

TRANSPORT

MERSEN
Expertise, our source of energy

STROMABNEHMER
TECHNISCHER
LEITFADEN



- Schleifleisten
- Schleifschuhe 3. Schiene



1

EINLEITUNG: WAS BEDEUTET STROMABNAHME? S. 3

2

STROMABNAHME MIT HILFE VON SCHLEIFLEISTEN-SYSTEMEN S. 4

Auswahl des Graphitmaterials für die Schleifleisten an Oberleitungen S. 5

- Spannungsarten S. 5
- Wie wird der richtige Werkstoff für eine Schleifleiste ausgewählt? S. 6
 - Abzunehmender Strom S. 6
 - Lineare Betriebsstromdichte S. 6
 - Stromstärke bei Stillstand S. 7
- Mersen-Werkstoffe für die Schleifleiste an Oberleitungen S. 8
- Warum gibt es eine Grenze für den Kupfergehalt? S. 9
- Warum werden niedrige Temperaturen benötigt? S. 9

Ausführungen von Schleifleisten S. 10

Lebensdauer von Schleifleisten S. 11

3

STROMABNAHME MIT HILFE VON SCHLEIFSCHUH-SYSTEMEN S. 12

Merkmale von Schleifschuhen (CCD) S. 13

Mersen-Werkstoffe für Schleifschuhe S. 13

Ausführungen von Schleifschuhen S. 14

4

INFORMATIONEN ZU WERKSTOFFEN ZUR STROMABNAHME S. 15

Übersicht über die Herstellung von Graphitwerkstoffen S. 15

Die Vorteile von Graphitwerkstoffen für die Stromabnahme S. 16

Wesentliche Einflussfaktoren auf die Leistung von Schleifleisten oder Schleifschuhen S. 17

Typische Beispiele für Schleifleisten im Einsatz S. 18

5

MERSENS ANGEBOTE FÜR DIE STROMABNAHME S. 20

Unser Lösungsportfolio S. 20

Garantien für unsere Kunden S. 20

Ein dauerhaft innovativer Ansatz S. 21

6

ANLAGEN S. 22

Wie können Schleifleisten oder Schleifschuhe bestellt werden? S. 22

Schleifleisten für Stromabnehmer - Checkliste S. 23/24

Schleifschuhe - Checkliste S. 25/26

Profilausführungen der Graphitmaterialien S. 27

Trägerprofile S. 28

WAS BEDEUTET STROMABNAHME?

01

Elektrische Lokomotiven, U-Bahnen und Straßenbahnen benötigen im Betrieb elektrische Energie. **Die Energieübertragung muss sicher und zuverlässig** sein, sowohl zum Betrieb der Hilfssysteme bei Stillstand, als auch für die Antriebsenergie beim Fahren.

Die Leistungsübertragung erfolgt entweder über eine Oberleitung oder über auf dem Boden verlegte Stromschienen.

ES GIBT 2 ARTEN VON STROMABNEHMERN:

Pantographen Systeme

- Eisenbahnen (elektrische Lokomotiven, elektrische Triebzüge)
- Schienenverkehrssysteme (Stadtbahnen, Straßenbahnen, einige U-Bahnen)



© Leonid Andronov | Dreamstime.com

Schleifschuh Systeme (3- oder 4- Schienensysteme)

- Schienenverkehrssysteme (U-Bahnen, Stadtbahnen)
- Einschienenbahn (GB)



© Richie0703 | Dreamstime.com

02

STROMABNAHME MIT HILFE VON SCHLEIFLEISTEN-SYSTEMEN

4

Der für den Antrieb der elektrischen Antriebsmotoren benötigte Strom wird über die auf dem Pantographen verbauten Schleifleisten von den Oberleitungen abgenommen.

Oberleitungssysteme dienen zur Stromversorgung einer elektrischen Einheit, wie z.B. einer elektrischen Lokomotive oder eines elektrischen Triebzuges (EMU), die mit Pantographen ausgestattet sind.

Ein **Pantograph** ist ein Gelenkarmsystem, welches auf dem Dach der Lokomotive montiert ist. Dieses kann entlang einer vertikalen Achse ausgeklappt werden. Seine Aufgabe ist es, die Energie von der Oberleitung zum elektrischen Triebfahrzeug zu übertragen. Die Hauptkomponenten eines Pantographen sind ein Träger, ein Arm, ein Stromabnehmerkopf und der entsprechende Antrieb.



Einholmpantograph

© Contact srl



Zweiholmpantograph

© Meoita Dreamstime.com

Es gibt zwei Ausführungen von Pantographen: Einholm und Zweiholm.

Der heute gebräuchlichste Pantographentyp ist die **Einholmausführung**, die ein kompakteres und reaktionsfähigeres Design für den Einsatz bei hohen Geschwindigkeiten bietet.

Der Einholmpantograph findet in allen Bereichen Anwendung, von langsamen Stadtbahnsystemen bis hin zu Hochgeschwindigkeitszügen (z.B. TGV).

Der Pantograph wird typischerweise an Oberleitungssystemen mit einem oder zwei Fahrdrähten betrieben, wobei die Gleisschienen als Rückleitung dient.

Die Stromabnahme erfolgt über **Schleifleisten** am Pantographenkopf. Ihre Anzahl und Art hängt von der Höhe des zu übertragenden Stromes sowie vom Zustand der Oberleitungen ab.

Die Schleifleisten müssen so ausgewählt und ausgelegt sein, dass sie den Anforderungen an die Stromübertragung sowohl bei Betrieb, als auch bei Stillstand des Fahrzeuges gerecht werden.

AUSWAHL DES GRAPHITMATERIALES FÜR DIE SCHLEIFLEISTEN AN OBERLEITUNG EN

SPANNUNGSARTEN

Hochspannung AC

- 25 kV bei 50 oder 60 Hz
- 15 kV bei 16 2/3 Hz

	Hoch Geschwindigkeit	Standard
Leistung der Lokomotive	8-20 MW	4-10 MW

➔ Es werden hauptsächlich reine Graphitwerkstoff verwendet
 Imprägnierte Materialien können auf minderwertigen
 Oberleitungssystemen eingesetzt werden.

