

# TECHNISCHER LEITFADEN FÜR KOHLEBÜRSTEN IN ELEKTRISCHEN MASCHINEN



# INHALT

01	Was ist eine Kohlebürste Einflussgrößen auf die Stromübertragung .....	3
02	Kohlebürsten - Werkstoffgruppen .....	9
03	Grundformen, Abmessungen und Armierungen .....	18
04	Einbau von Kohlebürsten in elektrische Maschinen .....	22
05	Aussehen der Patina auf Kommutatoren und Schleifringen .....	24
06	Mersen Dienstleistungs-Angebote .....	29
07	Wie bestellt man Kohlebürsten? .....	31
	Anhänge .....	32



# Was ist eine Kohlebürste,

## Einflussgrößen auf die Stromübertragung

Kohlebürsten haben die Aufgabe, **elektrischen Strom von einem stillstehenden auf ein rotierendes Maschinenteil** in Form eines **Gleitkontaktes** zu übertragen. **Kohlebürsten** sind daher ein wichtiges Bauteil zur Stromübertragung in vielen elektrischen Maschinen. Zudem soll bei Gleichstrommaschinen eine möglichst funkenfreie Kommutierung erreicht werden.

Eine Kohlebürste kann:

- aus einem Block („Blockkohlebürste“) oder aus mehreren Teilkohlebürsten bestehen
- mit einem oder mehreren Stromseilen sowie mit unterschiedlichen Kabelschuhen gefertigt sein

Die Herstellparameter der Kohlebürstenwerkstoffe erlauben eine große Variation der physikalischen Kennwerte sowie der Anwendungsbereiche. Es werden daher die Werkstoffe in fünf Hauptgruppen unterteilt (siehe Punkt 2).

## Einflussgrößen auf das Laufverhalten einer Kohlebürste

Für eine gute Stromübertragung in elektrischen Maschinen müssen verschiedene Einflussgrößen berücksichtigt werden. Die Auswahl eines geeigneten Bürstenwerkstoffes und dessen mechanische Ausführung ist abhängig von verschiedenen Einflussgrößen :

- **mechanisch**
- **elektrisch**
- **physikalisch / atmosphärisch**

Abhängig von diesen Einflussgrößen und den technischen Anforderungen Ihrer Anwendungen können unsere Experten den besten Kohlebürstenwerkstoff für Sie festlegen. Darüber hinaus kann Mersen Ihnen behilflich sein, die Parameter Ihrer elektrischen Maschine sowie Inspektions- und Wartungsarbeiten zu optimieren. Die Zusammenarbeit zwischen Ihrer Firma und Mersen verbessert so die Performance und Lebensdauer Ihrer Anlagen.

Weitere Informationen finden Sie im Technischen **Datenblatt AE-TDS/01\***.

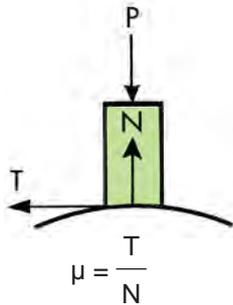
### Mechanische Einflussgrößen

#### OBERFLÄCHENZUSTAND VON KOMMUTATOREN UND SCHLEIFRINGEN

Eine korrekte **Oberflächenrautiefe** ist für einen guten elektrischen und mechanischen Kontakt entscheidend (siehe **Technisches Datenblatt AE-TDS/02\***). Die Oberfläche von Kommutatoren und Schleifringen darf für ein optimales Laufverhalten weder zu rau noch zu glatt (hochglänzend) sein.

Vorstehender **Glimmer** führt oft zu Kontaktstörungen und verursacht Kommutator- und Bürstenschäden. Bei Kommutatoren muss daher die **Glimmerisolation zwischen den Kupferlamellen** sorgfältig überprüft werden (ausreichendes Vertiefen der Lamellenisolation, keine vorstehenden Glimmerreste an den Lamellenkanten), die Lamellenkanten sind leicht anzufasen (siehe **Technisches Datenblatt AE-TDS/03\***). Auch der **Rundlauf** des Kommutators bzw. des Schleifrings sollte überprüft werden; ein unzulässiger Höhenschlag muss beseitigt werden.





### REIBWERT $\mu$

Der Reibwert für den Lauf von Kohlebürsten auf Kommutatoren und Schleifringen sollte **niedrig und zeitlich konstant** sein. Bei großen Reibwerten entstehen im Gleitkontakt hohe Verluste, damit steigt die Gefahr einer Überhitzung.

Der Reibwert ist von zahlreichen Faktoren beeinflusst, wie z.B. Bürstenwerkstoff, Umfangsgeschwindigkeit, Strombelastung, Oberflächenzustand von Kommutator oder Schleifring und Umgebungseinflüssen.

Für einen bestimmten Bürstenwerkstoff lässt sich daher nur die Größenordnung des Reibwertes angeben, dies reicht jedoch im Allgemeinen zur Berechnung von Maschinen aus.

#### Berechnung des Reibwertes $\mu$

Der Reibwert  $\mu$  ist definiert als Quotient der durch die Reibung hervorgerufenen Tangentialkraft **T** zur Reaktionskraft **N**

### SCHWINGUNGEN

Schwingungen verhindern einen einwandfreien Kontakt zwischen Bürste und Kommutator/Schleifring. Ihre häufigsten Ursachen sind:

- ungenügende Auswuchtung, schadhafte Lager, ungenügende Ausrichtung von Abtriebs-elementen (z.B. Kupplung)
- Einflüsse durch äußere Maschinenkomponenten (Getriebe, Kupplungen, angetriebene Aggregate, etc.)
- unrunde Kommutatoren/Schleifringe, gelockerte Kommutatoren
- hoher oder stark schwankender Reibwert, verursacht durch einen nicht geeigneten Kohlebürstenwerkstoff, atmosphärische Einflüsse, den Zustand der Patina oder durch lang andauernde Unterbelastung, etc.
- Einsatz in ortsveränderlichen Maschinen (z.B. Traktion, Stapler, etc.)

Das aus Bürste, Druckfeder, Bürstenhalter sowie Support (Bürstenbolzen, Isolatoren, etc.) bestehende Schwingungssystem kann in seiner Resonanzfrequenz erregt werden. Zerstörung der Bürsten, manchmal sogar der Halter oder der Kommutatoren/Schleifringe, ist die Folge.

Durch regelmäßige Inspektion und Wartung der elektrischen Maschine sowie durch eine geeignete Bürstenausführung können die Auswirkungen von Schwingungen reduziert werden.

### KOHLEBÜRSTENANPRESSDRUCK

Durch den Bürstenanpressdruck wird der Kontakt der Kohlebürsten zum Kommutator/Schleifring hergestellt. Der Anpressdruck muss bei jeder Drehzahl innerhalb des zulässigen Betriebsbereichs einer elektrischen Maschine ausreichend sein.

Mersen empfiehlt folgende Werte des Anpressdruckes (bei normalen Betriebs- und Umgebungsbedingungen):

- stationäre elektrische Maschinen 180-250 cN/cm<sup>2</sup>
- ortsveränderliche Maschinen 350-500 cN/cm<sup>2</sup>

Von besonderer Wichtigkeit für eine **gleichmäßige** Stromverteilung ist die Symmetrie des Anpressdruckes von parallelgeschalteten Kohlebürsten. Eine regelmäßige und sorgfältige **Überprüfung des Bürstenanpressdruckes** mit Hilfe einer Federwaage bzw. mit einem Druckmessplättchen ist daher unbedingt zu empfehlen.

### BÜRSTENHALTER

Der Bürstenhalter soll die Bürste über eine ausreichende radiale Länge führen. Das **erforderliche Spiel** soll sowohl ein Klemmen als auch das Flattern und Schlagen der Bürsten ausschließen. Toleranzen und Passungen für Kohlebürsten und Bürstenhalter sind gemäß der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (I.E.C.) definiert (siehe **Technisches Datenblatt AE-TDS/04\***).



## Elektrische Einflussgrößen

### SPANNUNGSABFALL AM KONTAKT BÜRSTE-METALL („KONTAKTSPANNUNGSABFALL“)

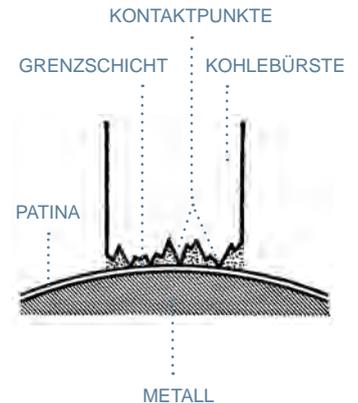
Der Kontaktspannungsabfall führt zu elektrischen Verlusten im Kontakt Kohlebürste-Kommutator/Schleifring. Die Verluste werden als Erwärmung der Gleitpartner wirksam. Bei Gleichstrommaschinen beeinflusst der Spannungsabfall die Kommutierung sowie die Stromverteilung zwischen den einzelnen Kohlebürsten.

Der Kontaktspannungsabfall hängt vom **Kohlebürstenwerkstoff**, **elektrischen Kontaktbedingungen** und der **Patina** ab. Als Patina bezeichnet man die Oberflächenschicht des Kommutators / Schleifrings. Sie besteht im Wesentlichen aus Metalloxiden, Kohlenstoff und Wasser.

Der Kontaktspannungsabfall wird daher von allen Faktoren beeinflusst, welche auch Auswirkungen auf die Eigenschaften der Patina haben:

- Umgebungstemperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit
- Verunreinigungen der Umgebungsatmosphäre
- Kommutator- bzw. Schleifringumfangsgeschwindigkeit
- Kohlebürstenanpressdruck
- bei Gleichstrommaschinen: Kurzschlussstrom und Reaktanzspannung

Die für die verschiedenen Kohlebürstenqualitäten angegebenen Werte für den Spannungsabfall sind daher stets als **Durchschnittswerte aufzufassen, die unter genau definierten Versuchsbedingungen ermittelt wurden**. Die Werte sind in fünf Größen eingeteilt (von „extrem niedrig“ bis „hoch“, siehe „Haupteigenschaften der Kohlebürstenwerkstoffe“).



### KOMMUTIERUNG (GLEICHSTROMMASCHINEN)

#### Was ist „Kommutierung“?

Als Kommutierung oder Stromwendung bezeichnet man die Gesamtheit der elektrischen Phänomene, die bei der Umkehr der Stromrichtung in der Ankerwicklung mittels eines Kommutators entstehen. Die Zeit, welche für die vollständige Umkehrung der Stromrichtung benötigt wird, **heißt Kommutierungszeit**.

Eine ungenügende Kommutierung kann Bürstenfeuer verursachen. Gründe hierfür können z.B. sein:

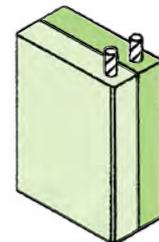
- die Stellung der Bürstenbrücke ist außerhalb der Neutralen Zone
- die Teilung der Bürstenlineale ist nicht korrekt

Die durch die Kommutierung hervorgerufene Funkenbildung darf nicht mit Bürstenfeuer verwechselt werden, welches auf mechanische und elektrische Ursachen zurückgeführt werden kann, wie z.B.

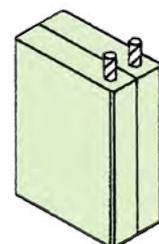
- Schwingungen
- Wicklungsschäden
- schadhafter Kommutator (unrund, lose Lamellen, vorstehender Glimmer, etc.)
- Probleme in der Einspeisung

Möglichkeiten zur Verbesserung der Kommutierung:

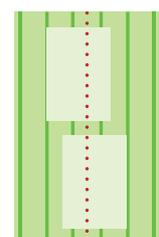
- Einsatz eines besser geeigneten Kohlebürstenwerkstoffes
- **Schichtkohlebürsten** aus **gleichen oder auch unterschiedlichen** Werkstoffen (die Teilbürsten werden hochohmig verklebt, wodurch der Querwiderstand im Kommutierungskreis erhöht und die Stromwendung verbessert wird; weiterhin besitzt die Klebeschicht eine abrasive Wirkung und kontrolliert den Patinaaufbau), siehe **Technisches Datenblatt AE-TDS/07\***
- **Zwillingsbürsten** (eine Blockbürste wird in zwei gleichgroße Teilbürsten aufgeteilt; jede dieser Teilbürsten hat eine eigene Stromzuführung), Zwillingsbürsten zeigen im Vergleich zu Blockbürsten eine verbesserte mechanische Kontaktierung sowie einen höheren Querwiderstand
- **Kohlebürstenstaffelung** (die Anzahl der überdeckten Lamellen wird erhöht, dadurch verlängert sich die Kommutierungszeit), siehe **Technisches Datenblatt AE-TDS/09\***



SCHICHTBÜRSTE AUS UNTERSCHIEDLICHEN WERKSTOFFEN



ZWILLINGSBÜRSTE



GESTAFFELTE KOHLEBÜRSTEN - ANORDNUNG  
..... Neutrale Zone

\*Weitere Informationen finden Sie in unseren Technischen Datenblättern. Erhältlich auf Anfrage und auf unserer Webseite [www.mersen.com](http://www.mersen.com)

### STROMVERTEILUNG IN DER BÜRSTENLAUFLÄCHE

Der in der Kohlebürste fließende Strom verteilt sich nicht gleichmäßig über die gesamte Kontaktfläche, er ist vielmehr auf eine stets wechselnde Anzahl leitender Zonen mit sehr geringer Oberfläche beschränkt (sog. Hertzsche Zonen).

Die Lage dieser Zonen auf der Kontaktfläche verändert sich ständig. Bei gut angepassten Kohlebürsten wird praktisch die gesamte Oberfläche zeitweise von den Kontaktzonen berührt.

Dieser **Gleichgewichtszustand kann durch äußere Einflüsse gestört werden**. Der Stromübergang bevorzugt bestimmte Stellen der Kontaktfläche, die Anzahl der leitenden Punkte wird geringer.

Auf der Patina bilden sich **Streifen, Rillen oder Riefen**. Für diese Erscheinungen gibt es verschiedene Ursachen:

- äußere Einflüsse (Staub, Gas, zu hohe Luftfeuchtigkeit)
- für die Betriebsbedingungen der Maschine ungeeigneter Kohlebürstenwerkstoff (zu starke Patinierung, zu geringe oder zu hohe Stromdichte, mangelhafte Belüftung, ungleichmäßige Kühlung der Kohlebürsten)
- unterschiedlicher Anpressdruck zwischen parallel geschalteten Kohlebürsten; hierdurch besteht die Gefahr einer selektiven Stromverteilung.

### SPEZIFISCHE STROMDICHTE

#### Was ist die spezifische Stromdichte?

Als spezifische Stromdichte bezeichnet man den Quotienten des Mittelwertes des Stromes durch eine Kohlebürste, bezogen auf 1 cm<sup>2</sup> der Kohlebürstenlaufläche.

$$J_B = \frac{I}{S \times N_p}$$

$I$  = Ankerstrom bzw. Läuferstrom/Phase  
 $S$  = Kohlebürstenquerschnitt (cm<sup>2</sup>)  
 $N_p$  = Anzahl Kohlebürsten /2 bei einer Gleichstrommaschine oder Anzahl Kohlebürsten pro Phase bei einer Schleifringmaschine

Die Stromdichte hat einen wesentlichen Einfluss auf alle Eigenschaften, die für ein optimales Laufverhalten der Kohlebürsten erforderlich sind: Verschleiß, Reibung, Betriebstemperatur, usw. Wenn nicht ausdrücklich vermerkt, beziehen sich die in den Veröffentlichungen angegebenen Werte auf Dauerbetrieb bei Nenn Drehzahl. Die Werte sind jedoch abhängig von den Eigenschaften der elektrischen Maschine und der Kühlungsart.

