

# Kleinkohlebürsten

## Funkentstörung bei Kommutatormotoren

Die Funkentstörung ist durch die ständig steigende Funkdichte von großer Bedeutung für elektromotorische Antriebe in Haushalt und Industrie. Da diese Geräte vornehmlich mit Kommutatormotoren ausgerüstet sind, werden durch die erzeugten Schwingungen hochfrequente Oberwellen mit erzeugt, die ein Störsignal darstellen. Dieses überlagert und stört das Nutzsignal des Funkverkehrs, des Rundfunks und des Fernsehens.

Gesetzlich wurden daher Grenzen festgelegt. Alle Geräte, die im Bereich von 10 kHz bis 300 MHz elektromagnetische Schwingungen erzeugen, bedürfen einer Genehmigung nach dem Hochfrequenz-Gesetz.

Die Funkstörbestimmungen erfassen breitbandige Frequenzspektren, die durch rasch verlaufende elektrische Vorgänge mit einer Folgefrequenz von höchstens 10 kHz im Zusammenhang mit mechanischen Kontakten, Halbleitern und Kommutatormotoren entstehen. Die entstehenden Funkstörungen werden frequenzabhängig sowohl leitungsbezogen als auch drahtlos auf Empfangsanlagen übertragen.

Die Funkstörung der elektromotorisch betriebenen Geräte wird derzeit grundsätzlich im Frequenzbereich von 0,15 bis 300 MHz gemessen, wobei im westeuropäischen Raum die nach

CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques) festgelegten Grenzwerte für Funkstörspannung und Funkstörleistung eingehalten werden müssen. Die CISPR-Bestimmungen werden vom internationalen Sonderausschuss für Funkstörungen des IEC ausgearbeitet.

Diese entsprechen der folgenden EN-Bestimmung DIN EN 55014-1.

Da sich aufgrund der Wellenlänge die Funkstörspannung im Frequenzbereich von 0,15-30 MHz hauptsächlich leitungsgebunden überträgt (Anschlussleitungen), wird in diesem Bereich die Funkstörspannung gemessen.

Im Bereich von 30 - 300 MHz erfolgt die Funkstörung fast ausschließlich über Störstrahlung. Dabei gehen die Dimensionen der Geräte, in denen die Motoren eingebaut sind, stark mit ein. Hier werden zwei Messmethoden angewandt, einmal die echte Feldstärkemessung über entsprechende Antennenmessung, zum anderen die nach CISPR ausgearbeitete „Zangenmessung“ mit Absorptionszange und Störleistungsmessempfänger. Die letztgenannte Methode ist mit einem messtechnisch relativ geringen Aufwand durchführbar. In Schiedsfällen wird von den Prüfanstalten die Antennenmessung angewandt. Einzelheiten über Methoden und Grenz-

werte nach Funkstörgrad G, N und K können der angeführten Bestimmung entnommen werden.

Grundsätzlich wird nach dem Verwendungszweck der Geräte unterschieden:

- a) elektromotorisch betriebene Haushaltsgeräte
- b) handgeführte Elektrowerkzeuge

Seit der Einführung der Netznachbildung mit  $50 \Omega // 50 \mu\text{H} + 5 \Omega$  gilt für die elektromotorisch betriebenen Haushaltsgeräte eine speziell modifizierte Grenzkurve für den Störgrad N.

Für handgeführte Elektrowerkzeuge gelten nach wie vor drei Grenzkurven für den Störgrad N, die nach der Nennleistungsaufnahme der Geräte unterschieden sind.

Für die Funkentstörung von Geräten bis 700 W Leistungsaufnahme gilt exakt die Störgrenzkurve nach Störgrad N, bei Geräten mit 700 - 1000 W Leistungsaufnahme ein um 4 dB höherer Grenzwert. Für Geräte mit Leistungsaufnahme größer 1000 W darf ein um 10 dB höherer Grenzwert zugrunde gelegt werden.

Die Funkstörung von Kommutatormotoren wird durch mechanische und elektrische Einflüsse verursacht, die oft durch relativ einfache Maß-

# Funkentstörung bei Kommutatormotoren

nahmen reduzierbar sind. Dadurch kann später teures Entstörmaterial kleiner dimensioniert oder eingespart werden.

Von der elektronischen Seite her gesehen gilt es, den Energieinhalt der Störquelle klein zu halten, was bedeutet, dass der Innenwiderstand der Störquelle groß sein muss.

Bei den Kommutatormotoren entstehen durch die Kommutierungsvorgänge und eventuelle mechanische Störungen Bürstenfeuer. Dabei treten hohe Spannungsspitzen über der Lamellenspannung mit steiler Flanke auf. Man kann mit der Fourier-Analyse nachweisen, dass sich eine solche Spitze in harmonische Sinusschwingungen, die bis in die höchsten Frequenzen reichen, zerlegen lässt. Je kürzer und je steiler eine solche Spitze ist, um so weiter reicht das Frequenzspektrum in den Hochfrequenzbereich.

Phasenanschnittsteuerungen mit Thyristoren oder Triacs sowie Gleichrichtung mit Siliziumhalbleitern, die heute vermehrt in Haushaltsgeräten und handgeführten Elektrowerkzeugen eingebaut werden, stören zusätzlich hauptsächlich im Lang- und Mittelwellenbereich.