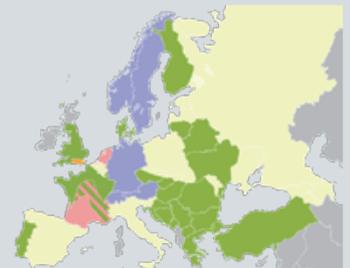
Niederspannung DC

- 3,0 kV
- 1,5 kV

	Hoch Geschwindigkeit	Standard
Leistung der Lokomotive	8-12 MW	3-4 MW

➔ Es werden metall- oder metallimprägnierte Werkstoffe eingesetzt
 Einige ältere, schwere Güterzuglokomotiven verwenden reine Kupferschleifleisten, die
 nach und nach durch metallimprägnierte Werkstoffe ersetzt werden.

Beispiel für die Verbreitung
 beider Spannungsarten in
 Europa:



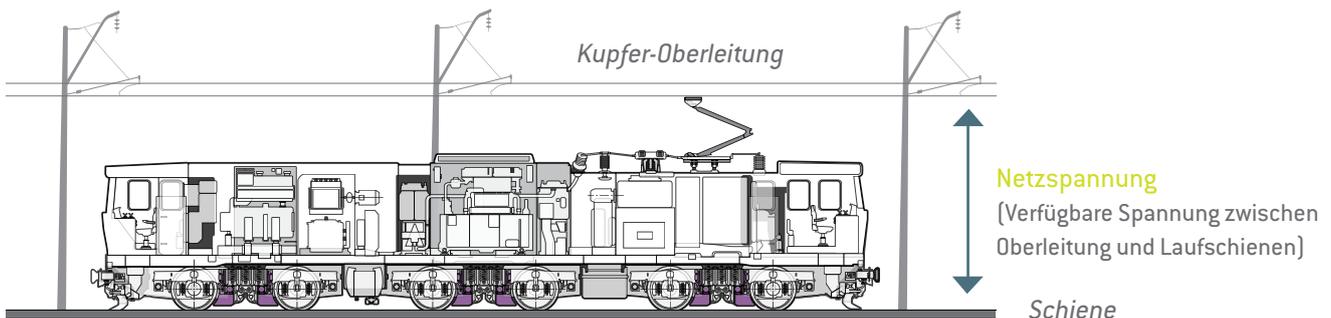
Hochspannung AC

- 25 kV AC
- 15 kV AC

Niederspannung DC

- 3 kV DC
- 1,5 kV DC
- 750 V DC
- 1,5 kV + 25kV

©@wikimedia



WIE WIRD DER RICHTIGE WERKSTOFF FÜR EINE SCHLEIFLEISTE AUSGEWÄHLT?

1 Als erster Parameter muss der abzunehmende Strom berücksichtigt werden

Der abzunehmende Strom ist von der Leistung der Lokomotive und der Netzspannung abhängig.

$$\text{Abzunehmender Strom (A)} = \frac{\text{Leistung der Lokomotive (W)}}{\text{Netzspannung (V)}}$$



Bei niedriger Spannung ist die Stromstärke hoch

Die Leistung der Lokomotive ist ein fester Wert. Daher gilt:

- Eine höhere Spannung bedeutet eine geringere Stromstärke
- Eine niedrigere Spannung bedeutet eine höhere Stromstärke

Entweder berechnen wir den abzunehmenden Strom nach obiger Formel, oder wir entnehmen diesen Wert aus den von Kunden gelieferten Spezifikationen.

Die Stromstärke ist einer der Parameter zur Berechnung der linearen Betriebsstromdichte (j).

Der interessantere Wert ist der von jeder einzelnen Schleifleiste (I_p) abgenommene Strom. Dies bedeutet, dass es notwendig ist, die Stromstärke durch die Anzahl der aktiven Schleifleisten zu dividieren.

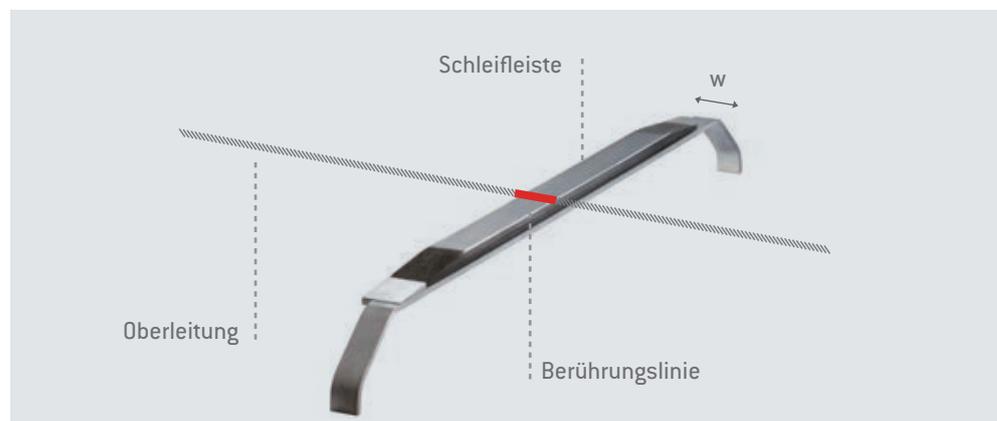
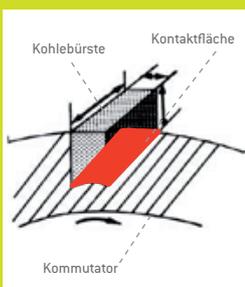
2 Der Schlüsselparameter für die Auswahl des Werkstoffes ist die lineare Betriebsstromdichte (j)

Die lineare Betriebsstromdichte (j) beschreibt den Strom, der durch die Berührungslinie zwischen der Schleifleiste und der Oberleitung fließt.

Sie wird in A/mm angegeben.

HINWEIS!

Für Kohlebürsten wird die spez. Stromdichte in (A/cm^2) angegeben



WIE WIRD DER RICHTIGE WERKSTOFF FÜR EINE SCHLEIFLEISTE AUSGEWÄHLT?

Ein Schlüsselparameter für die Auswahl des Werkstoffes ist die lineare Betriebsstromdichte "j" der Schleifleisten.