Zu geringe Stromdichten können schädlicher als Überlastungen sein.

Bitte kontaktieren Sie Mersen für weitere Informationen.

### SPEZIFISCHER WIDERSTAND

#### Was ist der spezifische Widerstand?

Der spezifische Widerstand wird zur Berechnung des elektrischen Widerstandes eines homogenen Leiterstückes bekannter Geometrie genutzt, die abgeleitete SI-Einheit ist Ω\*m. Das Formelzeichen ist ρ.

Werkstoffe mit höherem spezifischem Widerstand vergrößern den Widerstand im Kommutierungskreis und verbessern die Stromwendung. Der spezifische Widerstand ist ein **Schlüsselparameter** in der Auswahl eines geeigneten Kohlebürstenwerkstoffes (bitte kontaktieren Sie Mersen für weitere Informationen). Zwillingsbürsten und Schichtbürsten ermöglichen eine weitere Erhöhung des Widerstandes im Kommutierungskreis.

#### Anmerkung:

Die in den Tabellen aufgeführten Werte für den spezifischen Widerstand beziehen sich auf Messungen in radialer Kohlebürstenrichtung.



## Physikalische / atmosphärische Einflussgrößen

### LUFTFEUCHTIGKEIT

Wasser – eine Grundvoraussetzung zur Patinabildung als auch ein wichtiger Bestandteil der Patina selbst – stammt aus der Umgebungsluft. Bei sehr trockener Luft besteht die Patina hauptsächlich aus Metalloxiden (oxidische Patina). Der Reibwert steigt deutlich an und führt zu hohem Kohlbürstenverschleiß und Bürstenfeuer.

Die optimale absolute Luftfeuchtigkeit liegt im Bereich von 8 bis 15 g/m<sup>3</sup> Luft (siehe **Technisches Datenblatt AE-TDS/17\***).

Der kritische Mindestwert der absoluten Luftfeuchtigkeit liegt bei 2 g/m<sup>3</sup> Luft; niedrige Luftfeuchtigkeit ist typisch für:

- elektrische Maschinen in der Luft- und Raumfahrtindustrie (Höheneffekt, dadurch dünne und sehr trockene Atmosphäre)
- Maschinen, in welchen die Kohlebürsten unter trockenem Gas betrieben werden (z.B. Stickstoff)
- Maschinen mit geschlossenen Kühlkreisläufen (Schutzart IP55 und höher)
- Einsatz in Wüstengebieten oder arktischen Gebieten (z.B. Skiflitantriebe im Hochgebirge)

Für diese Sonderanwendungen stehen geeignete Kohlebürsten zur Verfügung. Mersen berät Sie gerne.

### KORROSIVE DÄMPFE UND GASE

Schon geringe Mengen von Chlor, Chlorverbindungen (chlorierte Lösungsmittel), Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Schwefeldioxid usw., vor allem in feuchter Umgebung, greifen die Patina sowie den Kommutator/Schleifring an. Es bilden sich Riefen und es kommt zu einer starken Funkenbildung.

Wirksame Abhilfe schafft in diesen Fällen die Verwendung von imprägnierten Kohlebürsten, die im Betrieb einen dünnen, sich ständig erneuernden Film auf Kommutatoren und Schleifringen bilden, der das Metall vor Korrosion schützt.



### ÖLE UND KOHLENWASSERSTOFFE

Verschmutzung von Kommutatoren, Schleifringen und Kohlebürsten durch Öle, Schmierstoffe u.a. ist meist die Folge von:

- Tropfenbildung (Ölnebel, der über die Belüftung eintritt)
- Kondensation von Schmiermitteln oder Treibstoffen, die an heißen Maschinenteilen verdampfen
- Ölaustritt aus undichten Lagern

Fett- und Ölspuren führen stets zu schweren Beeinträchtigungen des Kohlebürstenlaufverhaltens. Zwei typische Erscheinungen sind:

- Klemmen der Bürsten durch verschmutzte Bürstenführungen (Gemisch aus Kohlebürstenstaub und Öl/Fett)
- Beschädigung des Kommutators oder der Schleifringe durch Bildung eines isolierenden Belages auf den Schleifflächen. Die Stromverteilung unter den Kohlebürsten ist gestört, es bilden sich Streifen und Riefen.

## STÄUBE



Stäube sind umso schädlicher, je abrasiver sie auf den Gleitkontakt einwirken können. Stäube verursachen:

- erhöhten Kohlebürstenverschleiß
- mechanischen Angriff von Kommutatoren und Schleifringen (z.B. Rillen- bzw. Riefenbildung)
- mechanische Erosion der Kohlebürstenseitenflächen, dadurch Klemmen der Kohlebürsten in den Haltern
- Verschmutzung der Maschine (Wicklungen und Isolierteile), kritisch v.a. bei leitfähigen Stäuben (z.B. Metallerze)

Durch Staubnuten in den Kohlebürstenseitenflächen können die Verhältnisse verbessert werden. Die beste Schutzmaßnahme ist jedoch immer eine wirksame Filterung der Kühlluft. Bei Maschinen mit geschlossenem Kühlkreislauf wird der durch Abnutzung der Kohlebürsten entstandene Staub durch die Innenbelüftung ständig umgewälzt.

Zusätzlich zu den oben genannten Problemen kann durch Bürstenstaubablagerungen der Isolationswiderstand beeinträchtigt werden. Solche Maschinen müssen regelmäßig gereinigt werden (siehe hierzu Herstellerangaben in den Betriebsanleitungen).

Mersen hat eigens eine **modulare Kohlestaub-Absaugvorrichtung** entwickelt und patentiert, die den Staub direkt am Gleitkontakt absaugt und so eine Verteilung innerhalb der Maschine verhindert.

### EINE NEUE ERFINDUNG VON MERSEN

#### Kohlestaub-Absaugvorrichtung für Bürstenhalter

- Generator muss nicht modifiziert werden
- Einfacher Einbau
- Standardprodukt, welches den Kundenwünschen angepasst werden kann
- Komplettlösung
- Für Originalausrüstung oder Nachrüstung geeignet



Das Erkennen und die Bewertung der Einflussgrößen auf das Laufverhalten der Kohlebürsten ist entscheidend für die Betriebssicherheit Ihrer Maschine. Mersen unterstützt Sie mit Expertisen, Wartungen, Service und weiteren Dienstleistungsangeboten (siehe hierzu Seite 29).

# Kohlebürsten - Werkstoffgruppen

Bedingt durch die jeweiligen Herstellungsverfahren lassen sich die Kohlebürstenwerkstoffe in fünf Gruppen mit jeweils speziellen physikalischen und elektrischen Eigenschaften unterteilen.

Einige der Werkstoffgruppen werden von imprägnierten Kohlebürsten ergänzt (bitte nehmen Sie mit Mersen Kontakt auf, wenn Sie mehr über die spezifischen Eigenschaften dieser speziellen Werkstoffe erfahren möchten). Die Auswahl eines geeigneten Kohlebürstenwerkstoffes hängt von den jeweiligen Betriebs- und Umgebungsbedingungen ab. Die Kenntnis und Bewertung dieser Bedingungen ist entscheidend für die Kohlebürstenauswahl. Mersen empfiehlt daher, zusammen mit unseren Experten geeignete Kohlebürstenwerkstoffe zu definieren.

Die richtige Auswahl der Mersen-Kohlebürstenwerkstoffe liefert selbst bei schwierigsten Betriebs- und Umgebungsbedingungen zufriedenstellende Ergebnisse.

Im Folgenden finden Sie eine kurze Beschreibung der Herstellungsverfahren, der wichtigsten physikalischen Eigenschaften, der Hauptanwendungsgebiete sowie eine Zusammenfassung der im Betrieb zu beachtenden Grenzwerte.

## Werkstoffgruppen

### EG Elektrographit-Kohlebürsten

#### Wie werden unsere elektrographischen Werkstoffe hergestellt?

Rohstoffe wie Kokse, Ruße und Bindemittel (z.B. Peche) werden gepresst, geblüht („carbonisiert“), und bei einer Temperatur über 2.500°C graphitisiert. Hierbei wird amorphe Kohle in künstlichen Graphit umgewandelt.

#### EIGENSCHAFTEN

Elektrographitische Werkstoffe zeigen einen mittleren Spannungsabfall und niedrigen bis mittleren Reibwert. Die elektrischen Verluste sind vergleichsweise niedrig.

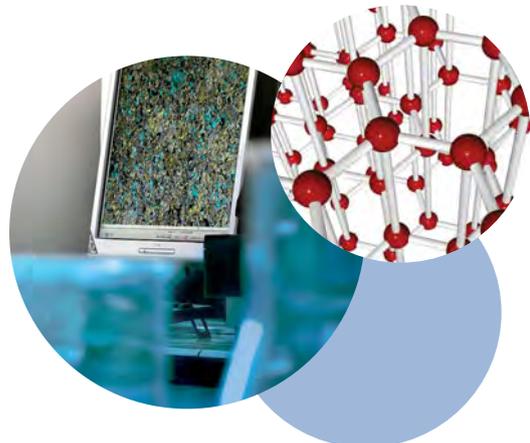
Elektrographitische Werkstoffe sind für Umfangsgeschwindigkeiten bis 50 m/s geeignet. Der Graphitierungsprozess führt zu hochfesten Werkstoffen mit geringem spezifischem Widerstand, die zudem hochtemperaturbeständig sind.

#### ANWENDUNGSGEBIETE

- Für alle Arten elektrischer Kommutatormaschinen (stationär und ortsveränderlich) mit hohen elektrischen und mechanischen Anforderungen an die Kohlebürsten sowie in Schleifringmaschinen (synchron bzw. asynchron) einsetzbar.

#### GRENZWERTE

- Spezifische Stromdichte:  
8 ... 12 A/cm<sup>2</sup> bei S1-Betrieb  
20 ... 25 A/cm<sup>2</sup> bei kurzzeitigen Spitzenbelastungen
- Zulässige Umfangsgeschwindigkeit: bis 50 m/s



## A Carbographit-Kohlebürsten

### Wie werden unsere carbographitischen Werkstoffe hergestellt?

Rohstoffe wie Kokse, Ruße und Bindemittel (z.B. Harze) werden gepresst und thermisch behandelt. Hierbei wird das Bindemittel carbonisiert, wandelt sich also in eine Kohlenstoffmodifikation um. Carbographitische Werkstoffe werden nicht graphitiert.

### EIGENSCHAFTEN

Aufgrund des hohen Widerstandes sehr gute Kommutierungsfähigkeit, meist mit mittlerem Spannungsabfall und hohem Reibwert, gute Putzwirkung. Gute Unterlastfestigkeit, sehr hohe Kohlebürstenstandzeit.

### ANWENDUNGSGEBIETE

- Maschinen älterer Bauart und kleinerer Drehzahl mit oder ohne Wendepole, meist niedrige Belastung
- moderne kleine Maschinen (permanent erregte Maschinen, Servomotoren und Universalmotoren)

### GRENZWERTE

- Spezifische Stromdichte: 8 ... 16 A/cm<sup>2</sup>, abhängig von der Anwendung
- Zulässige Umfangsgeschwindigkeit: bis 25 m/s

## LFC Naturgraphit-Kohlebürsten

### Wie werden unsere naturgraphitischen Werkstoffe hergestellt?

Gereinigter Naturgraphit, künstlicher Graphit und spezielle Additive werden gemahlen, mit Bindemittel versetzt, gepresst und thermisch behandelt. Hierbei wird das Bindemittel carbonisiert.

### EIGENSCHAFTEN

Weiche Kohlebürsten mit ausgezeichneter Stoß- und Schwingungsdämpfung. Sie zeigen ein gutes Kontaktverhalten bei sehr hohen Umfangsgeschwindigkeiten.

### ANWENDUNGSGEBIETE

- Stahlschleifringe von Synchron- und Asynchronmaschinen hoher Drehzahl.

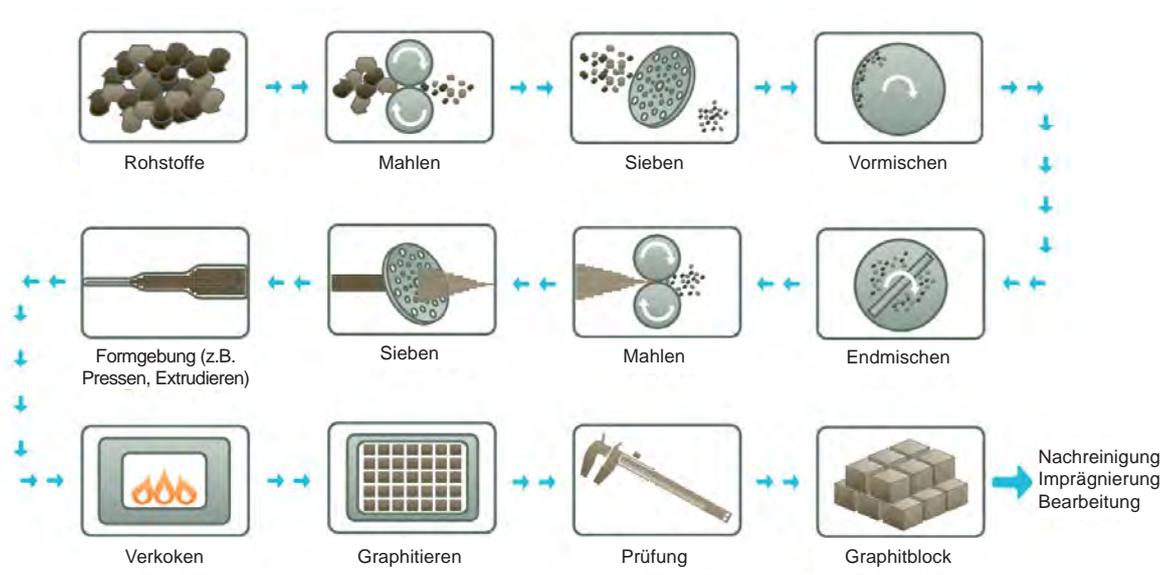
### GRENZWERTE

- Spezifische Stromdichte: 10 ... 13 A/cm<sup>2</sup>
- Zulässige Umfangsgeschwindigkeit: bis 90 m/s





## ÜBERSICHT DER HERSTELLUNG VON GRAPHIT



## BG Kohlebürsten aus Graphit mit Kunstharzbindung (Bakelit-Graphit)

### Wie werden unsere Bakelit-Graphite hergestellt?

Natur- und/oder künstliches Graphit wird mit härtbaren Kunstharzen gemischt, gepresst und thermisch behandelt. Hierbei polymerisieren die Harze.

### EIGENSCHAFTEN

Kohlebürsten mit hoher mechanischer Festigkeit, hohem Spannungsabfall und Reibwert (hohe Bürstenverluste), ausgezeichnete Kommutierung und mittlere Putzwirkung. Betrieb auch bei starker Unterlast möglich.