Die entstehenden hochfrequenten Schwingungen pflanzen sich als Störspannung über das Netzkabel und als Störfeldstärke bzw. Störleistung durch Strahlung im freien Raum fort.

Bei Konstruktion des Motors sollte zur Reduzierung der Lamellenspannung die Lamellenzahl und die Zahl der Ankernuten möglichst hoch gewählt werden (Bei 230 V-Motoren z. B. möglichst 24 Lamellen und mehr). Die Feldwicklungen sollten möglichst

symmetrisch gestaltet und einseitige Feldanzapfungen für verschiedene Drehzahlstufen vermieden werden.

Für einen guten mechanischen Kohlebürstenlauf und damit Reduzierung der Funkstörung sollten folgende Dinge beachtet werden:

Die Restunwucht der Motoren sollte möglichst gering sein, z. B. 0,5 - 1,5 gmm, und die axiale Bewegungsfreiheit des Rotors weitgehendst eingeengt werden.

Eine Exzentrizität des Kommutators nach dem letzten Bearbeitungsgang sollte möglichst vermieden werden, da sonst periodisch mechanische Anregungen auf die Kohlebürsten erfolgen.

Bei Motoren mit Drehzahlwerten bis 25 000 Upm sollte ein Grenzwert von 8  $\mu\text{m}$  nicht überschritten werden, für Motoren mit Drehzahlbereich 25 000 - 35 000 Upm gilt ein Wert < 6  $\mu\text{m}$  und für Motoren mit Drehzahlwerten > 35 000 Upm ein Grenzwert von < 4  $\mu\text{m}$ .

Auch die Kommutatorunrundheit muss klein gehalten werden. Bei Unrundheiten, verteilt über einen größeren Kommutatorbereich, gelten die gleichen Grenzwerte wie bei Exzentrizität aufgezeigt. Unrundheiten, hervorgerufen durch vorstehende Lamellen, sollten je nach Größe des Kommutators einen Wert von 1 - 2  $\mu\text{m}$  nicht überschreiten, sonst muss durch die mechanische Kontakttrennung mit verstärktem Bürstenfeuer gerechnet werden.

Zur Einlaufhilfe der Kohlebürsten bzw. für eine gute Lebensdauer ist eine Kommutatorrauhentiefe von  $R_z = 6 - 12 \mu\text{m}$  bzw.  $R_a = 1 - 1,6 \mu\text{m}$  erforderlich.

Bei zu geringer Rauhtiefe ergeben sich Reibwertüberhöhungen mit unruhigem Bürstenlauf.

Erwähnt werden soll noch, dass das Spiel zwischen Kohlebürste und Halter den Kohlebürstenlauf und vornehmlich die Funkstörung mit beeinflusst. Die DIN IEC Toleranz-Richtlinien sollten daher unbedingt eingehalten werden. In diesem Zusammenhang verweisen wir auf Druckschrift 13.34.

Selbstverständlich müssen der Kohlebürstenwerkstoff und der Kohlebürstenanpressdruck optimal auf die Motoren abgestimmt sein. Durch Verwendung von möglichst hochhohem Kohlebürstenmaterial können die Kurzschlussströme begrenzt und der Innenwiderstand der Störquelle erhöht werden. Zusätzlich kann durch gezielte Imprägnierungen, wie z. B. mit Symbol F7, F10, F12, F13, F20, F25, F101, F131 und ZP, über Verbesserung des mechanischen Laufverhaltens und damit besserem elektrischen Verhalten die Funkstörung während der gesamten Kohlebürstenlebensdauer gesenkt werden. Außerdem verringert sich die Streubreite der Messwerte. Die hier angeführten Imprägnierungen bleiben, abgestimmt auf definierte maximale Betriebstemperaturen in den Geräten, in ihrer Konzentration und Wirksamkeit bis zum Ende der Kohlebürstenlebensdauer beständig und wirksam.

Bei unruhig laufenden Motoren kann unter Umständen das Anbringen einer tangentialen Kopfschräge gegenüber der Normalausführung Vorteile in der Funkentstörung und Lebensdauer bringen, da durch diese Maßnahme zusätzlich zur Druckkomponente senkrecht auf die Kohlebürste eine Komponente in Richtung Halterwand erzeugt wird. Diese bringt die Kohlebürste in eine definierte Lage und dämpft ihr Schwingungsverhalten.



---

**Schunk Kohlenstofftechnik GmbH**

Rodheimer Straße 59  
35452 Heuchelheim  
Deutschland

Telefon: +49 (0) 641 608-0  
Telefax: +49 (0) 641 608-1494

[www.schunk-group.com](http://www.schunk-group.com)  
[infobox@schunk-group.com](mailto:infobox@schunk-group.com)

**Hoffmann & Co., Elektrokohle AG**

Au 62  
4822 Bad Goisern  
Österreich

Telefon: +43 6135 400-0  
Telefax: +43 6135 400-10

[www.hoffmann.at](http://www.hoffmann.at)  
[office@hoffmann.at](mailto:office@hoffmann.at)

**13.36/1000/2008**