Berechnung von "j" für Ihre Anwendung

j wird nach folgender Formel berechnet:

$$j = \frac{n}{k} \times \frac{I_p}{w}$$

j	Permanente, lineare Stromdichte der Schleifleiste (A/mm)
n	Stromverteilungsfaktor n = 1,0 falls 1 Schleifleiste pro Pantograph n = 0,6 falls 2 Schleifleisten pro Pantograph n = 0,4 falls 3 Schleifleisten pro Pantograph n = 0,3 falls 4 Schleifleisten pro Pantograph
k	Oberleitungsfaktor k = 1,0 bei einer Oberleitung k = 1,5 bei zwei Oberleitungen
I _p	Dauerbetriebsstrom pro Pantograph (A)
w	Breite der Schleifleiste (mm)



Der Stromverteilungsfaktor ist zur Anpassung der Stromverteilung zwischen mehreren Schleifleisten, die auf dem selben Pantographen montiert sind, heranzuziehen.

Die Stromstärke der ersten Schleifleiste ist größer als auf der zweiten. Daher muss der Werkstoff anhand dieser ungünstigen Situation ausgewählt werden. Im Falle von zwei Schleifleisten entfällt beispielsweise 60% des Gesamtstromes eines Pantographen auf die erste Schleifleiste.

3

Der letzte zu berücksichtigende Parameter ist die Stromstärke bei Stillstand

Nach der Vorauswahl eines Werkstoffes, welcher das Kriterium der Betriebsstromdichte erfüllt, muss dieser nun noch die Bedingungen bei Stillstand erfüllen.

Die Stromstärke bei Stillstand ist netzabhängig. Sie hängt von der auf die Schleifleiste ausgeübten Kraft sowie der durch den Netzbetreiber erlaubten Maximaltemperatur ab. (weitere Informationen zu den benötigten Temperaturen finden Sie auf Seite 9 dieses Leitfadens).

Mersen unterzieht seine Werkstoffe entsprechenden Tests bei Stillstand. Die erhaltenen Werte können der Tabelle auf Seite 8 entnommen werden.

Um die vollständigen technischen Datenblätter zu erhalten, senden Sie bitte eine E-Mail an info.frankfurt@mersen.com.

MERSEN WERKSTOFFE FÜR SCHLEIFLEISTEN AN OBERLEITUNGEN

Alle Graphitwerkstoffe wurden mit dem Ziel, einer maximalen linearen Betriebsstromdichte standzuhalten, entwickelt. Um den richtigen Werkstoff auszuwählen, muss die maximale, permanent lineare Stromdichte herangezogen werden (j_{\max}).

Die empfohlenen j_{\max} Werte für jeden Mersen Werkstoff sind in der unten stehenden Tabelle aufgeführt (Spalte „maximale lineare Betriebsstromdichte“).

Mersen hat eine breite Palette von Graphitwerkstoffen entwickelt, um selbst den schwierigsten Betriebsbedingungen gerecht zu werden. Wir empfehlen unseren Kunden, sich mit unserem technischen Kundendienst in Verbindung zu setzen, um den am besten geeigneten Werkstoff auszuwählen

Die folgende Tabelle zeigt die Hauptmerkmale¹ unserer 4 gängigsten Graphitwerkstoffe.

WERKSTOFF	Beschreibung	j_{\max} Maximale lineare Betriebsstromdichte ² [A/mm]	Relative Dichte [g/cm ³]	Elektrischer Widerstand [$\mu\Omega\cdot m$]	Biegefestigkeit [MPa]	Charpy-Zähigkeit [kJ/m ²]
			Nach IEC60413	Nach IEC60413	Nach IEC60413	Nach ISO179-1
AR129	reiner Kohlenstoff	6	1,70	30,0	30	0,8
P5696	metall- imprägniert (22 % Cu)	12	2,25	6,0	70	1,2
P2805	metall- imprägniert (28 % Cu)	19	2,40	3,5	70	2,2
P3210	metall- imprägniert (32 % Cu)	22	2,50	2,2	85	2,5

¹ Richtwerte

² Die Werte wurden ermittelt, indem die Werkstoffe am Kontaktpunkt mit der Oberleitung einer Temperatur von 160° C ausgesetzt wurden..

Unser technischer Kundendienst steht Ihnen für alle Fragen zur Verfügung.

E-mail: info.frankfurt@mersen.com

WARUM GIBT ES EINE GRENZE FÜR DEN KUPFERGEHALT?

Der Kupfergehalt wird durch die technischen Anforderungen der Anwendung wie folgt begrenzt:

- Durch das maximale Gewicht der Schleifleisten, die dynamische Stabilität des Pantographen sowie eine minimale Lichtbogenbildung müssen gewährleistet werden.
- Durch die maximale Temperatur im Stillstand (weitere Erklärungen siehe nachfolgend)

Diese zwei Anforderungen sind jedoch widersprüchlich!

Um das Gewicht der Schleifleiste gering zu halten, muss die Dichte des imprägnierten Werkstoffes gering sein

➔ Niedriger Kupfergehalt

Um die Temperatur der Oberleitung gering zu halten, muss der Widerstand des imprägnierten Werkstoffes niedrig sein

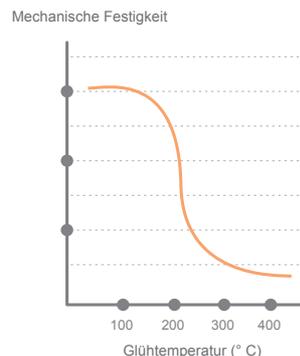
➔ Hoher Kupfergehalt

WARUM WERDEN NIEDRIGE TEMPERATUREN BENÖTIGT?

Hohe Temperaturen beeinträchtigen die mechanische Festigkeit der Oberleitung.

- Das gebräuchlichste Material für Oberleitungen ist CuAl (Elektrolytkupfer)
- Seine mechanische Festigkeit halbiert sich bei Temperaturen von über 200°C (siehe nebenstehende Abbildung)

➔ Gefahr eines Oberleitungsschadens



Die schwierigsten thermischen Bedingungen bestehen bei Stillstand mit Betrieb der Hilfsantriebe (Klimaanlage, Licht, Lüftung, Heizung, etc.)



Die standardmäßige Anforderung für Oberleitungstemperaturen bei Stillstand liegt in der Regel bei maximal 110° C*

* Kann je nach Kundenanforderungen variieren

AUSFÜHRUNGEN VON SCHLEIFLEISTEN

Eine Schleifleiste besteht aus einem Graphit- oder einem metallimprägnierten Werkstoff, welcher auf einem Trägerprofil montiert ist.