### ANWENDUNGSGEBIETE

- Wechselstrom-Kommutatormotoren
- kleinere Gleichstrommotoren mittlerer Drehzahl und geringerer Belastung

### GRENZWERTE

- Spezifische Stromdichte: 8-10 A/cm<sup>2</sup>, begrenzte Stoßlastfestigkeit.
- Zulässige Umfangsgeschwindigkeit: bis 40 m/s

## CG-MC-CA-AG Metallgraphit-Kohlebürsten

### Wie werden unsere metallgraphitischen Werkstoffe hergestellt?

Gereinigter, fein gemahlener Naturgraphit oder künstlicher Graphit wird mit duroplastischem Kunstharz, Kupferpulver und/oder anderen Metallpulvern vermischt, gepresst und thermisch unter Schutzgas behandelt.

Die Werkstoffgruppe der Metallgraphite beinhaltet auch Werkstoffe der Gruppen EG (Elektrographite) und A (Carbographite), welche metallimprägniert sind.

### EIGENSCHAFTEN

Kohlebürsten mit hohem spezifischem Gewicht, geringer Reibung und niedrigem Spannungsabfall. Die Bürstenverluste sind daher sehr gering. Betrieb mit hohen Stromdichten ist möglich.



### CG-MC Metallgraphite auf Kupferbasis

#### ANWENDUNGSGEBIETE

- Gleichstrommaschinen mit kleiner Drehzahl und niedriger Spannung
- Drehstromasynchron-Maschinen mit mittlerer Drehzahl und hoher Last (z.B. Generatoren für Windenergieanlagen)
- Drehstromsynchron-Maschinen (z.B. Schleifringenerregung in Synchronmotoren und Wasserkraftgeneratoren)
- Hochstromübertragung (z.B. Galvanikanlagen, Drahtglühen)
- Signalstromübertragung bei niedrigen Spannungen (z.B. Medizin, Wehrtechnik)
- Stromübertragung in Drehverbindungen (z.B. Kräne)

#### GRENZWERTE

- Spezifische Stromdichte:
  - 10 ... 30 A/cm<sup>2</sup> im S1-Betrieb
  - bis 100 A/cm<sup>2</sup> bei kurzzeitigen Spitzenbelastungen (abhängig vom Metallgehalt)
- Zulässige Umfangsgeschwindigkeit: bis 35 m/s (abhängig vom Metallgehalt)

### CA-AG Metallgraphite auf Silberbasis

Metallgraphite auf Silberbasis zeigen einen niedrigeren spezifischen Widerstand als Metallgraphite auf Kupferbasis.

Die ausgebildete Patina – bestehend aus leitfähigen Silberoxiden – zeigt einen sehr niedrigen Kontaktspannungsabfall. Daher können Metallgraphite auf Silberbasis Stromsignale bei Niederspannung nahezu verlustfrei übertragen.

#### ANWENDUNGSGEBIETE

- Signalstromübertragung (Temperaturmessfühler, Drehzahlsignale)
- Pulsübertragung bei drehenden Systemen (z.B. Radaranlagen)
- Tachogeneratoren
- Luft- und Raumfahrtanwendungen
- als Schichtkohlebürsten (CA, AG und LFC) Einsatz bei Wellenerdungen

#### GRENZWERTE

- Spezifische Stromdichte: bis 50 A/cm<sup>2</sup>
- Zulässige Umfangsgeschwindigkeit: bis 25 m/s, als Schichtkohlebürste CA-AG/LFC bis 90 m/s.

## Vereinheitlichung der Kohlebürstenwerkstoffe

Immer mehr Firmen möchten aus Rationalisierungsgründen die Anzahl verschiedener Bürstenwerkstoffe und Bürstenausführungen reduzieren.

Bei unproblematischen Anwendungen ist eine Vereinheitlichung meist ohne größere Schwierigkeiten durchführbar.

Bei problematischen Maschinen ist allerdings für eine Bestimmung des richtigen Bürstenwerkstoffes und der richtigen Bürstenausführung eine eingehende Untersuchung der Betriebs- und Umgebungsbedingungen unerlässlich. Aus diesem Grund empfiehlt Mersen, dass Sie sich mit unserem technischen Kundendienst in Verbindung setzen.

**Unser Technischer Kundendienst steht Ihnen jederzeit zur Verfügung.**

Phone +49 (0)69 / 5009 - 0 / Fax +49 (0)69 / 5009 - 288

E-Mail [info.frankfurt@mersen.com](mailto:info.frankfurt@mersen.com)

MERSEN ist in über 40 Ländern der Welt vertreten und unsere lokalen Teams stehen Ihnen vor Ort zur Verfügung.

Sie finden unser weltweites Netzwerk auf [www.mersen.com](http://www.mersen.com)

### INFORMATIONEN ZU SPANNUNGSABFALL UND REIBWERT (SIEHE TABELLEN AUF FOLGENDEN SEITEN)

Die Angaben für den Spannungsabfall und Reibwert sind durch folgende Symbole gekennzeichnet:

Spannungsabfall und Reibwert wurden im Labor auf einem Kupferkommutator gemessen.

Symbol	Bezeichnung	Spannungsabfall (Summe beider Polaritäten)	Reibwert
H	hoch	> 3 V	$\mu > 0,20$
M	mittel	2,3 V - 3 V	$0,12 < \mu < 0,20$
N	niedrig	1,4 V - 2,3 V	$\mu < 0,12$
SN	sehr niedrig	0,5 V - 1,4 V	
EN	extrem niedrig	< 0,5 V	

	Spannungsabfall	Reibwert
Stromart	DC	DC
Stromdichte	10 A/cm <sup>2</sup>	10 A/cm <sup>2</sup>
Umfangsgeschwindigkeit	12,5 m/s	25 m/s
Bürstendruck	180 cN/cm <sup>2</sup>	180 cN/cm <sup>2</sup>
Kommutatortemperatur	65-70°C	65-70°C
Kohlebürstentyp	radial	radial

Die angegebenen Grenzwerte für Stromdichte und Umfangsgeschwindigkeit sind Erfahrungswerte. Diese gelten für Maschinen in gutem Zustand unter normalen Betriebsbedingungen.



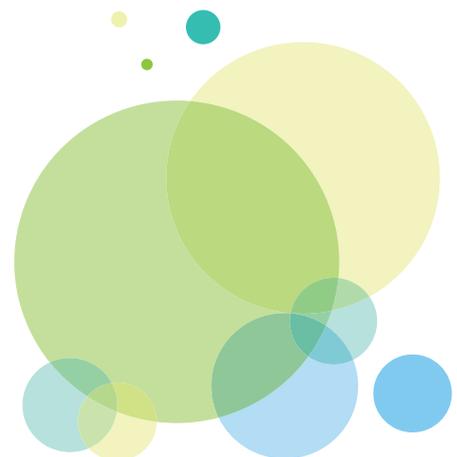
## Haupteigenschaften der Kohlebürstenwerkstoffe

Kohlebürstengruppe	Werkstoffbezeichnung	Dichte g/cm <sup>3</sup>	spezifischer Widerstand $\mu\Omega\cdot\text{cm}$	Shore Härte	Biegefestigkeit MPa	Spannungsabfall	Reibwert	zulässige Stromdichte A/cm <sup>2</sup>	zulässige Umfangsgeschwindigkeit m/s	Metallgehalt %
EG - Elektrographit	EG34D	1,60	1 100	40	25	M	M	12	50	/
	EG389P	1,49	1 600	29	19	M	M	12	50	/
	L1	1,61	1 270	35	21	M	M	12	60	/
	EG362	1,60	2 500	35	21	M	M	12	50	/
	EG40P	1,62	3 200	57	27	M	M	12	50	/
	EG313	1,66	5 000	50	21	M	N	12	50	/
	EG367	1,53	4 100	52	21	M	M	12	50	/
	EG387	1,60	3 500	60	31	M	M	12	50	/
	EG300H	1,57	4 100	60	26	M	N/M	12	50	/
	2192	1,56	5 100	55	23	M	M	12	50	/
	CB377	1,71	6 350	75	29	H	N	12	40	/
	EG319P	1,46	7 200	52	26	H	M	12	50	/
EG365	1,62	5 300	40	15	M	M	12	50	/	
Elektrographit mit Imprägnierung	EG7099	1,72	1 100	40	34	M	M	12	45	/
	EG9599	1,61	1 600	33	28	M	M	12	45	/
	EG9117	1,69	3 300	77	36	M	M	12	50	/
	EG8019	1,77	4 700	77	31	M	M	12	45	/
	CB86	1,64	4 830	65	29	M	M	12	50	/
	2189	1,63	6 100	60	32	M	M	12	50	/
	510	1,44	7 100	45	17	M	M	12	50	/
	535	1,53	7 100	55	26	M	M	12	50	/
	EG8067	1,67	3 900	77	36	M	M	12	45	/
	AC137	1,72	5 100	80	41	M	M	12	50	/
	168	1,58	7 100	65	36	M	M	12	50	/
	EG8220	1,82	5 000	90	44	M	M	12	50	/
	EG7097	1,68	4 000	80	35	M	M	12	50	/
	EG341	1,57	7 200	74	34	H	M	12	50	/
	EG7655	1,70	5 600	68	33	M	M	12	50	/
EG6754	1,76	4 150	87	40	M	M	12	50	/	
A - Carbographit	A121	1,75	2 250	30	26	M	N	12 bis 20	≤ 15	/
	A176	1,60	52 500	40	20	H	N	8 bis 10	30	/
	A252	1,57	45 000	27	16	H	N	10 bis 12	≤ 25	/
	M44A	1,64	3 050	50	26	M	M	10	≤ 25	/

Kohlebürstengruppe	Werkstoffbezeichnung	Dichte g/cm <sup>3</sup>	spezifischer Widerstand μΩ.cm	Shore Härte	Biegefestigkeit MPa	Spannungsabfall	Reibwert	zulässige Stromdichte A/cm <sup>2</sup>	zulässige Umfangsgeschwindigkeit m/s	Metallgehalt %
<b>LFC - Naturgraphit</b>	LFC501	1,46	1 900	10	8	M	N	6 bis 10	75	/
	LFC554	1,26	2 000	12	11	M	N	11 bis 13	90	/
<b>BG - Bakelitgraphit</b>	BG412	1,82	13 800	/	36	H	M	8 bis 10	35	/
	BG469	1,80	9 450	/	35	H	M	6 bis 8	35	/
	BG348	1,50	25 500	/	25	H	M	8 bis 10	40	/
<b>CG - MC Metallgraphit auf Kupferbasis</b>	C6958	2,50	350	/	30	SN	M	10 bis 25	≤ 32	25
	C7788	2,80	300	/	25	M	M	12 bis 20	40	43
	CG651	2,95	130	/	30	SN	N	12 bis 14	35	49
	CG626	2,88	180	/	45	SN	N	12 bis 15	30	49
	MC79P	5,15	8	/	98	EN	N/M	25 bis 30	20	83
	CG657	4,00	35	/	65	SN	M	12 bis 20	30	65
	CG757	4,50	35	/	45	SN	M	16	25	75
	CG857	5,65	7,5	/	77,5	EN	M	20 bis 30	20	91
	CG957	5,45	40	/	110	EN	M	20 bis 30	20	87
MC877	5,40	12,5	/	89	EN	M	20 bis 30	20	87	
<b>CA - Metallgraphit auf Silberbasis</b>	CA38	2,55	250	/	10	EN	M	*	25	33
	CA26	3,60	20	/	40	EN	M	*	20	60
	CA28	4,00	40	/	45	EN	M	20 bis 30	20	65
	CA10	8,00	6,5	/	160	EN	M	*	15	93
<b>M metallimprägniert</b>	M609	2,65	310	35	33	SN/EN	EN	12 bis 15	35	45
	M673	1,72	1 180	35	26	EN	H	10 bis 12	40	5,5
	M9426	1,62	1 775	24	20	SN	M	12 bis 15	30/45	9
	M621	3,00	400	34	35	EN	M	40	40	44
	M9020	1,75	2 700	68	37	N	M	12 bis 15	45	5
	M8295	1,80	1 775	54	34	SN	M	12 bis 15	30/45	9
	MA7696	3,00	250	/	33	SN	M	12 bis 15	35	55

Bemerkung: 1 MPa = 10 daN/cm<sup>2</sup>

\*Bitte kontaktieren Sie Mersen für weitere Informationen



## Anwendungsbeispiele von Kohlebürstenwerkstoffen

Mersen hat eine Vielzahl von Kohlebürstenwerkstoffen entwickelt, um auch Anwendungen bei schwierigsten Betriebs- und Umgebungsbedingungen gerecht zu werden. Wir empfehlen, sich mit unserem Technischen Kundendienst in Verbindung zu setzen, um den besten Werkstoff für Ihre spezielle Anwendung zu bestimmen.

Die untenstehenden Tabellen zeigen die Bürstenwerkstoffe auf, die für die verschiedenen Anwendungen am besten geeignet sind (mit Angabe der Stromdichte, Umfangsgeschwindigkeit und empfohlenem Bürstenanpreßdruck).

Für jede Maschinengruppe sind die gängigsten Bürstenqualitäten aufgeführt.

Die Reihenfolge der Bürstenwerkstoffe in der Tabelle ist willkürlich und sagt nichts über deren Eignung aus.

Verwenden Sie niemals unterschiedliche Bürstenwerkstoffe auf einem Schleifring oder Kollektor.

### Kommutatormaschinen im stationären Einsatz

Anwendung	Stromdichte A/cm <sup>2</sup>	Umfangsgeschwindigkeit m/s	Bürstenanpreßdruck cN/cm <sup>2</sup>	Kohlebürstenwerkstoffe
<b>GLEICHSTROM</b>				
<b>Ältere Maschinen ohne Wendepole</b>				
Alle Maschinen	6	15	180	EG40P - A176 - EG34D
<b>Niederspannungsmaschinen (alle Leistungen)</b>				
Erregermaschinen für Schiffsgeneratoren 30-50 V	4 - 8	25	180	LFC3H - EG7099 - CG651 - A121
Schweißgeneratoren 30-50 V	0 - 20	< 20	180	EG389P - EG367 - EG313
<b>Industriemaschinen, Ankerspannung 110 - 750 V</b>				
Maschinen für Antriebe aller Art (auch hohe Drehzahlen)	8 - 12	20 - 45	180	EG34D - EG313 - EG367 - EG389P
Erregermaschinen für Wasserkraftgeneratoren	8 - 12	< 20	180	EG34D - EG7099 - EG389P EG9599 - EG365
Erregermaschinen für Turbogeneratoren	8 - 10	35 - 50	180	EG367 - EG365 - EG9599 - EG389P
Eigenerrregte Maschinen	2 - 5	< 35	180	EG34D - EG389P - BG469
Verstärkermaschinen (Amplidyne)	4 - 12	25	180	EG34D - EG389P
Steuergeneratoren für Illgner und Ward-Leonard-Generatoren (alle Drehzahlen)	4 - 12	20 - 35	180	EG389P - EG367 - EG313
Maschinen in Papierfabriken	4 - 12	35	180	EG34D - EG9599 - EG7099 - EG34D EG389P - BG469 - EG313 - 168
Schiffsgeneratoren	4 - 12	20 - 35	180	EG34D - EG389P - EG7099 - EG313
Walzmotoren, reversierend	8 - 20	0 - 15	180	EG319P - EG369 - EG313 - 2192 - 535 - 510
Walzmotoren	8 - 15	20 - 35	180	EG389P - EG40P - EG319P - EG6489 EG313 - EG365 - 2192 - CB86
Fördermotoren im Bergbau	12	25	180	EG313 - EG365 - EG367 - CB377
Motoren mit geschlossenem Kühlkreislauf	10-12		180	EG9117 - EG8067 - EG7593
<b>WECHSELSTROM</b>				
Einphasen-Repulsionsmotoren	8	5 - 15	180	A252 - EG367
Schrage-Drehstrommotoren	8 - 12	5 - 35	180	BG412 - BG469 - BG348 - EG367
Schorch-Drehstrommotoren	10 - 14	5 - 35	180	BG28 - BG469 - EG367 - BG348
Scherbius Maschinen	7 - 9	30	180	EG389P - EG313 - LFC554 - EG362

