muss, um ein optimales Laufverhalten von Kohlebürsten zu erreichen. *Genau das Gegenteil ist der Fall !*

Neben Unterlast, ist eine zu geringe Oberflächenrauhtiefe, einer der häufigsten Gründe für Kohlebürstenprobleme. Oftmals wird das Problem allerdings nicht als solches erkannt, und daher werden häufig auch die falschen Abhilfemaßnahmen eingeleitet. Dazu sollen im Folgenden praktische Hinweise gegeben werden.

Erfahrungen aus unserem Elektrolabor und aus der Praxis zeigen, daß auf glänzenden, glatten Oberflächen der Reibungskoeffizient deutlich höher ist, besonders beim Anlaufen des Motors oder Generators. Stationäre Bedingungen, d.h. ein stabiler Reibwert stellen sich deutlich später ein, als auf rauhen, nicht poliertem Oberflächen (Bild 1)

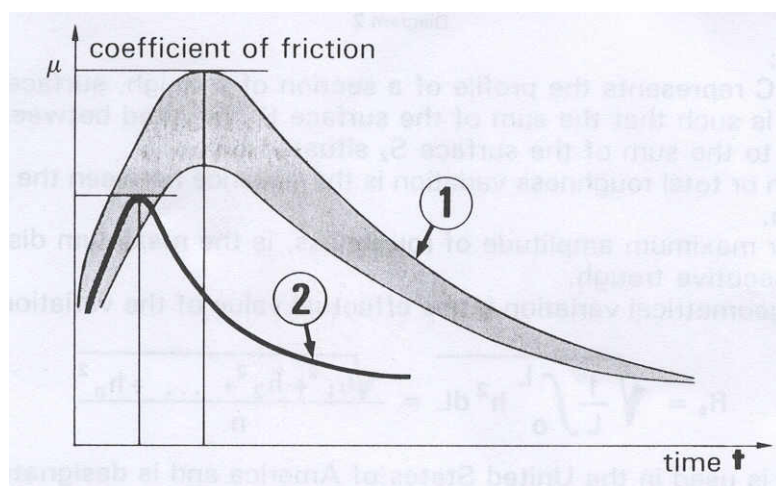


Bild 1: Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten μ von der Oberflächenrauhtiefe

Kurve 1: Rauhtiefe $R_z 0,5\mu\text{m}$ – Kurve 2: Rauhtiefe $R_z 5\mu\text{m}$

Technische Information

Dafür gibt es drei Gründe:

- Auf polierten Oberflächen gibt es mehr Kontaktpunkte zwischen den Kontaktpartnern. Daher ist der Reibungskoeffizient höher, die mechanischen Verluste und damit die Oberflächentemperatur sind höher.
- Viel dramatischer kann sich auf glatten, sich bewegenden Oberflächen der sogenannte „stick-slip“ Effekt auswirken. Dabei handelt es sich um einen Wechsel von Haftreibung und Gleitreibung. Dieses Phänomen lässt sich leicht nachvollziehen, wenn man versucht, seine Hand über eine glatte Glasoberfläche gleiten zu lassen. Auf sich bewegenden Oberflächen führt dieser Effekt zu Schwingungen mit hoher Frequenz aber kleiner Amplitude. Die Folgen sind ausführlich in der Info Nr. 34 beschrieben worden: Bürstenfeuer, Anbrennungen, Kollektorunrundheit, hoher Bürstenverschleiß. Bild 2 zeigt die Laufläche einer Kohlebürste, die wegen Rattergeräuschen aufgefallen ist. Bei solchen Anzeichen sollte auf alle Fälle auch an die Möglichkeit einer zu glatten Laufläche gedacht werden.
- Auf glatten Oberflächen hat der Grafit der Kohlebürste keine Haftung, d.h. es kann sich keine Kohlenstoffpatina ausbilden, bzw. eine vorhandene Patina wird wieder abgebaut. Langfristig kann dies zu Kommutator- oder Ringangriff führen.