Die Aufgabe des Trägerprofils besteht darin, den Werkstoff zu stützen, ein Verbiegen zu verhindern und den Strom zu übertragen. Der Träger kann aus Aluminium, verzinktem Stahl oder Kupfer gefertigt sein, um Witterungseinflüssen und Stößen standzuhalten.



HINWEIS!

Unser Portfolio an geklebten Schleifleisten ist gemäß DIN6701 zertifiziert (Deutsche Norm bezüglich der Verklebung von Bauteilen, welche in Schienenfahrzeugen eingesetzt werden).

Schleifleiste für ein ADD-System



Mit dieser Vorrichtung kann der Pantograph abgesenkt werden, wenn es zu einer Beschädigung der Schleifleiste kommt.

Der Pantograph wird pneumatisch an die Oberleitung gedrückt. Wenn die Schleifleiste zu einem gewissen Grad verschlissen oder schwer beschädigt ist, reduziert sich der Luftdruck und der Stromabnehmerkopf sinkt nach unten. So werden weitere Schäden vermieden.

GELÖTETE SCHLEIFLEISTE

- Elektrolytische Behandlung des Graphitwerkstoffes mit Kupfer, um das Löten zu erleichtern



GEKLEBTE SCHLEIFLEISTE

- Diverse Leichtmetallprofile (Aluminium)
- Korrosionsbeständig
- Kupferbeschichtung



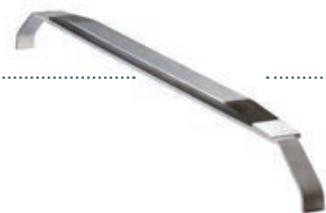
SCHLEIFLEISTE NACH KASPEROWSKI-DESIGN (auch kupferverkleidete Schleifleiste genannt)

- Trägermaterial: Kupfer
- Aufbau: Die Schleifleiste ist geschweißt und gecrimpt
- Die Stromübertragung erfolgt durch den Kupfermantel der Schleifleiste
- Kohlenstoff dient als Schmiermittel
- Anwendung bei hohen mechanischen und elektrischen Anforderungen



SCHLEIFLEISTE MIT INTEGRIERTEM HORN

- Einfache Montage und Demontage



SCHLEIFLEISTE FÜR DAS AUTOMATIC DROPPING DEVICE (ADD)-SYSTEM

- An die meisten Schleifleisten anpassbar
- Stoß- und/oder Verschleißerkennung



LEBENSDAUER VON SCHLEIFLEISTEN

Der Verschleiß der Schleifleisten wird durch drei Faktoren beeinflusst:

- Elektrischer Verschleiß
- Mechanischer Verschleiß
- Umwelteinflüsse

Weiterhin wird die Lebensdauer von Schleifleisten beeinflusst durch:

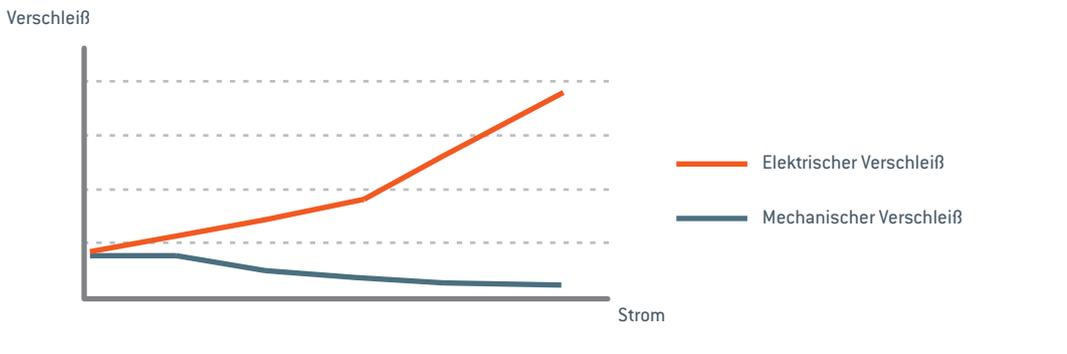
- Das Design des Pantographen und des Pantographenkopfes
- Das Design der Schleifleiste

Elektrischer Verschleiß

- Strombelastung
- Bremsstromrückführung

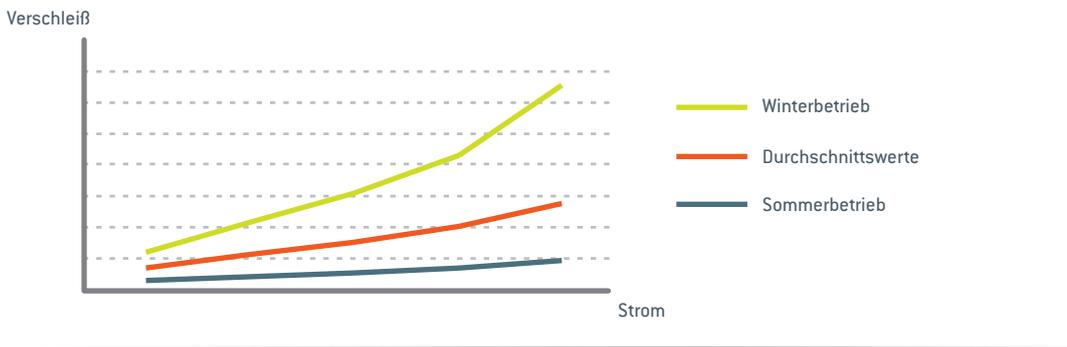
Mechanischer Verschleiß

- Geschwindigkeit des Fahrzeuges
- Anpressdruck
- Schwingungen der Oberleitung
- Zustand der Oberleitung
- Aufbau des Gleisbettes
- Mischbetrieb mit Metallleisten



Umwelteinflüsse

- Umwelteinflüsse (Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Eis/Raureif, Salznebel, etc.)



Betrieb mit einer Stromschiene (3. Schiene)

Eine Stromschiene (3. Schiene) ist ein System zur Stromversorgung von Zügen durch einen starren Leiter, der entlang oder zwischen den Schienen eines Eisenbahngleises verlegt wird.