**Kommutatormaschinen im ortsveränderlichen Einsatz**

Anwendung	Stromdichte A/cm <sup>2</sup>	Umfangsgeschwindigkeit m/s	Bürstenanpressdruck cN/cm <sup>2</sup>	Kohlebürstenwerkstoffe
<b>GLEICHSTROM</b>				
<b>Nahverkehrsmaschinen, Stadtwerke (Straßen- und U-Bahnen)</b>				
Alle Motoren	8 - 12	40 - 50	300 - 400	EG34D - EG7099 - EG387 - EG9599 - EG8067
<b>Vollbahnen</b>				
Motoren älterer Bauart	10 - 12	< 45	< 350	EG34D
Motoren neuerer Bauart	> 12	> 45	350	EG300H - EG9117 - EG387 - EG8067 EG7097 - EG6754 - EG8220
<b>Dieselelektrische Antriebe</b>				
Generatoren	10 - 14	40	250	EG389P - EG7099 - EG8067 - AC137
Lichtmaschinen (Schleifringe)	8 - 12	< 50	220	EG34D - EG389P - L1
Motoren	15	45	350	EG7099 - EG8067 - EG7097 - EG6754 - EG8220
<b>Hub- und Fördergeräte (Niederspannung)</b>				
Offene Motoren (Stapler)	15 - 20	10 - 25	350	A121 - M621 - C7788
<b>MISCHSTROM</b>				
<b>Vollbahnen</b>				
Motoren neuerer Bauart	12 - 15	50	350	EG367 - EG300H - EG8067 - EG7097 - EG6754
<b>WECHSELSTROM</b>				
<b>Vollbahnen 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> und 50 Hz</b>				
Motoren	12 - 16	45	250	EG367 - E8067 - EG7097

17

**Schleifringmaschinen**

Anwendung	Schleifringwerkstoff	Stromdichte A/cm <sup>2</sup>	Umfangsgeschwindigkeit m/s	Bürstenanpressdruck cN/cm <sup>2</sup>	Kohlebürstenwerkstoffe	
<b>ERDUNGSKONTAKT</b>						
Alle	Stahl-Bronze	0 - 30	3 - 8	350 - 400	MC877 - MC79P	
<b>GLEICHSTROM</b>						
Bandzugmotoren in Heiz- und Verzinnungsanlagen	Bronze	20 - 30	3	180 - 400	MC79P - CG957	
Synchronmaschinen mit glatten oder genuteten Ringen	3 000 rpm	hochlegierter Stahl	11 - 13	≤ 100	130 - 180	LFC554
		Stahl	6 - 10	≤ 70 - 80	150 - 180	LFC501
	1 500 rpm	Stahl-Bronze	8 - 12	≤ 40	180	CG651 - CG657 (Bronze) EG34D - EG389P L1 (Stahl)
		Guß	6 - 10	≤ 20	180	EG34D - EG389P - L1
Kompensationsmaschinen (wasserstoffgekühlt)	Stahl-Bronze	5 - 8	25	180	EG34D - EG9599 - M9426	
<b>WECHSELSTROM</b>						
Asynchronmaschinen	offen	Stahl-Bronze	12 - 16	15 - 25	180	CG651 - EG34D - EG389P CG657
	geschlossen-innenbelüftet	Stahl-Kupfernickel	6 - 8	15 - 25	180	EG34D
Maschinen mit Bürstenabhebevorrichtung	Stahl-Bronze	25 - 30	20 - 25	180	MC79P - CG957	
Asynchronmaschinen (Pumpen- oder Lüfterantriebe)	Bronze	8 - 10	≤ 50	180	EG389P - EG34D - M9426	
Synchronisierte Asynchronmaschinen	Bronze	8 - 12	15 - 40	180	M673 - M9426	
Generatoren in Windenergieanlagen	Stahl-Graphit	12 - 15	45	180	M8295 - M9426 - CG626	

# Grundformen, Abmessungen und Armierungen

## Die Abmessungen "t", "a" und "r"

Zur Bestimmung Ihrer Bürsten benötigen wir folgende Informationen:

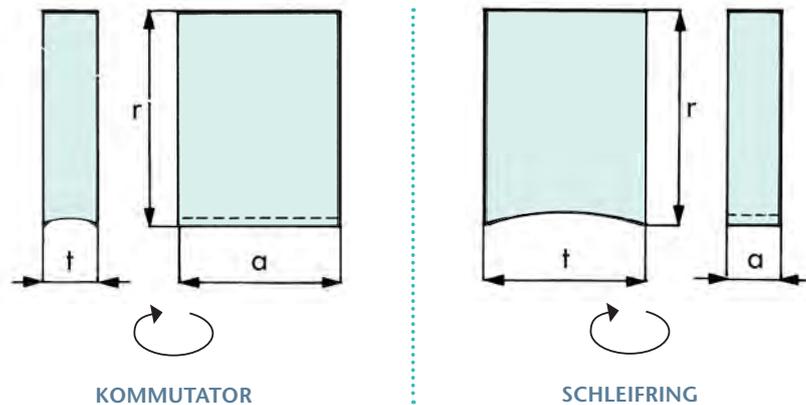
1. Maße "t" x "a" x "r", wobei

- "t" das Tangentialmaß bzw. das Maß in Laufrichtung,
- "a" das Axialmaß bzw. das Maß quer zur Laufrichtung,
- "r" das Radialmaß (Kohlebürstenlänge) sind

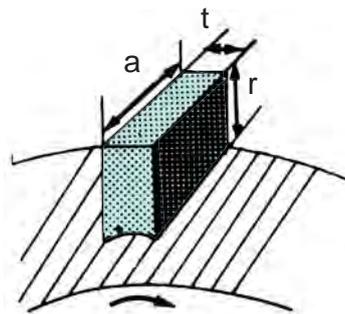
Das Original "r"-Maß kann (bei abgenutzten Bürsten) nur ungefähr angegeben werden und muss zum verwendeten Bürstenhalter passen.

2. Für Kommutator- und Schleifringbürsten gelten die gleichen Vorgaben.

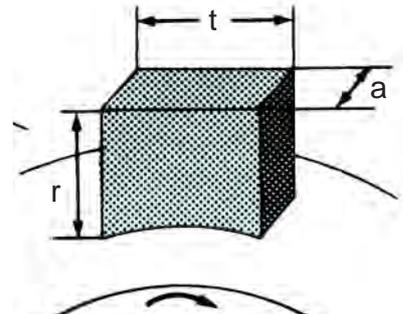
3. Wir empfehlen, die Hauptabmessungen mit einer Digitalschieblehre zu ermitteln und die Ist-Maße auf 2 Kommastellen anzugeben. Unter Berücksichtigung der Toleranzen können wir ermitteln, um welche Nenn-Maße es sich handelt (metrisch oder Zoll).



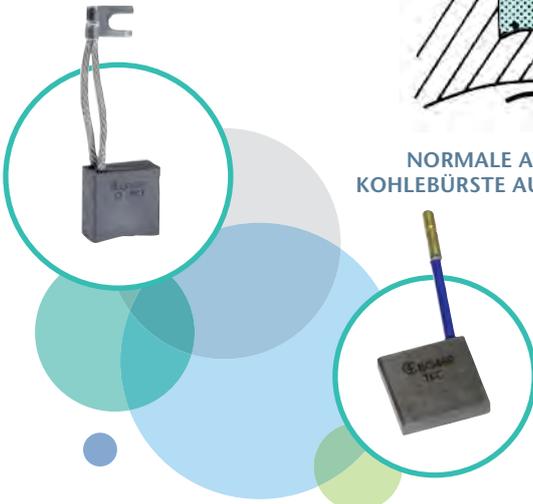
## Ausrichtung einer Kohlebürste auf dem Kommutator / Schleifring



NORMALE AUSRICHTUNG EINER KOHLEBÜRSTE AUF EINEM KOMMUTATOR



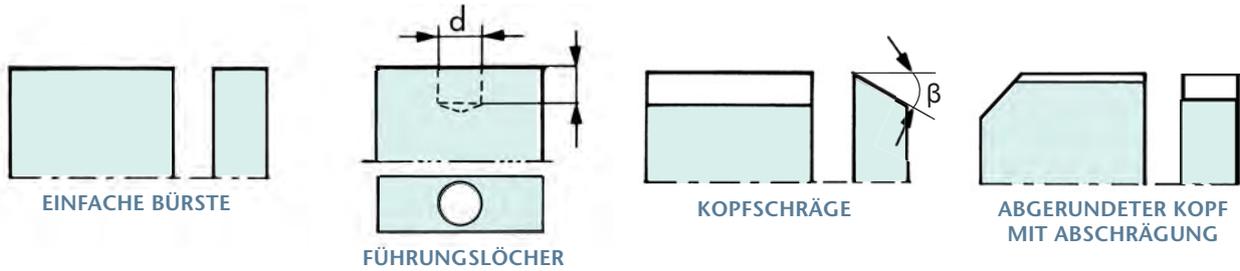
NORMALE AUSRICHTUNG EINER KOHLEBÜRSTE AUF EINEM SCHLEIFRING



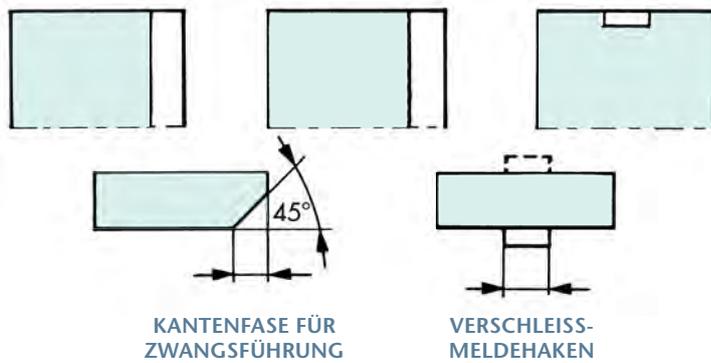
## Verschiedene Ausführungen und Armierungen

### Konfigurationen von Standardbürsten

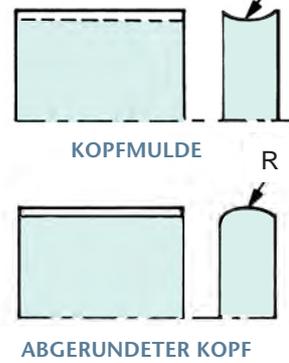
#### KOHLEBÜRSTENKOPF (TYPISCHE AUSFÜHRUNGEN)



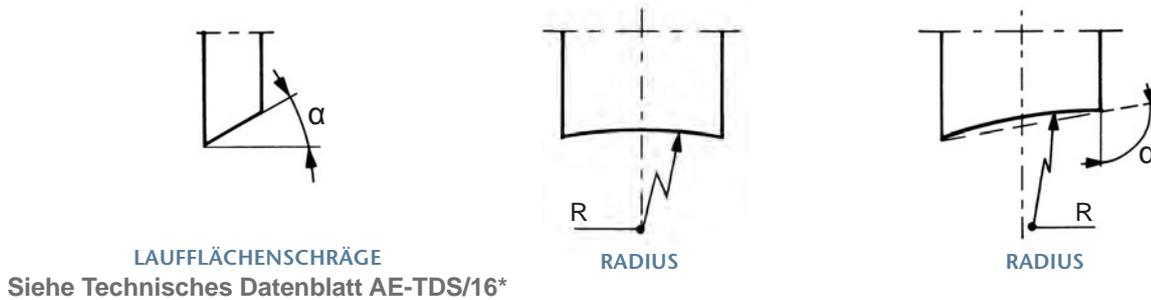
#### KOHLEBÜRSTEN-SEITENFLÄCHEN



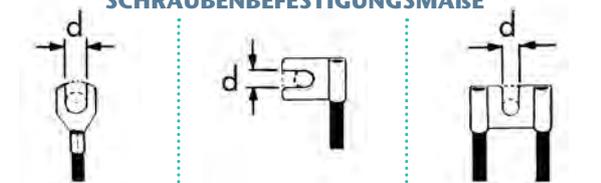
#### KOHLEBÜRSTEN-KOPFFLÄCHEN (GERUNDET)



#### KOHLEBÜRSTEN-LAUFLÄCHE



#### KABELSCHUHTYPEN UND SCHRAUBENBEFESTIGUNGSMAßE

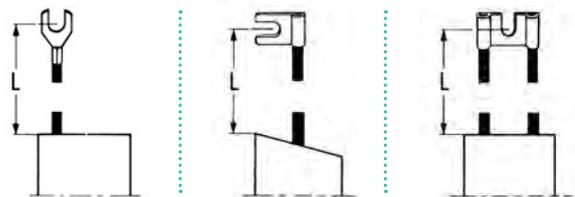


AXIALER KABELSCHUH      FAHNEN-KABELSCHUH      KABELSCHUH FÜR ZWEI STROMSEILE

#### Abmessungen der Löcher / Schuhöffnungen

Ø Schraube (mm)	3	4	5	6	8	10
d (mm)	3,4	4,3	5,2	6,5	8,5	10,5

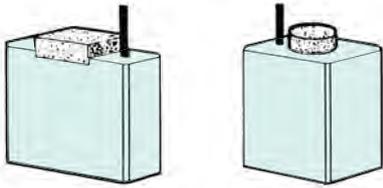
#### LÄNGE DER STROMSEILE



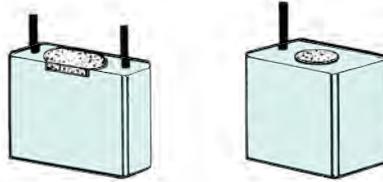
#### Standard-Werte L (mm)

16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 56 - 63 - 71  
80 - 90 - 100 - 112 - 125 - 140 - 160

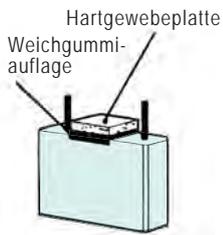
## Ausführungsformen



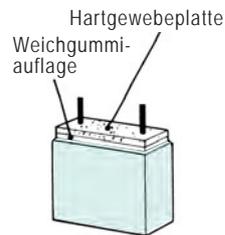
GEKLEBTE WEICHGUMMIAUFLAGE



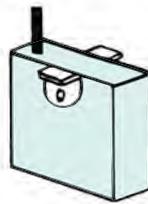
HARTGEWEBEPLATTE  
(EINGESENKT UND GEKLEBT)



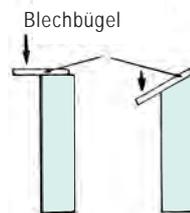
DÄMPFUNGSAUFLAGE,  
BESTEHEND AUS  
WEICHGUMMI-  
ELEMENT UND  
HARTGEWEBEPLATTE



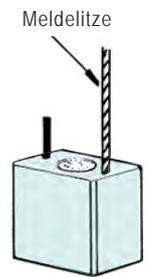
DÄMPFUNGSAUFLAGE,  
LITZENGEFÜHRT  
(NICHT VERKLEBT)