Technische Information



Bild 2: Glatte Kohlebürstenlaufflächen führen zu Bürstenschwingungen

Diese Nachteile werden vermieden, wenn eine ausreichende Oberflächenrauigkeit vorliegt: die Patina kann normal ausgebildet werden und das gesamte Bürstenlaufverhalten ist stabiler und gleichmäßiger

Eine übermäßig raue Oberfläche kann auf der anderen Seite wie ein Schleifstein wirken und extrem hohen Kohlebürstenverschleiß bewirken.

Daher werden für die Oberflächenrauigkeit Grenzwerte angegeben. Zuvor wollen wir kurz auf die unterschiedliche Definitionen der Rauhtiefe eingehen. Bild 3 zeigt eine stark vergrößerte Ausschnitt, an dem die verschiedenen Begriffe erläutert werden können.

Technische Information

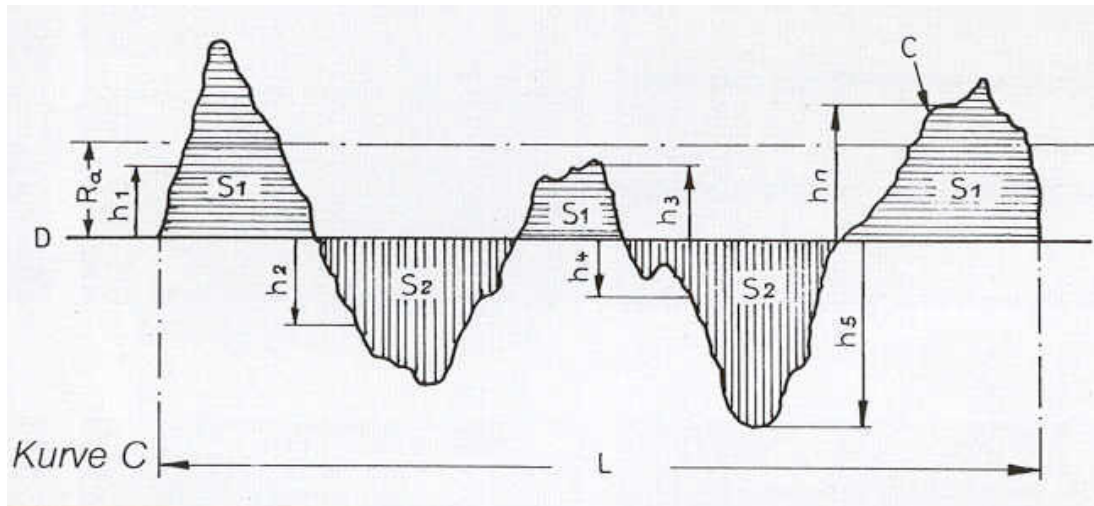


Bild 3: Vergrößerter Ausschnitt einer raunen Oberfläche

Die Kurve C stellt ein Profil einer raunen Oberfläche über eine Länge L dar. Die Linie D ist so gelegt, daß die Summe der Größe der schraffierten Flächen ober- und unterhalb der Linie D gleich ist.

R_a ist der Mittelwert der Abstände h der Kurve C von der Linie D.

R_z ist der Mittelwert aus den Einzelrautiefen von fünf aufeinanderfolgenden Meßstrecken.

Die Rauigkeit wird in micro Metern (μ) angegeben.

Technische Information

Die Werte für den optimalen Rauhtiefebereich in den beiden unterschiedlichen Skalen betragen

R_a 0,8 bis 1,2 μ

R_z 5 bis 8 μ

Im angelsächsischen Raum hat sich für den R_z Wert auch der Ausdruck RMS (Root Mean Square) etabliert. Teilweise wird aber auch er R_a Wert verwendet.

Bestandteil der SCHUNK - Messausrüstung verfügen wir über ein handliches Messgerät, das in Abbildung 4 und 5 dargestellt ist.