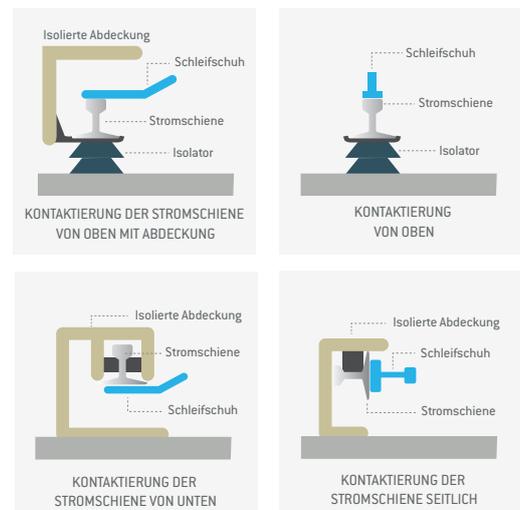
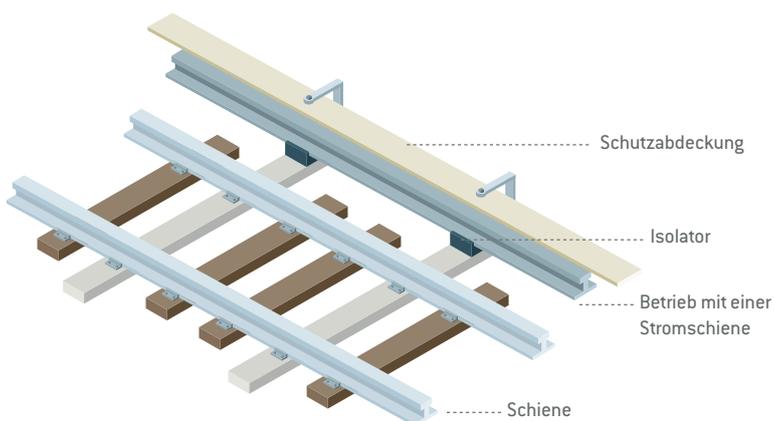
Dieses System wird typischerweise im Nah- und Fernverkehr eingesetzt.

Dank ihres großen Querschnittes kann die Stromschiene hohe Stromstärken führen. Diese Methode wird angewandt, wenn keine Oberleitung installiert werden kann.

Stromschienen sind kompakter als Oberleitungen und können in Tunneln mit kleinerem Durchmesser eingesetzt werden, was einen wichtigen Faktor für U-Bahn-Systeme darstellt.

Stromschienensysteme können als Ober-, Unter- oder Seitenkontakt ausgeführt werden (siehe Bild unten).

Der Strom wird übertragen, indem der Schleifschuh entlang der Stromschiene kontaktiert. Der Stromkreis wird durch den Kontakt zwischen dem Laufrad und der Laufschiene (Gleis) geschlossen. Achserdungseinrichtungen sind erforderlich.



Betrieb mit zwei Stromschienen (4. Schiene)

Die Londoner U-Bahn (GB) ist eines der wenigen Netze, die ein System mit zwei Stromschienen nutzen. Der Strom wird übertragen, indem der eine Schleifschuh mit der ersten Stromschiene und der zweite Schleifschuh mit der zweiten Stromschiene kontaktiert, wodurch der Stromkreis geschlossen wird. Einige Systeme haben auch einen stromlosen Erdungsschuh, der dafür sorgt, dass der Triebwagen das gleiche Potenzial wie die Erde besitzt.

Spannungsunterbrochene Stromversorgung

Hierbei handelt es sich um eine moderne Methode zur Stromabnahme für Straßenbahnen über eine Stromschiene. Die Stromschiene ist in kurzen Abschnitten aufgebaut. Jeder dieser Abschnitte wird nur dann mit Strom versorgt, wenn der Zug darüber fährt. Daher führt die Schiene keine Spannung und ist sicher für Fußgänger und Tiere.

MERKMALE VON SCHLEIFSCHUHEN (3. UND 4. SCHIENE)

BEZÜGLICH DER FOLGENDEN ANWENDUNGEN...

- Häufige Stopps
- Häufiges Beschleunigen und Abbremsen
- Mehrfaches regeneratives Bremsen
- Hohe Staubbelastung



...MÜSSEN SCHLEIFSCHUHE 4 HAUPTKRITERIEN ERFÜLLEN:

- Beständigkeit gegen mechanische Stöße
- Hohe Start- und Stoppstrombelastbarkeit
- Gute Gleiteigenschaften
- Keine Beschädigung der Stromschiene

MERSEN WERKSTOFFE FÜR SCHLEIFSCHUHE

WERKSTOFF	Beschreibung	Dichte [g/cm ³] <i>Nach IEC60413</i>	Elektrischer Widerstand [μΩ.m] <i>Nach IEC60413</i>	Biege- festigkeit [MPa] <i>Nach IEC60413</i>	Charpy- Zähigkeit [kJ/m ²] <i>Nach ISO179-1</i>
AR129	reiner Graphitwerkstoff	1,70	30,0	30	0,8
P6252	metall- imprägnierter Werkstoff [22 % Cu]	2,25	6,0	70	1,2

Richtwerte

Um die vollständigen technischen Datenblätter zu erhalten, senden Sie bitte eine E-Mail an info.frankfurt@mersen.com.

AUSFÜHRUNGEN VON SCHLEIFSCHUHEN

Ein Schleifschuh besteht aus einem Werkstoffprofil, welches auf einem Träger montiert ist.

Die Aufgabe des Trägers ist es, den Stromabnehmer vor Stößen zu schützen, ein Verbiegen zu verhindern und Strom zu leiten.

Das Trägermaterial kann aus Aluminium, Edelstahl oder Kupfer hergestellt sein.

AUSFÜHRUNG MIT METALLENDSTÜCK

- Aufbau: Metallendstücke
- Anwendung: Einsatz bei einem neuen System, um eine Patina aufzubauen oder bei Stromschienen in schlechtem Zustand zur Reinigung der Oberfläche durch den Bronzekontakt.



AUSFÜHRUNG GELÖTET

- Aufbau: gecrimpt und gelötet
- Anwendung: alle Netze.