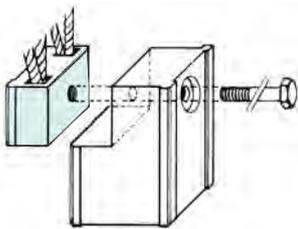
VERSCHLEISSMELDE-  
HAKEN AUS KUNST-  
STOFF



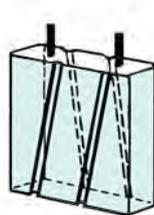
BLECHBÜGEL FÜR  
DRUCKAUFLAGE



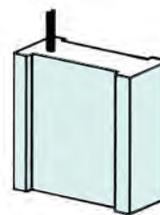
BÜRSTE  
MIT MELDELITZE



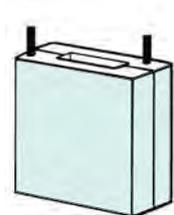
BÜRSTE MIT ABNEHMBAREM KOPF



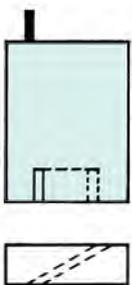
Blockbürsten



MIT AUSSEN- UND INNENSTAUBNUTEN



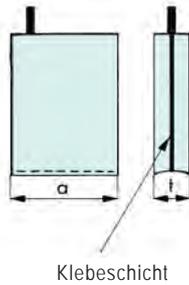
Zwillingsbürste



VENTILATIONS-  
SCHLITZ

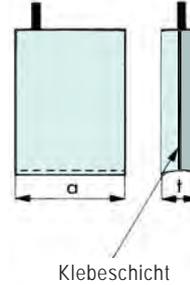


GEGITTERTE  
LAUFLÄCHE



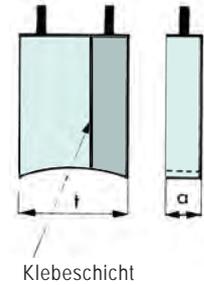
Klebeschicht

SCHICHTBÜRSTE  
(2 EG-TEILBÜRSTEN)



Klebeschicht

SCHICHTBÜRSTE  
1 EG-SCHICHT  
1 BG-SCHICHT

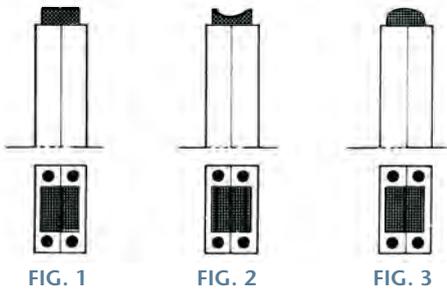


Klebeschicht

SCHICHTBÜRSTE  
FÜR SCHLEIFRINGE\*

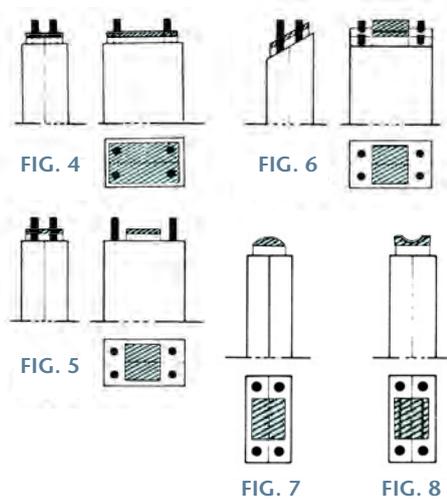
## Technische Ausführung von Zwillingsbürsten

### GEKLEBTE WEICHGUMMIAUFLAGE



Die Montage ist symmetrisch und für beide Drehrichtungen geeignet. Die Auflagen bewirken eine gleichmäßige Druckverteilung über den Bürstenkopf und geben dem Druckfinger oder der Feder einen ruhigen Sitz.

### DÄMPFUNGS AUFLAGEN, BESTEHEND AUS WEICHGUMMIELEMENT UND HARTGEWEBEPLATTE



Die kombinierten Auflagen (Weichgummielament und Hartgewebeplatte) werden entweder lose, mittels durchgefädelter Stromseile auf dem Kohlebürstenkopf platziert (Fig. 4) oder mit dem Kohlebürstenkopf verklebt (Fig. 5 u. Fig.6). Die Form des Dämpfungselementes ist abhängig von der Art des verwendeten Bürstenhalters (Fig.7 u. Fig.8)

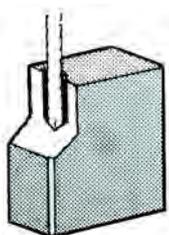
## Stromseile

Querschnitte der Stromseile:

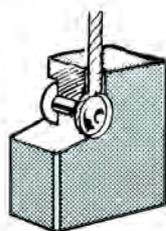
Durchmesser (mm)	1,6	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6	6,3
Nennstrom (A)	15	17	20	24	28	32	38	44	50	60	75	85	100

Die Stromseile sind auch verzinkt (Korrosionsschutz) erhältlich.

### VERBINDUNG STROMSEIL - KOHLEBÜRSTE



**Stampfkontakt:**  
Leitendes Pulver wird um das Stromseil herum in der Kohlebürste kalt verfestigt.



**Nietkontakt:**  
für bestimmte Anwendungen (z.B. Luftfahrt, Galvanik, Drahtglühen). Die Stromseilschleife, die in die Kohlebürste gesteckt wird, wird vor dem Nieten mit einem Werkzeug vorgeformt.

# Einbau von Kohlebürsten in elektrische Maschinen

## Kohlebürsten

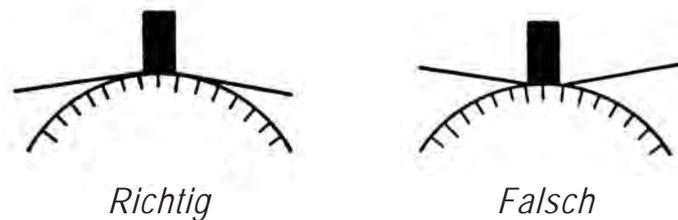
- Der Einsatz von Kohlebürsten unterschiedlicher Werkstoffe auf einer Maschine ist unbedingt zu vermeiden
- Entfernen Sie die bestehende Patina, bevor Sie eine Kohlebürste anderer Qualität verwenden
- Stellen Sie sicher, dass die Kohlebürsten ungehindert in den Bürstenhaltern gängig sind (**siehe Technisches Datenblatt AE-TDS/04\***)
- Überprüfen Sie, dass die Kohlebürsten richtig in die Bürstenhalter eingesetzt sind. Das ist besonders wichtig bei Kohlebürsten mit Laufflächenschräge.

## Einschleifen der Bürstenlaufflächen

Um die Bürstenlauffläche genau an den Schleifring- oder Kommutatorradius anzupassen, verwenden Sie Bimssteine bei niedriger Umfangsgeschwindigkeit. Der grobkörnige Staub passt die Kohlebürsten-Kontaktfläche an die korrekte Krümmung an.

Bei zugänglichen Bürstenhaltern empfehlen wir das Einschleifen der Kohlebürsten im Stillstand mit Hilfe von Schmirgelpapier (Körnung 60 oder 80). Die dadurch zusätzlich erreichte Aufrauung der Bürstenlauffläche garantiert eine gute Kontaktierung.

Nach den Einschleifvorgängen müssen die Kohlebürsten und der Kommutatorraum sorgfältig gereinigt und der entstandene Staub abgesaugt werden (unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen).



## Bürstenhalter

- Stellen Sie sicher, dass die Bürstenhalter richtig eingestellt und in gutem Zustand sind. Überprüfen Sie die Führungsflächen der Haltertaschen.
- Passen Sie den Abstand zwischen Bürstenhalter und Kommutator auf 2,5 bis 3 mm (Fig. 1) an.
- Stellen Sie sicher, dass die Kohlebürsten parallel zu den Kommutator-Lamellen ausgerichtet sind.
- Überprüfen Sie mit geeigneten Messmitteln, dass der Anpressdruck auf alle Kohlebürsten gleich ist.

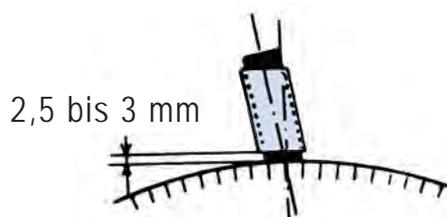


FIG. 1

**EMPFOHLENER BÜRSTENANPRESSDRUCK BEI NORMALEN BETRIEBSBEDINGUNGEN (cN/cm<sup>2</sup>)**

Werkstoffgruppe		Schleifring	Kommutator	
			Stationäre Maschinen	Ortsveränderliche Maschinen
Elektrographit		180 - 200	180 - 200	350 - 450
Elektrographit, harzimprägniert			180 - 250	350 - 550
Carbographit und Bakelitgraphit			180 - 200	n/a
Naturgraphit		110 - 200*		
Metallgraphit	Normale Umfangsgeschwindigkeit	180 - 200		
	Umfangsgeschwindigkeit < 1 m/s	250 - 270		

Hinweis: Werte in cN/cm<sup>2</sup>

\* Bitte kontaktieren Sie Messen für weitere Informationen

**Kommutatoren und Schleifringe**

Vergewissern Sie sich, dass die Rundlaufabweichungen bei Schleifringen 100µ (langwellig) und bei Kommutatoren 50µ (langwellig) bzw. 4µ Lamelle/Lamelle (kurzwellig) nicht übersteigen und überprüfen Sie die Oberflächen nach offensichtlichen Defekten. Falls notwendig, lassen Sie bitte den Schleifring oder Kommutator von einer dafür qualifizierten Firma überarbeiten.

Bei Kommutatoren ist die Lamellenisolation sauber zu vertiefen, es dürfen keine vorstehenden Glimmerreste an den Lamellenkanten verbleiben. Die Lamellenkanten sind mit 45° 0,2 – 0,5 mm anzufasen (Fig.1 u. 2).

Laufflächen mit einem Schleifstein mittlerer Körnung behandeln. Vermeiden Sie Sandpapier oder Schleifleinen. Eine korrekte Oberflächenrauigkeit (0,8 – 1,2 µm Ra) ist absolut notwendig, um eine gute Patina zu erzeugen und beizubehalten.

**Unsere Experten stehen Ihnen für Vor-Ort-Diagnose, Service oder Überarbeitung jederzeit zur Verfügung..**

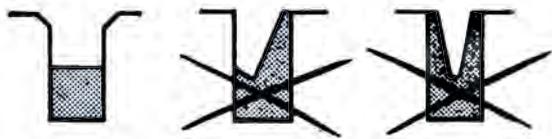


FIG. 1

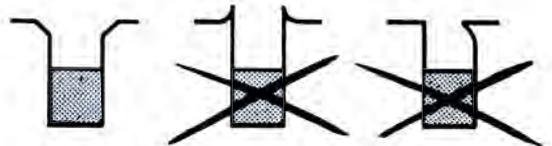


FIG. 2



**Einschalten der Maschine**

Kontrollieren Sie vor dem Einschalten der Maschine, dass die Kohlebürsten in den Haltertaschen leichtgängig sind, die Stromseile ordnungsgemäß verlegt und die Kabelschuhe fest angeschlossen sind. Beachten Sie zusätzlich immer die jeweiligen Vorgaben der Maschinenhersteller.

# Aussehen der Patina auf Kommutatoren und Schleifringen

## Patinabilder - Technisches Datenblatt AE-TDS/13

Die Patina besteht aus einer Mischung von Metalloxiden, Kohlenstoff und Wasser, die sich auf dem Schleifring oder Kollektor ablagert. Eine genaue Untersuchung der Patina kann helfen, den Zustand Ihrer elektrischen Maschine zu bewerten.

Die nachfolgenden Bilder zeigen typische Erscheinungsformen der Patina mit Hinweisen auf deren Entstehung bzw. Ursachen.

### Bezeichnung „P“ – verschiedene Patina-Varianten

#### GUT AUSSEHENDE PATINA

##### FARBINTENSITÄT

- **P2 - P4 - P6: Normale Patina**

Gleichmäßig, helles (P2) bis dunkleres Braun (P6).

Maschine und Kohlebürsten zeigen ein gutes Betriebsverhalten.



P2



P4



P6



## AUFFÄLLIGE VARIANTEN DER PATINA

### PATINAAUSSEHEN

- **P12: Patina weist Streifen auf**

Unterschiedlich breite, abwechselnd helle und dunkle Zonen, ohne Kupferabnutzung.  
Häufigste Ursachen: zu hohe Luftfeuchtigkeit, Öldämpfe oder aggressive Gase in der Atmosphäre, unterbelastete Kohlebürsten.

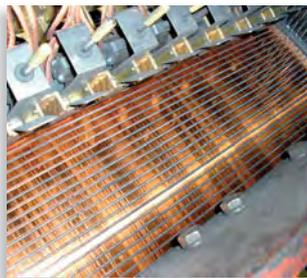
- **P14: Raue, riefige Patina (P14a auf Kommutator / P14b auf Schleifring)**

Wie bei P12, aber mit kupferfarbenen oder sehr hellen Bahnen. Das Metall ist spürbar angegriffen.

Häufigste Ursachen: wie P12, aber intensiver oder nach längerer Zeitdauer. Darüber hinaus kann die Kohlebürsten-Qualität ungeeignet sein.

- **P16: Fleckige Patina**

Anfleckungen in verschiedenen Formen, Farben und Größen, ohne festes Muster.  
Häufigste Ursachen: deformierter oder verschmutzter Kommutator, unrunder Schleifring.



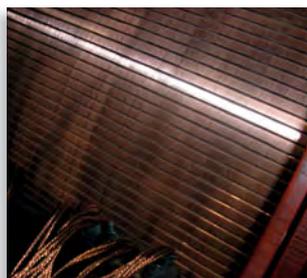
P12



P14a



P14b



P14c



P14FF\*



P16a



P16b



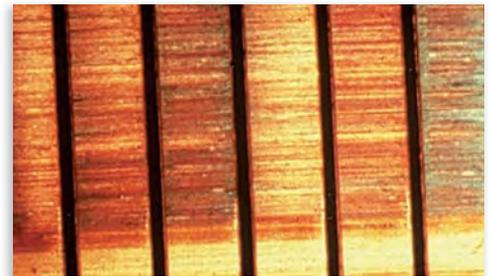
P16FF\*

**ANFLECKUNGEN MECHANISCHEN URSPRUNGS**

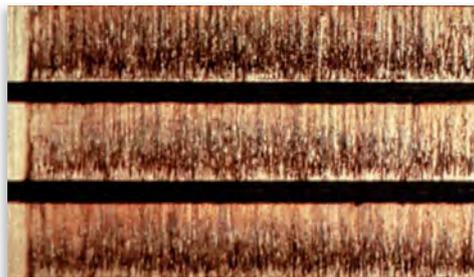
- **P22: Patina ist nicht einheitlich, „Schraubengewinde“-Effekt.**  
Häufigste Ursache: Fehler bei der Kommutatorüberarbeitung während des Überdrehens (z.B. ratterndes Werkzeug).
- **P24: Dunkle Flecken, oft von helleren, abgenutzten Flecken gefolgt; Hinweis auf Kommutatordeformation**  
Häufigste Ursache: eine fehlerhafte Lamelle oder Lamellengruppe, die ein Abheben der Kohlebürsten zur Folge hat; hierbei sind die hellen Lamellen vorstehend, die dunklen Lamellen zurückstehend.
- **P26 - P28: Anfleckungen in der Mitte (P26) oder an den Kanten (P28) der Lamellen.**  
Häufigste Ursache: fehlerhafte Kommutatorüberarbeitung (z.B. fehlerhaftes Abschleifen).