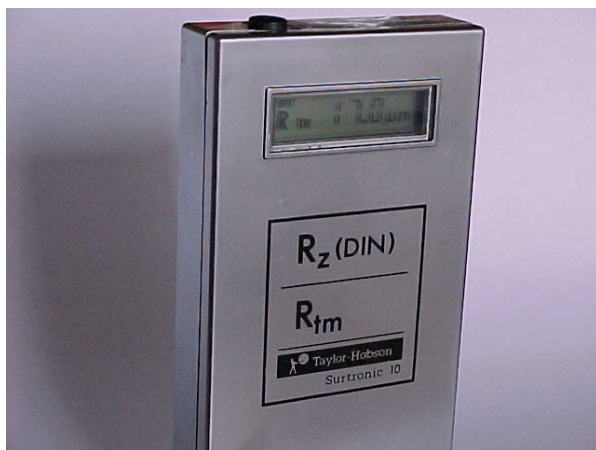


Bild 4: Messgerät zur Bestimmung der Rauhtiefe

Technische Information

Bild 5: Messsensor



Der in Bild 5 dargestellte Sensor wird auf der zu messenden Oberfläche positioniert, Auf Knopfdruck ist dann eine einfache, schnelle und reproduzierbare Messung möglich.

Um die beschriebenen Probleme, die durch zu glatte Laufflächen hervorgerufen sein können, zu beheben, bietet sich das Aufrauen der Oberfläche mit einem Schleifstein ein. Diese Schleifsteine bestehen aus Siliciumcarbid. SCHUNK bietet solche Schleifsteine in verschiedenen Größen und mit verschiedenen Körnungen an. Aus Sicherheitsgründen sind alle Schleifsteine mit einem Holzgriff versehen. Bild 6 zeigt ein typisches Beispiel.

Technische Information



Bild 6: Siliciumcarbid - Schleifstein mit Holzhandgriff

In der Regel genügt ein leichtes Abschleifen der Oberfläche um die gewünschte Verbesserung zu erzielen. Die üblichen Sicherheitsvorschriften beim Umgang mit elektrischen Maschinen sind dabei unbedingt einzuhalten.

Vielfach werden noch sogenannte Gummisteine zur Oberflächenbearbeitung von Kommutatoren verwendet. Diese Steine bewirken zum einen eine extreme Glättung der Kollektoroberfläche, und fördern damit den „stick-slip Effekt“. Zum anderen können Gummipartikel des Schleifsteinmaterials auf die Gleitfläche übertragen werden. Von der Verwendung dieser Art Schleifsteine wird daher dringend abgeraten.

Technische Information

Körnungen von Schleifmitteln sind in der Deutschen Norm DIN 69100 normiert.

Körnung (DIN)	Korn Nummer	Körnung (Bürstenhersteller)	Partikel Größe μm
Mittel	46	Grob	420 – 350
Fein	80	Mittel	210 – 177
Sehr fein	220	Fein	74 – 53
Ultra fein	600	Sehr fein	13 - 10

Folgende Erfahrungswerte für die Bearbeitung von Oberflächen existieren mit den verschiedenen Körnungen.

Material	Schleifstein	R_z μm
Kupfer	Grob	10
	Mittel	5
	Fein	3
Stahl	Grob	10
	Mittel	3
	Fein	1,5

Folgerichtig empfehlen wir die Verwendung von Schleifsteinen

- **Mittlerer Körnung für Kupferkollektoren und Bronzeringen**
- **Grober Körnung für Stahlschleifringe**

Technische Information

Zusammengefasst gilt:

- **Eine zu raue Oberfläche ist weniger schädlich als eine zu glatte Oberfläche. Die Anpassung von Bürsten- und Ringradius wird erleichtert, die Patina wird schneller und gleichmäßiger aufgebaut.**
- **Die Oberfläche sollte matt und niemals spiegelnd aussehen.**
- **Sogenannte „Gummisteine“ sollten auf keinen Fall verwendet werden !**