AUSFÜHRUNG IN GUSS

- Aufbau: eingegossene Graphiteinsätze
- Anwendung: bei neuen Schienen zur Erzeugung einer Patina oder zur Reinigung von Schienen in schlechtem Zustand durch den Bronzekontakt



Gewinner des
Innovationspreises

i-trans

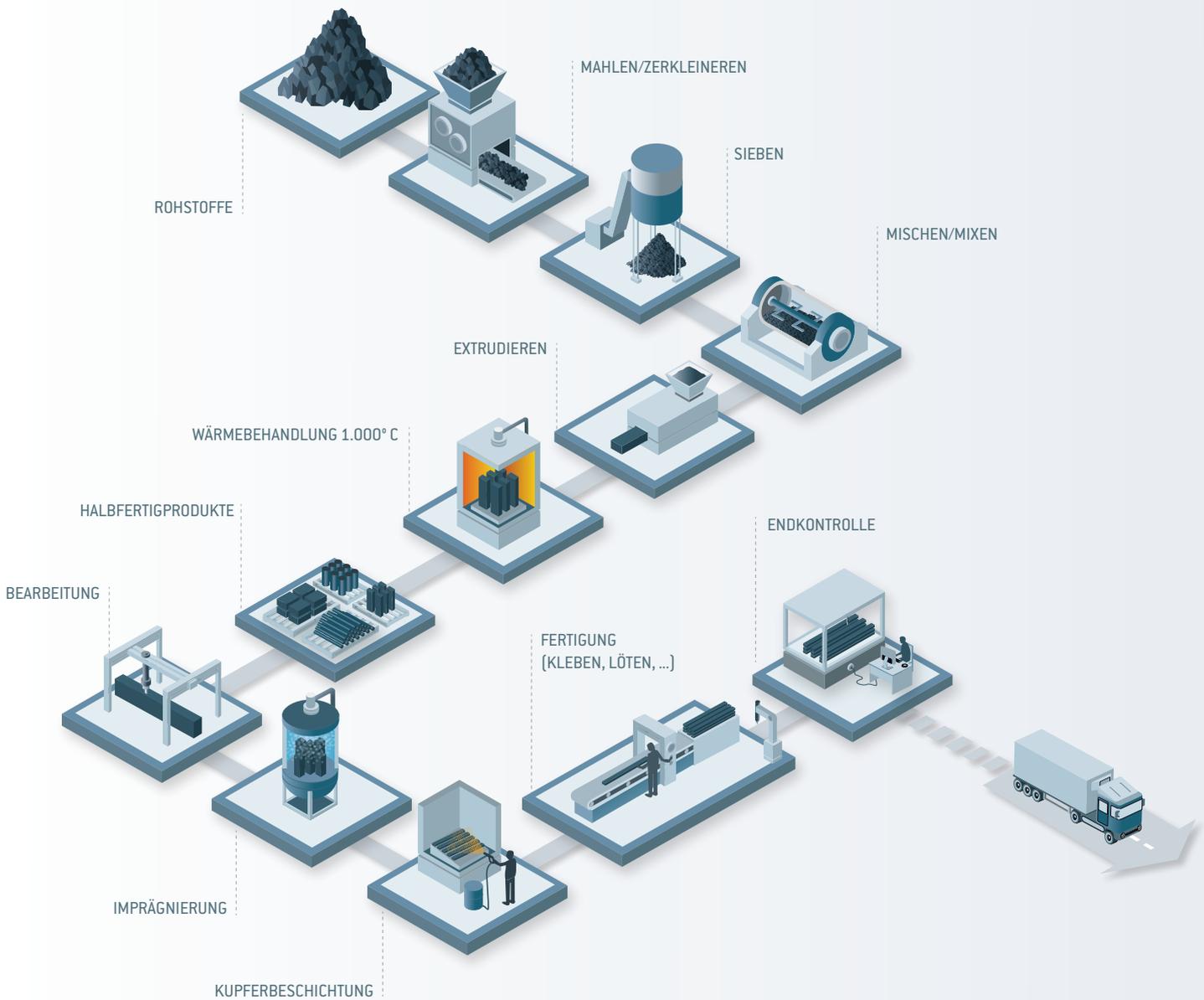


EcoDesign

- Aufbau: gecrimpt
- Anwendung: alle Netze.
- Nur Austausch der verschlissenen Schleifstücke
- Keine Korrosion des Trägers und der Schrauben
- Hervorragende Beständigkeit gegen Stöße, Vibrationen und mechanische Belastungen



HERSTELLUNGSVERFAHREN VON WERKSTOFFEN ZUR STROMABNAHME



DIE VORTEILE VON GRAPHITWERKSTOFF FÜR DIE STROMABNAHME

Stahl-, Gusseisen-, Kupfer- oder Bronzeschuhe können aufgrund ihrer relativ hohen Masse die Stromschienensysteme beschädigen.

Graphitwerkstoffe haben gegenüber Metallwerkstoffen viele Vorteile für das System. Infolgedessen wurden weltweit immer mehr Bahn-, Straßenbahn- und Trolleybussysteme auf Graphitwerkstoffe umgestellt.

DIE VORTEILE VON GRAPHITWERKSTOFFEN BEI DER STROMÜBERTRAGUNG

Reibungsverhalten und Selbstschmierung

- Wegfall oder Reduktion der Schmierung
- Längere Lebensdauer für Oberleitung und Schiene aufgrund des Aufbaus einer Patina
- Eine Graphitschicht verhindert das Vereisen der Stromschiene
- Reduktion der Wartungskosten

Sehr geringe Funkenbildung

- Reduktion von Lichtbögen
- Reduzierte Brand- oder Funkenschäden
- Vermeidung von Funkstörungen

Gewichtsreduktion

- Stabiler Kontakt
- Bessere Stromabnahme

Widerstand

- Bei hohen Temperaturen: keine Neigung zum Schmelzen, auch nicht nach längerer Stillstandstrombelastung
- Beständig gegenüber Temperaturschwankungen
- Beständig gegenüber chemischen Einwirkungen

Weitere Vorteile

- Gute elektrische und thermische Leitfähigkeit
- Funktionsfähigkeit bei hohen Geschwindigkeiten (300 km/h) und schneller
- Zu vernachlässigende Geräusche der Reibflächen
- Hohe Korrosionsbeständigkeit

WESENTLICHE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE LEISTUNG VON SCHLEIFLEISTEN ODER SCHLEIFSCHUHEN

1 ÜBERLAST

Die technischen Datenblätter zu unseren Werkstoffen geben Auskunft über die empfohlene maximale lineare Stromdichte (j_{\max}). Diese Stromdichte kann für eine kurze Zeit überschritten werden. Längerer Betrieb bei Überlast kann zu technischen Beeinträchtigungen führen. Die Stromstärke bei Stillstand ist normalerweise ein Auswahlkriterium für den Werkstoff.