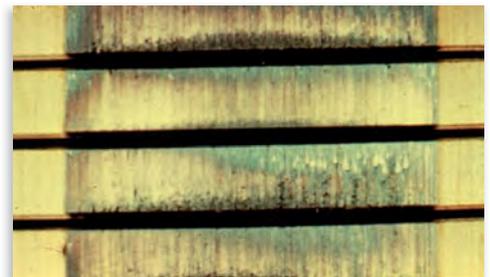
P22



P24



P26



P28

**ANFLECKUNGEN ELEKTRISCHEN URSPRUNGS**

- **P42: Regelmäßige Lamellenanfleckungen (abwechselnde helle und dunkle Lamellen)**  
Die dunklen Lamellen erscheinen poliert, matt oder sind geschwärzt. Muster wiederholt sich über den ganzen Umfang des Kommutators.  
Die häufigsten Ursachen sind elektrischer Natur. Die Wiederholffrequenz spiegelt in der Regel die Anzahl paralleler Leiter in einer Ankernut „u“ wieder (z.B. u=3 oder 5 o.a.)
- **P44: Kraterbildung – extreme Erosion durch starkes Bürstenfeuer**  
Häufigste Ursache: hohe Anfahrströme.



P42



P44

### ANFLECKUNGEN AUFGRUND VON VERSCHMUTZUNG

- **P62 : Häufig vorkommende Ablagerungen (Öl, Fett) auf der Patina.**  
Häufigste Ursache: Kohlebürsten im Betrieb oder durch Umweltfaktoren kontaminiert.
  - undichte Lager oder Abdeckungen
  - undichte Filter in der Motorbelüftung



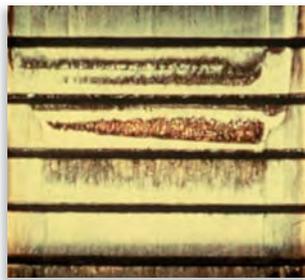
P62

### Bezeichnung „B“ – Anbrennungen

- **B6: Anbrennungen an den Lamellenkanten**
- **B8: Anbrennungen in der Lamellenmitte**
- **B10: geschwärzte, erodierte Patina**  
Häufigste Ursache: Funkenbildung unter den Kohlebürsten durch Kontakttrennung oder erschwerte Kommutierung.



B6



B8



B10

### Bezeichnung „T“ - Markierungen

- **T10: Bürstenabbildung auf dem Kommutator**
- **T11: Bürstenabbildung auf dem Schleifring**  
Dunkle oder schwarze Markierung, die den Abdruck der Kohlebürsten-Kontaktfläche auf dem Kommutator oder Schleifring widerspiegelt.  
Häufigste Ursachen: Überlastung oder elektrolytische Markierung während eines langen Stillstands.
- **T12: Dunkle Markierung aufgrund einer vorstehenden Lamelle L2**



T10

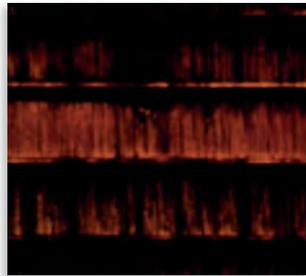


T11

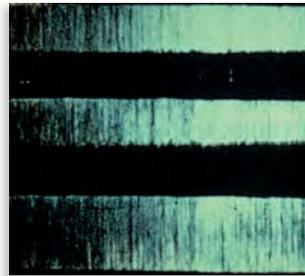


T12

- **T14:** Dunkle Markierung aufgrund einer zurückstehenden Lamelle (Flachstelle) L4
- **T16:** Dunkle Markierung aufgrund von vorstehendem Glimmer L6
- **T18:** Dunkle Markierung aufgrund eines hochstehenden Grats an der Lamellenkante L8



T14



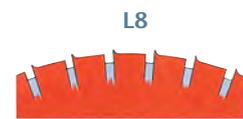
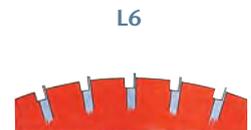
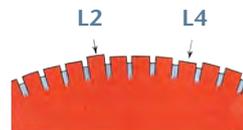
T16



T18

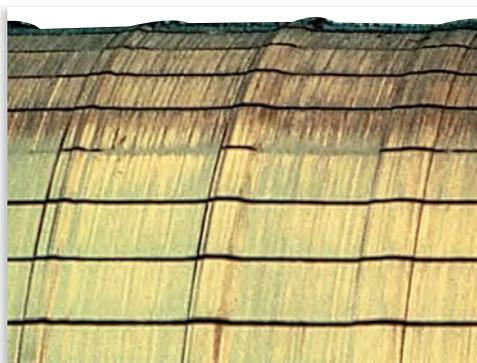
### Bezeichnung „L“ – fehlerhafte Kommutatorlamellen

- **L2:** Vorstehende Lamellen (Wölbung, durch starke Erwärmung)
- **L4:** Zurückstehende Lamellen (Flachstellen durch Elektroerosion)
- **L6:** Vorstehender Glimmer
- **L8:** Hochstehender Grat an der Lamellenkante
- **L10:** Kupferschieben

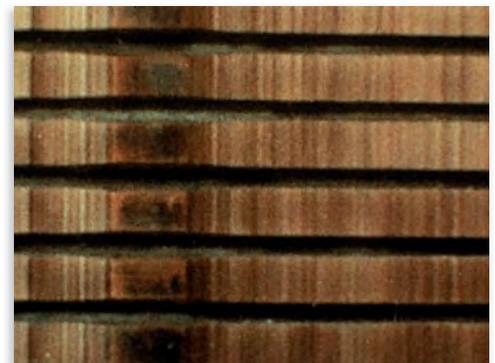


### Bezeichnung „R“ – KOMMUTATORVERSCHLEISS

- **R2:** Bahnenweiser Kommutatorverschleiss. Nach kurzer Betriebszeit nicht normal. Nach langer Betriebszeit u. U. normal.
- **R4:** Kommutator mit vorzeitigem Lamellenverschleiß aufgrund falscher axialer Staffelung der Kohlebürsten, ungeeignetem Kohlebürstenmaterial, Verschmutzungen, etc.



R2



R4

# Mersen Dienstleistungsangebote

## Wartung und Dienstleistungen

Für technische Fragen, Wartungsarbeiten und Schulungen steht Ihnen Mersen mit umfangreichem Wissen, jahrelanger Erfahrung und weltweiter Erreichbarkeit zur Verfügung.

## Expertise

- Weltweite praktische Unterstützung vor Ort
- Langjährige Erfahrung mit bürstenbehafteten Maschinen
- Messungen und Diagnosen (Fehlerdiagnose, Optimierung der Betriebsbedingungen)
- Unterstützung täglich verfügbar
- Technische Unterstützung per Telefon
- Technische Informationen auf Webseite: [www.mersen.com](http://www.mersen.com) oder auf Anfrage

## Windtracker™ Services

Mersen hat eigens sogenannte Windtracker™ ausgebildet, um Windparkbetreiber zu unterstützen. Unsere Windtracker™ Experten, engagierte Ingenieure und Techniker im Bereich Windkraft, bieten Up-Tower-Dienstleistungen, diagnostische Möglichkeiten, spezifische technische Unterstützung und Schulungen an, um die Leistungen ihrer Windenergieanlage zu optimieren. Dabei steht ihnen ein großes Netzwerk von Spezialisten auf fünf Kontinenten zur Verfügung, die es Mersen gestattet, direkt und weltweit vor Ort auf Ihre Bedürfnisse zu reagieren.



## Schulungen

Mersen bietet diverse Kurse für die Wartung von bürstenbehafteten elektrischen Maschinen an. Im Laufe der letzten fünfundzwanzig Jahre haben wir über 3000 Techniker in unserem firmeneigenen Schulungszentrum (STAGELEC) oder direkt vor Ort beim Kunden (EXTELEC) ausgebildet.

## Wartung

- Diagnostik
- Vor-Ort-Überarbeitungen von Kommutatoren, Schleifringen und Bürstenhaltern:
  - Nachbearbeitung von Oberflächen (z.B. Aufrauen von Kommutatoren und Schleifringen)
  - Glimmerausfräsen (Kommutatoren)
  - Anfasung der Lamellenkanten
  - Anfasung von Spiralnutungen (Schleifringe)
  - Überdrehen von Kommutatoren und Schleifringen
  - Druckmessungen an Bürstenhaltern
  - Optimierung des Kohlebürstenwerkstoffes
  - Modifizierung des kompletten Kohlebürstenapparates
  - Einbau von Zubehör, um die Betriebszuverlässigkeit Ihrer Maschinen zu verbessern (Kohlebürsten-Abnutzungsüberwachung, Staubabsaugung, etc.)
- Täglich erreichbare Unterstützung



## Werkzeuge und Zubehör

Mersen bietet Werkzeuge und Zubehör zur Optimierung der Kohlebürstenfunktion und zur Wartung von elektrischen Maschinen an:

- **CL-Profiler:**
  - Messung von Kommutator- / Schleifringrundlauf bzw. Rundlaufabweichungen
  - Induktive Sonde bei niedrigen Geschwindigkeiten
- **Elektronische Kraftmesser** für die Messung von Bürstenhalterdrucksystemen
- **Werkzeuge** für die Wartung der Oberflächen von elektrisch rotierenden Maschinen:
  - Schleifsteine, Bimssteine zum Einschleifen von Bürsten
  - Schaber und Kantenbrecher
- **Glimmerfräse oder -handauskratzer**
- **Stroboskope** für die Kontrolle von Schleifringen, Kommutatoren und Kohlebürsten auf Maschinen während des Betriebes
- **Kohlebürsten-Abnutzungsüberwachungssysteme**
- **Messgeräte zur Ermittlung der Oberflächen-Rauigkeit**
- **Komplette Werkzeugsätze für die Wartung von Schleifringen und Kommutatoren\***
  - 0-25 N – Kraftmesser zur Messung von Federdrücken
  - Batteriebetriebene Leuchtlupe zur Überprüfung von Patina und Kohlebürsten
  - Fühlblattlehre (11 Blätter) zur Messung von Kohlebürste / Bürstenhalterabständen
  - 0-150 mm-Messschieber zur Ermittlung von Kohlebürstenabmessungen
  - Isolierstab zur Auswertung von Kohlebürstenvibrationen
  - Schleifsteine

\* Bei Interesse nehmen Sie bitte Kontakt mit Mersen auf.

# Wie bestellt man Kohlebürsten

## Merkmale und Identifizierung

Eine Kohlebürste kann anhand von vier Merkmalen bestimmt werden:

- Die Teilenummer oder der Werkstoff, welcher auf der Bürste eingraviert ist (Material und mögliche Imprägnierungen)
- Form und Hauptabmessungen (siehe Punkt 3)
- Ausführungsvarianten und Armierung (siehe Punkt 3)
- Anwendungsbedingungen und Motoreigenschaften

Hierbei ist die Angabe der Mersen-Teilenummer (wenn vorhanden) die einfachste Art, um eine Bürste zu bestimmen

**Es gibt aber auch weitere Methoden um eine Kohlebürste zu bestimmen:**

### ZEICHNUNGSKATALOGE

Mersen kann Ihnen spezielle Kataloge mit Zeichnungen und Kohlebürstenreferenzen erstellen, die Sie in Ihrem Betrieb einsetzen. Anhand dieser Kataloge können Ihre Wartungstechniker Ihre Kohlebürsten ganz einfach bestimmen und Ersatz bestellen. Jede Kohlebürste wird mit einer Zeichnung und einer Teilenummer erfasst. Sie müssen bei Ihrer Bestellung nur die entsprechende Teilenummer angeben.

### IDENTIFIZIERUNG DURCH DEN BÜRSTENHALTER

Falls Sie mit einem Mersen Bürstenhalter arbeiten, müssen Sie nur die Type, die Maße "t x a" und den Kohlebürstenwerkstoff angeben.

Bei modularen Bürstenhaltern (Typen MONG, MOSPI) müssen Sie außerdem die Höhe des Halterkastens (N, B, H oder TH) angeben, die wiederum das Radialmaß der Kohlebürste bestimmt.

Die Stromseillänge, die von der Bürstenanordnung im Motor abhängig ist, muss zusammen mit dem Schraubendurchmesser des Kabelschuhs angegeben werden.

Für alle anderen Bürsten benötigen wir entweder ein Kohlebürstenmuster oder eine Bürstenhalterzeichnung, sowie die Motortype und -eigenschaften.

### KOHLEBÜRSTENMUSTER

Ein Kohlebürstenmuster (auch eine bereits benutzte Kohlebürste) erlaubt uns im Allgemeinen die Abmessungen - mit Ausnahme der Bürstenhöhe - zu bestimmen. Die Kohlebürstenlänge ist anhand der I.E.C.-Liste für den jeweiligen Bürstenhalter zu ermitteln und uns separat mitzuteilen.

### KOHLEBÜRSTEN-ZEICHNUNGEN (ODER SKIZZEN)

Zusätzlich zu den Anforderungen gemäß den Normen oder den Mersen Herstellungsstandards, gibt es nur wenige Spezifikationen, die notwendig sind, um eine Kohlebürsten-Zeichnung zu erstellen. Außer in Sonderfällen werden folgende Informationen nicht benötigt :

- Toleranzen der wichtigen Bürstenmaße und Stromseillänge
- Abmessung der Längsfasen
- Type und Dicke der Materialien, die für die Montage und Verbindungen notwendig sind
- Querschnitt und Zusammensetzung der Stromseile
- Stromseil und Kabelschuhverbindung
- Einstampftiefe der Stromseile in die Kohlebürste
- Abmessung des Kabelschuhs

## Lieferung

Gängige Kohlebürstentypen können innerhalb einer Woche oder unter gewissen Umständen („schnelle Fertigung“) sogar innerhalb eines Tages geliefert werden.

# FRAGEBOGEN

## ZUR BESTIMMUNG DES GEEIGNETEN BÜRSTENWERKSTOFFES

(Text entsprechend I.E.C. 136.3)

Firma .....	Name .....
Adresse .....	Telefon ..... Fax .....
Datum .....	E-Mail .....

**“Blaue Felder“ sind Pflichtfelder und notwendig, um die passende Bürste für Ihren Anwendungsfall zu bestimmen.**

### Informationen zur Maschine

- 1• Maschinenhersteller: .....
- 2• Maschinentyp: .....
- 3• Generator:  DC  AC – Motor:  DC  AC  
Reversierend:  ja  nein
- 4• Umformer:  DC - AC  AC - DC

	Nennwerte	Betriebswerte	
		Normal	Max.
5• DREHZAHL (U/min.)	.....	.....	.....
6• SPANNUNG (V)	.....	.....	.....
7• STROM (A)	.....	.....	.....
8• LEISTUNG (kW)	.....	.....	.....

- 9• Betriebsart .....
- 10• Betriebszyklus (einschl. Leerlauf in %): .....
- 11• Erregung:  Nebenschluss  Fremderregt  
 Reihenschluss  Doppelschluss
- 12• Maschinenausführung:  offen  geschlossen  ex
- 13• **KOHLEBÜRSTE-HERSTELLER UND QUALITÄT:** .....
- 14• Die Schleifringe sind  zwischen  außerhalb der Lager ?
- 15• Sind die Schleifringe gekapselt?  Ja  Nein

### Umgebungsbedingungen

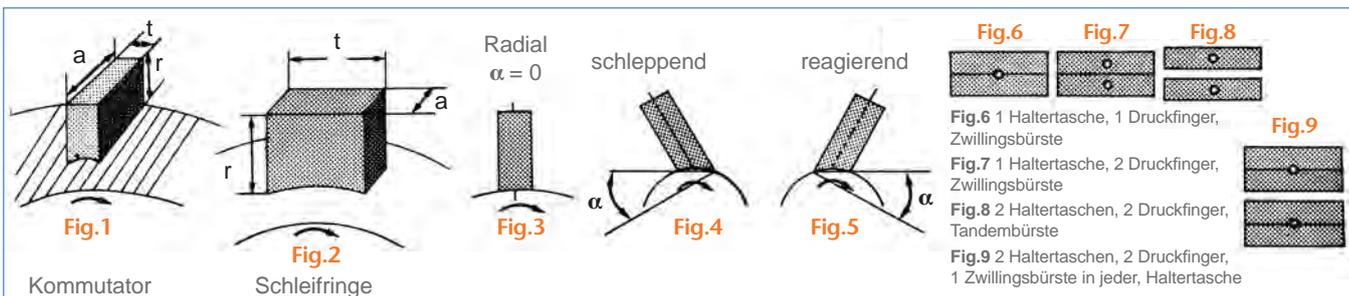
- 16• Art der Industrie .....
- 17• Umgebungstemperatur °C .....
- 18• Betriebstemperatur °C .....
- 19• Relative Luftfeuchtigkeit (%) .....
- 20• Öldämpfe .....
- 21• Korrosive Gase - Art? .....
- 22• Staub .....
- 23• Schwingungen? .....

### Betriebsbedingungen

- 24• Durchschnittliche Bürstenstandzeit (h) : .....
- 25• **PROBLEMBESCHREIBUNG, FALLS ZUTREFFEND** .....

Kommutator	Schleifringe
<b>DURCHMESSER :</b> .....	<b>DURCHMESSER :</b> .....
Anzahl Lamellen: .....	Breite: .....
Lamellenbreite: .....	<b>ANZAHL:</b> .....
Glimmerbreite: .....	<b>MATERIAL:</b> .....
<b>ANZAHL BAHNEN:</b> .....	<b>SPIRALNUT:</b> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<b>ANZAHL POLE:</b> .....	<b>BÜRSTEN PRO RING:</b> .....
<b>BÜRSTENABMESSUNGEN:</b> (Siehe Fig.1) t = ..... a = ..... r = .....	<b>BÜRSTENABMESSUNGEN:</b> (Siehe Fig.2) t = ..... a = ..... r = .....
<b>ANLAUFSCHRÄGE (α)</b> (schleppend oder reagierend): (Siehe Fig. 4 oder Fig. 5) α = ..... °	<b>ANLAUFSCHRÄGE (α):</b> (schleppend oder reagierend): (Siehe Fig. 4 oder Fig. 5) α = ..... °
<b>KOPFSCHRÄGE:</b> (Siehe Fig. 10, Seite 33) β = ..... °	<b>KOPFSCHRÄGE:</b> (Siehe Fig. 10, Seite 33) β = ..... °
<b>GETEILTE BÜRSTE?</b> <input type="checkbox"/> Fig 6 <input type="checkbox"/> Fig 7 <input type="checkbox"/> Fig 8 <input type="checkbox"/> Fig 9	<b>GETEILTE BÜRSTE?</b> <input type="checkbox"/> Fig 6 <input type="checkbox"/> Fig 7 <input type="checkbox"/> Fig 8 <input type="checkbox"/> Fig 9
Gestaffelte Bürstenanordnung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<b>STROM PRO RING:</b> .....
	.....A
	<input type="checkbox"/> DC <input type="checkbox"/> AC

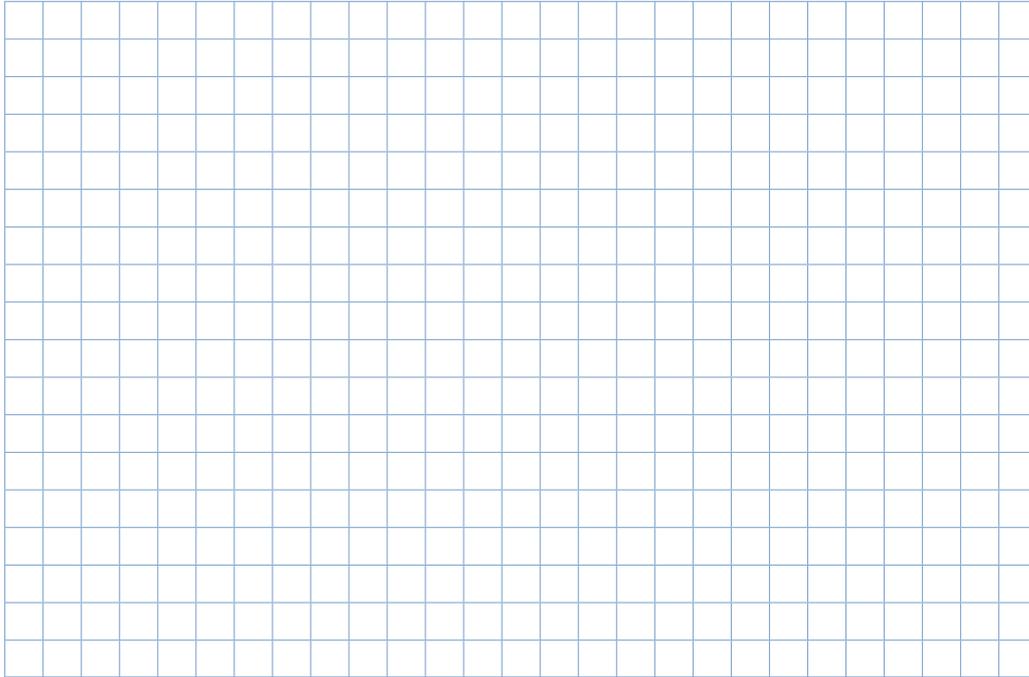
- 26• **Aussehen**  Kommutator  Schleifringe  
 gut  glänzend  matt  
 glatt  abgenutzt  gerillt  
 gleichmäßig  markiert  
 Markierungen:  gleichmäßig  unregelmäßig  verbrannt  
 Farbe:  hell  mittel  dunkel



Bitte füllen Sie dieses Blatt aus, damit wir die optimale Kohlebürste für Ihren Anwendungsfall bestimmen können.

BITTE SENDEN SIE UNS FALLS MÖGLICH EINE KOHLEBÜRSTE  
 (auch abgenutzt) oder eine detaillierte Skizze der Bürste mit Stromseil und Kabelschuh zu.  
 (Verwenden Sie bitte untenstehende Skizze, Fig. 10, als Vorgabe).

### Bemaßte Handskizze der bisher verwendeten Kohlebürste



Stromseillänge in mm	
----------------------	--

Schraubendurchmesser des Kabelschuhs in mm	
---	--

### Erforderliche Informationen zur Bestimmung einer Kohlebürstenausführung

Schraubendurchmesser  
des Kabelschuhs

Auflage, plan  
oder eingelassen

Winkel der Kopfschräge,  
falls vorhanden

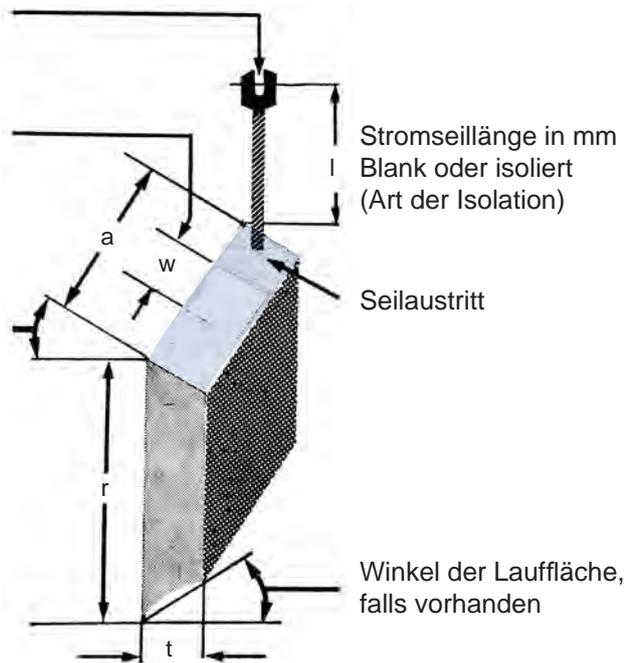
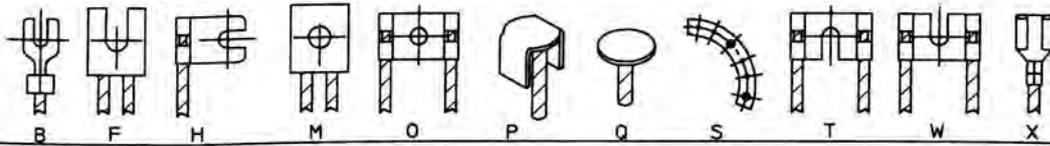


Fig.10

# STANDARD AUSFÜHRUNGEN

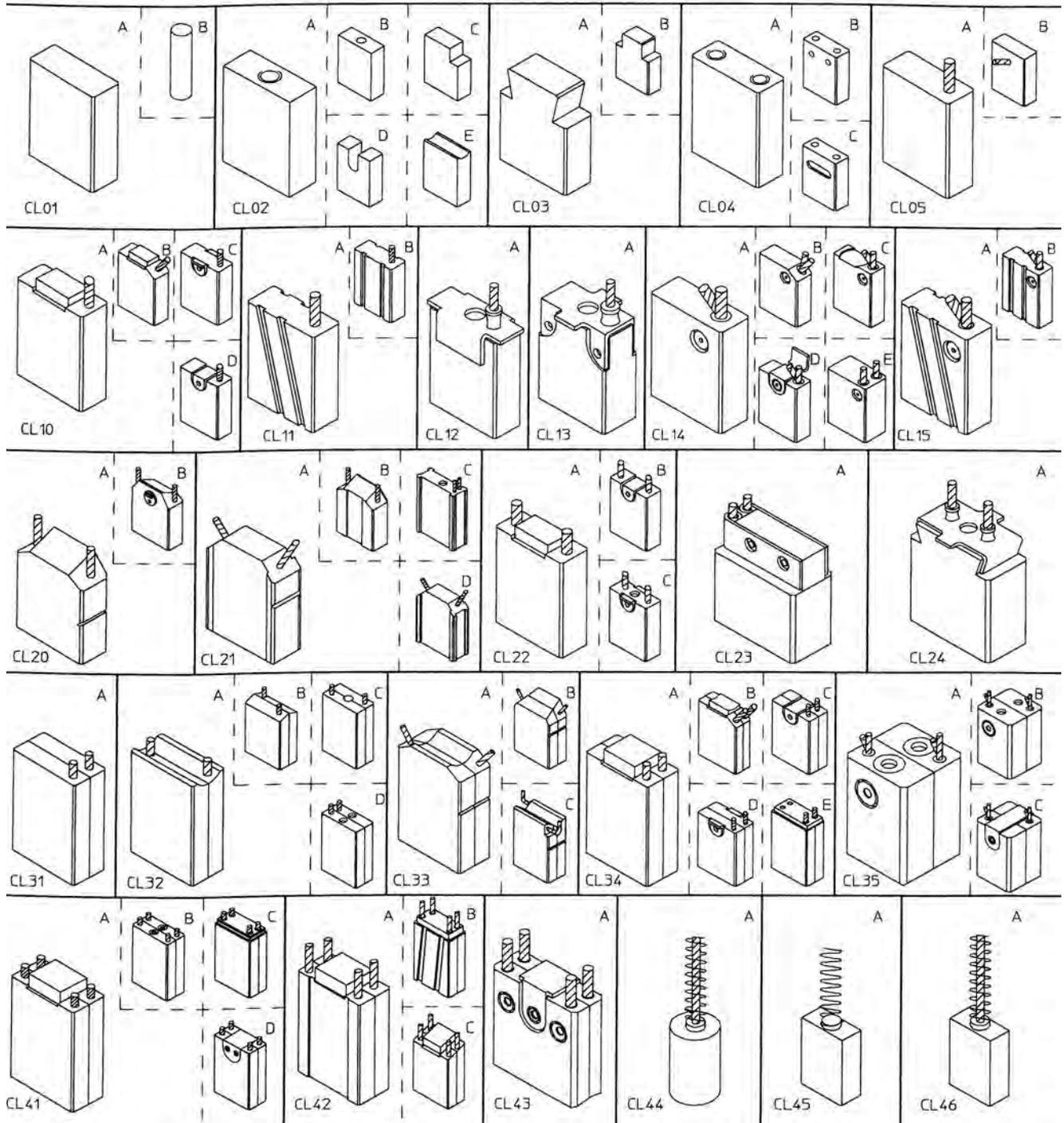
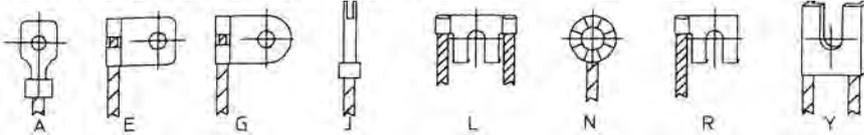
## FORMEN DER NEUEN KABELSCHUHE (EMPFEHLUNG)