2 ANPRESSDRUCK

Der Anpressdruck wird durch die Spezifikationen des Pantographen bestimmt und muss regelmäßig überprüft werden.

- Ein zu geringer Anpressdruck kann zu Überhitzung, Funkenbildung und damit zu hohem Verschleiß der Schleifleiste führen.
- Ein zu hoher Anpressdruck kann zu mechanischer Beschädigung und einem erhöhten Verschleiß der Schleifleiste führen.

3 GEWICHT DER SCHLEIFLEISTE

Das Gewicht des Stromabnehmerkopfs wird vom Hersteller des Pantographen bestimmt. Ein geringes Gewicht ist für einen guten Kontakt zwischen Schleifleiste und Oberleitung von großer Bedeutung. Falls der Stromabnehmerkopf zu schwer ist, sorgt dies für einen instabilen Kontakt und eine verkürzte Lebensdauer der Schleifleiste.

4 LÄNGE DER SCHLEIFLEISTE

Eine zu geringe Länge der Schleifleiste kann zu Beeinträchtigungen bei der Stromübertragung führen. Andererseits kann das Gewicht der Schleifleiste problematisch sein und eine reduzierte Länge erfordern.

5 FALSCHES MONTAGE DER SCHLEIFLEISTE

Eine falsche Montage kann zu einem reduzierten elektrischen Kontakt und damit zur Überhitzung oder Ablösung des Werkstoffes vom Trägermaterial führen.

6 MISCHBESTÜCKUNG VON WERKSTOFFEN

Es wird davon abgeraten, reine Graphitwerkstoffe mit metallimprägnierten Werkstoffen gemeinsam auf einem Triebwagen zu verwenden. Es wird außerdem davon abgeraten, Werkstoffe verschiedener Hersteller zu mischen, da sich die mechanischen und elektrischen Materialeigenschaften voneinander unterscheiden.

7 WITTERUNGSEINFLÜSSE

Schleifleisten müssen vielen unterschiedlichen Witterungseinflüssen standhalten. Leistung und Lebensdauer werden von der Witterung beeinflusst. Beispielsweise kann die Bildung von Eis auf Oberleitungen oder Stromschienen zu kurzzeitigen Kontakttrennungen und damit zu Lichtbogenschäden führen. Mersen bietet für diese extremen Bedingungen spezielle Winterschleifleisten an.

8 ZUSTAND DER OBERLEITUNGEN

Der Zustand der Oberleitungen und fehlende Wartung beeinflussen die Kontaktqualität zwischen Oberleitung und Schleifleiste. Beispielsweise erhöht eine raue Oberleitung den Werkstoffverschleiß und kann mechanische Schäden verursachen. Der Einsatz von metallimprägnierten Schleifleisten kann zu einer erhöhten Rauheit der Oberleitung führen.

9 ZUSTAND DER OBERLEITUNGSANLAGE

Ungleichmäßiger Verschleiß entlang der Schleifleiste oder Rillenbildung kann eine Folge einer schlechten Oberleitungslage sein. Sobald sich im Werkstoff Rillen gebildet haben, wird die Bewegung der Oberleitung eingeschränkt und diese so mechanischen Belastungen ausgesetzt.

TYPISCHE BEISPIELE FÜR SCHLEIFLEISTEN IM EINSATZ

Art der Abnutzung

Gleichmäßige Oberfläche, glänzend, etwas porös und Verschleißstreifen

Verbrannte Werkstoffoberfläche

- Länger andauernde Überlast
- Schäden durch Lichtbögen

Überprüfen Sie die Eigenschaften des Werkstoffes bezüglich Eignung im Betrieb und bei Stillstand.

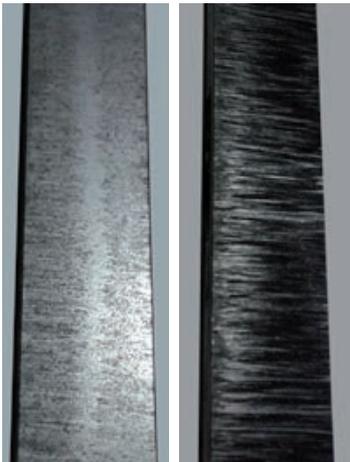
Siehe „Wesentliche Einflussfaktoren auf die Leistung von Schleifleisten oder Schleifschuhen/Überlast“ auf der vorherigen Seite

Mechanische Beschädigung oder Verlust der Schleifleiste

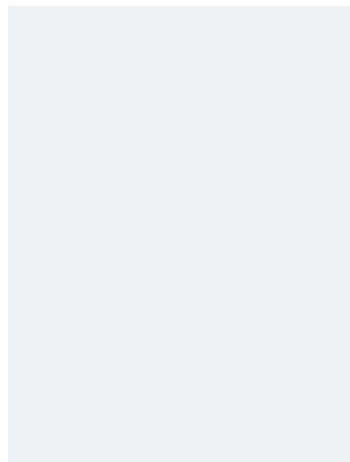
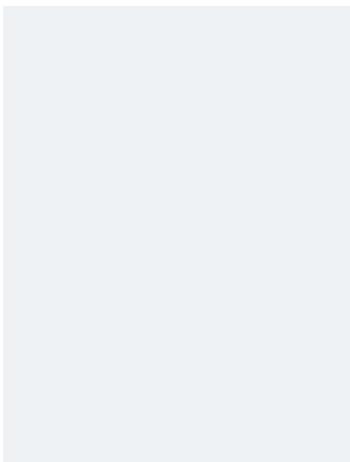
- Mechanische Stöße
- Anpressdruck
- Witterungseinflüsse
- Zustand der Oberleitung
- Befestigungsart
- Falsche Montage
- Hohe Temperatur

Siehe „Wesentliche Einflussfaktoren auf die Leistung von Schleifleisten oder Schleifschuhen“ auf der vorherigen Seite