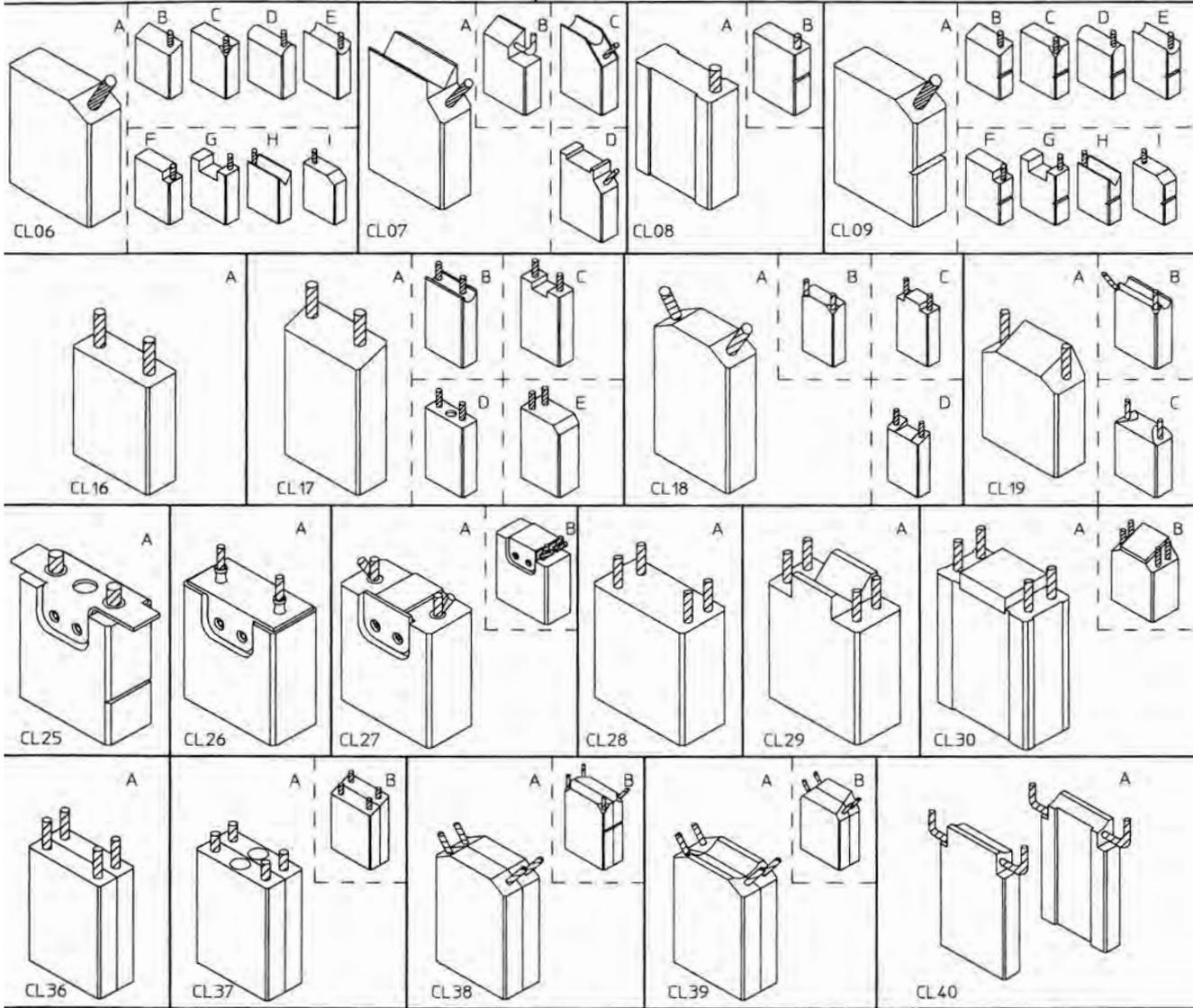
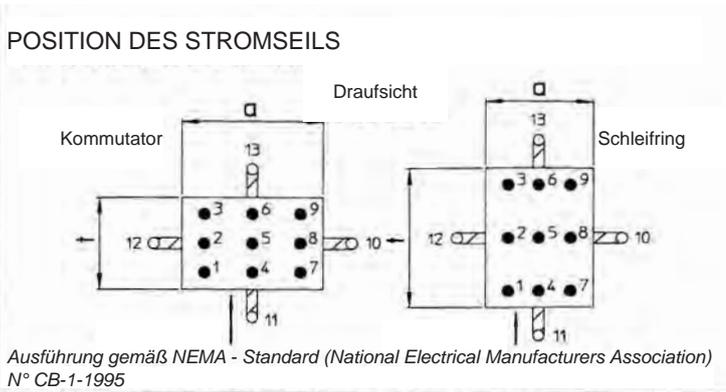
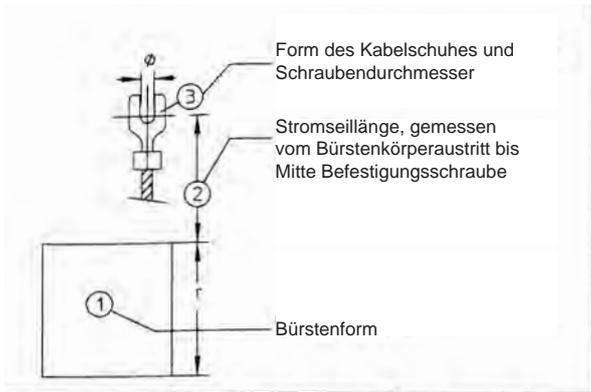


Sonderformen  
Kabelschuhe

Z

## FORMEN DER ALTEN KABELSCHUHE





SONDER-FORMEN

CL47

### SCHICHTBÜRSTEN

Kennzeichnung mit Nachsetzbuchstaben "S"

Achtung: Die Anzahl der Scheiben wird mit 2 multipliziert.

Die Zeichnungen entsprechen einer Form pro Kasten

z.B. Bürstenpaar 2 Kästen = 2 Formen

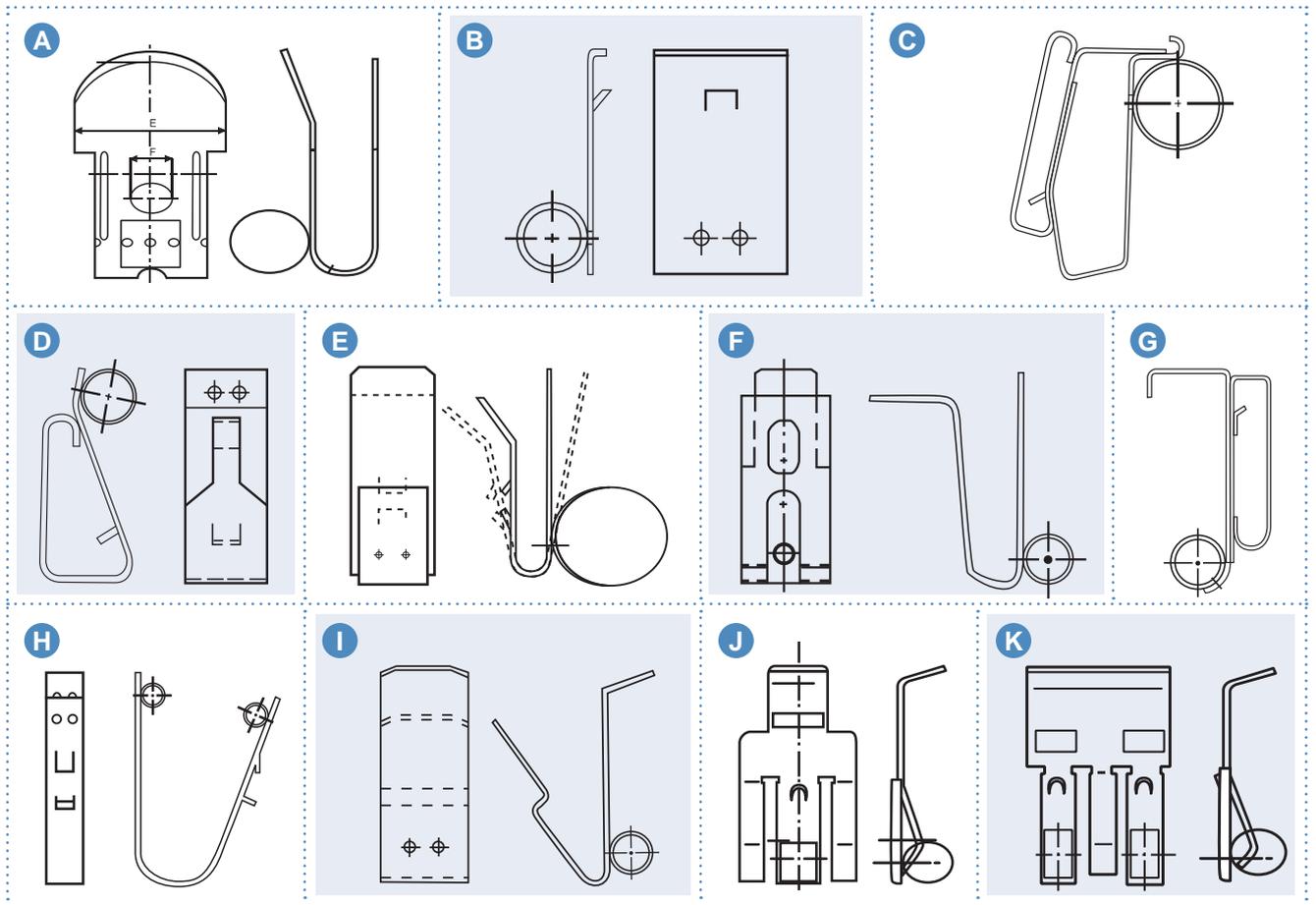
z.B. Zwillings-Bürste 1 Kasten = 1 Form

# FRAGEBOGEN

## ZUR BESTIMMUNG EINES BÜRSTENHALTERDRUCKSYSTEMS

Firma .....	Name .....
Adresse .....	Telefon ..... Fax .....
Datum .....	E-Mail .....

### Identifizierung der Federn und Federträger (europäische Modelle)



Geben Sie bitte den entsprechenden Buchstaben an:

Falls die gewünschte Feder nicht aufgeführt ist, skizzieren Sie umseitig die Form mit Vorder- und Seitenansichten oder senden Sie uns ein Muster. Mindestbestellmenge: 4 Stück

#### Maße und Eigenschaften

<b>Bürstengröße</b>	t ..... mm	a ..... mm	r ..... mm
<b>Feder</b>	Durchmesser: ..... mm	Breite: ..... mm	
<b>Federträger</b>	Breite: ..... mm	Höhe: ..... mm	Dicke: ..... mm
	Material: .....	Isolierung: .....	
<b>Bürstenhalter</b>	Breite: ..... mm	Länge: ..... mm	
	Maß vom Boden des Trägers bis zum Fixierzapfen: ..... mm		

#### Weitere Information

Gravierung auf dem Träger: .....	Menge: .....	Lieferung mit Bürsten	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
----------------------------------	--------------	-----------------------	--



## Verwendete technische Fachbegriffe

• Anfasung der Lamellenkanten .....	3, 29
• Ausrichtung einer Kohlebürste .....	4, 18
• Bakelit - Graphit - Kohlebürsten .....	11, 15, 23
• Biegefestigkeit .....	14, 15
• Bürstenhalter .....	4, 22
• Carbographit - Kohlebürsten .....	10, 14, 23
• Einschleifen der Bürstenlauffläche .....	22
• Elektrographit - Kohlebürsten .....	9, 14, 23
• Glimmer, Vertiefung der Glimmerisolation .....	3, 23, 28, 29, 30
• Imprägnierung .....	9, 12
• Kohlebürsten aus Graphit mit Kunstharzbindung .....	11, 15, 23
• Kohlebürstenabmessungen "t", "a", "r" .....	18
• Kohlebürstenanpressdruck .....	4, 5, 6, 13, 16, 17, 22, 23
• Kohlebürstenstaffelung .....	5
• Kommutierung / Stromwendung .....	3, 5, 6, 11, 26, 29
• Korrosive Gase .....	7, 25
• Luftfeuchtigkeit .....	5, 6, 7, 25
• Maximallast, Unterlast, Überlast .....	4, 6, 25, 27
• Metallgehalt (Werkstoff) .....	12, 15
• Metallgraphit - Kohlebürsten .....	12, 15, 23
• Naturgraphit - Kohlebürsten .....	10, 15, 23
• Oberflächenrauigkeit .....	3, 4, 22, 23, 29
• Oberflächenzustand des Kommutators /Schleifringes .....	6, 7, 19, 22
• Öle und Kohlenwasserstoffe .....	7, 25, 27
• Patina .....	5, 6, 7, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30
• Reibwert "μ" .....	4, 6, 7
• Rundlauf .....	3, 4, 23, 25, 29
• Schichtkohlebürsten .....	5, 6, 20
• Schichtkohlebürsten aus unterschiedlichen Werkstoffen .....	5, 20
• Schwingungen .....	5, 9, 11, 12, 13
• Shore - Härte .....	14, 15
• Spannungsabfall / Kontaktspannungsabfall .....	5
• Spezifische Dichte .....	14, 15
• Spezifische Stromdichte .....	6, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17
• Spezifischer Widerstand .....	6, 14, 15
• Staub .....	6, 7, 8, 29
• Stromverteilung .....	4, 5, 6
• Temperatur .....	5, 9, 11, 12, 13
• Umfangsgeschwindigkeit .....	4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 23
• Unrundheit .....	3, 4, 23, 25, 29
• Zwillingskohlebürste .....	5, 20



Zusätzlich zu diesem Technischen Leitfaden stehen weitere Dokumente zur Verfügung. Bitte nehmen Sie mit uns Kontakt auf.

#### TECHNISCHE DATENBLÄTTER VON MERSEN

- AE-TDS/01** Einflussgrößen auf das Laufverhalten einer Kohlebürste
- AE-TDS/02** Oberflächenzustand von Schleifringen und Kommutatoren - Rauigkeit
- AE-TDS/03** Kantenbrechen der Kommutatorlamellen - Spiralnutung der Schleifringe
- AE-TDS/04** Toleranzen für die Abmessungen "t" und "a" von Kohlebürsten und Bürstenhalter
- AE-TDS/05** Bürstenverluste
- AE-TDS/06** Einstellung der Bürstenbrücke auf die neutrale Zone
- AE-TDS/07** Schichtbürsten
- AE-TDS/08** Vorbeugende Wartung
- AE-TDS/09** Vorgeschobene oder gestaffelte Kohlebürsten
- AE-TDS/10** Riefen auf Schleifringen
- AE-TDS/11** Bürstendruck
- AE-TDS/12** Belüftung
- AE-TDS/13** Aussehen der Patina
- AE-TDS/14** Bürstenfeuer
- AE-TDS/15** Bürstenverschleiß
- AE-TDS/16** Normung der Bürstenabmessungen
- AE-TDS/17** Luftfeuchtigkeit
- AE-TDS/18** Entfettung von Kollektoren und Schleifringen
- AE-TDS/19** Einschleifen von Kohlebürsten
- AE-TDS/20** Kohlebürsten für Schleifringe
- AE-TDS/21** Brücken aus Kupfer zwischen den Kommutatorlamellen (Kupferschieben)
- AE-TDS/22** Abbildungen von Kohlebürsten auf Schleifringen von Synchronmaschinen (ghosting)
- AE-TDS/23** Silikone
- AE-TDS/24** Verschleiss-Staub der Kohlebürsten
- AE-TDS/25** Unterbelastete Maschinen



Mersen ist ein internationaler Experte in Sachen Werkstoffe und Lösungen unter extremen Einsatzbedingungen sowie in Sachen Sicherheit und Zuverlässigkeit elektrischer Anlagen und Geräte.

#### Unsere Märkte:

- **Energie:** • Windkraft • Wasserkraft • Photovoltaik • Atomenergie • Konventionelle Wärmekraftwerke • Öl & Gas
- **Transportwesen:** • Schiene • Luft- und Raumfahrt • Häfen und Seefahrt • Elektrofahrzeuge
- **Elektronik:** • Polysilizium • Leistungselektronik • Halbleiter • Verbindungshalbleiter • Herstellung optischer Fasern
- **Chemikalien und pharmazeutische Produkte:** • Organische Chemikalien • Anorganische Chemikalien • Feinchemikalien und Pharmazeutika
- **Prozessindustrien:** • Metallurgie • Bergbau • Öl & Gas • Zement • Papier und Zellstoff • Gummi & Kunststoff • Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung • Baugruppenfertigung • Formenbau • Glasindustrie • Sintern • Ofenindustrie
- **Sonstige Märkte:** • Handel • Wohnungsmarkt • Datenkommunikation • Aufzüge • Gabelstapler





**MERSEN**  
*Expertise, our source of energy*

### **EIN GLOBAL PLAYER**

Ein internationaler Experte in Sachen Werkstoffe und Lösungen für extreme Einsatzbedingungen, sowie in Sachen Sicherheit und Zuverlässigkeit von elektrischen Anlagen und Geräten, entwirft und entwickelt innovative Lösungen für die speziellen

Anforderungen und Bedürfnisse seiner Kunden, damit diese ihre Produktionsprozesse in Branchen wie beispielsweise der Energie-, Transport-, Elektronik-, Chemikalien-, Pharmazeutik und Prozessindustrie optimieren können.

[www.mersen.com](http://www.mersen.com)