Abnutzungen, die den Betrieb der Schleifleiste nicht beeinträchtigen



Abnutzungen, die den Betrieb der Schleifleiste beeinträchtigen



TYPISCHE BEISPIELE FÜR SCHLEIFLEISTEN IM EINSATZ

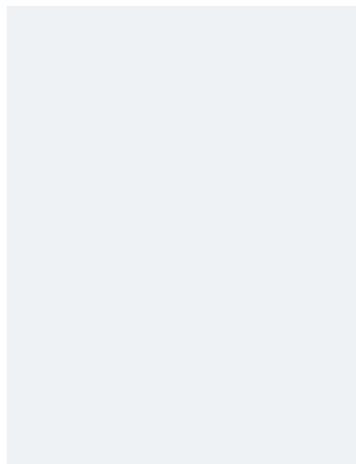
Schäden am Trägerprofil

- Schäden durch Lichtbögen
- Schlechter Kontakt zwischen dem Werkstoff und dem Trägerprofil (Hotspots)
- Schlechter Stromfluss (Verbrennungen am Trägerprofil)

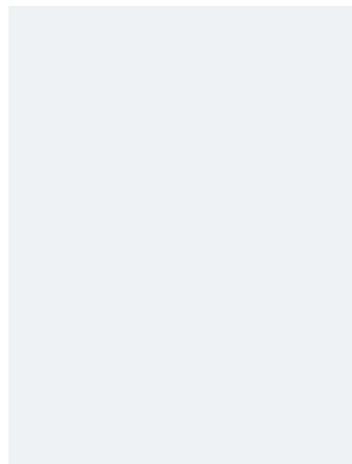


Ungleichmäßiger Verschleiß längs der Schleifleiste

- Es wird nicht die gesamte Oberfläche genutzt
- Schlechter Zustand der Oberleitungen und der Oberleitungsanlage
- Zustand des Spannungsnetzes



Korrosion



UNSER LÖSUNGSPORTFOLIO

- Große Auswahl an Werkstoff- und Trägerprofilen (siehe Seiten 27 und 28)
- Extrusionsgeformte und maschinenbearbeitete Werkstoff
- Reine Graphit- oder metallimprägnierte (Kupfer) Werkstoffe, ALLE BLEIFREI
- Trägerprofil aus Aluminium, Kupfer oder Stahl
- Gecrimpte, gelötete, geklebte oder geschweißte Schleifleisten
- Integrierte Endhörner möglich
- Mit ADD-System zur Verschleiß- oder Fehlererkennung
- Schleifleiste nach Kasperowski-Design (kupferverkleidet)
- Große Auswahl an Schleifschuhen
- EcoDesign Schleifschuhe (Demontage- und Recyclingsysteme)

WIR GARANTIEREN UNSEREN KUNDEN:

✓ ZUVERLÄSSIGKEIT

- Mechanische Stabilität
- Sichere Stromabnahme
- Korrosionsbeständigkeit
- Fehlererkennung

✓ LÄNGERE LEBENSDAUER DER SCHLEIFLEISTE, DER OBERLEITUNG UND DER STROMSCHIENE

- Geringes Gewicht
- Geringer Reibungskoeffizient
- Hohe Brandfestigkeit

✓ ELEKTRISCHE BELASTBARKEIT

- Gute Stromverteilung innerhalb der Schleifleiste
- Geringer Stromverlust

✓ UMWELTFREUNDLICHE LÖSUNGEN

- EcoDesign-Lösungen
- Geräuscharm
- Bleifreie Werkstoffe
- Keine Funkstörungen

✓ WARTUNGSFREUNDLICHE LÖSUNGEN

- Einfache Montage und Demontage
- Mit integrierten Endhörnern

Unser technischer Kundendienst steht Ihnen für alle Fragen zur Verfügung.

E-Mail:
info.frankfurt@mersen.com

EIN DAUERHAFT INNOVATIVER ANSATZ

Bei Mersen wird Innovation durch die enge Zusammenarbeit mit unseren Kunden angetrieben. Unser Verständnis der Herausforderungen, Einsatzgebiete und Anwendungen sowie unsere Fähigkeit, hochkomplexe und einzigartige Komponenten zu entwickeln, die den Anforderungen der führenden Unternehmen in jedem unserer Märkte gerecht werden, sichern unseren kontinuierlichen Erfolg.

Unsere Forschungs- und Entwicklungsteams sind international aufgestellt und arbeiten in Verbindung mit unseren gut ausgestatteten Labors an einer Vielzahl von Bereichen in unserem Geschäftsfeld, sodass wir schon heute den Anforderungen des Marktes von morgen gerecht werden können.

Testeinrichtungen für die Schleifleisten und Schleifschuhe

- Thermische Eigenschaften der Schleifleisten /des Schleifschuhes unter elektrischer Last
- Dehnungs- und Kontraktionstests bei extremen Temperaturen
- Biegetests
- Infrarot Thermographietests für ADD-Geräte
- Scherfestigkeitstest
- Tests zur mechanischen Belastbarkeit
- Elektrische Widerstandstests
- Thermische Einflüsse bei Überhitzung der Oberleitung



Unter den Experten von Mersen gibt es einige Mitglieder des CENELEC (Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung) und der IEC. Auf Wunsch können unsere geklebten Schleifleisten nach EN50405 (CENELEC) zertifiziert werden.



Von Forschung und Entwicklung hin zur Praxis

Motiviert durch die immer weiter steigenden Anforderungen rüstete Mersen den Hochgeschwindigkeitszug aus, der 2007 den Geschwindigkeitsweltrekord brach. Der französische TGV, welcher 574,8 km/h (357 mph) erreichte, war mit Mersens Schleifleisten und Achserkennungseinrichtungen ausgestattet.



Umweltschutz war immer schon ein wichtiges Anliegen für Mersen. Aus diesem Grund verbinden wir innovatives und ökologisches Denken.

Mersen hat einen neuen EcoDesign Schleifschuh entwickelt und patentieren lassen, welcher Komponenten für Mehrfachnutzung, Aufarbeitung und Recycling enthält.

Partnerschaften

Mersen baut Partnerschaften mit Universitäten, Labors, OEMs und anderen Kunden auf, um innovative Lösungen, die sich an den Bedürfnissen des Marktes orientieren, entwickeln zu können.

Gewinner des Innovationspreises



WIE KÖNNEN SCHLEIFLEISTEN ODER SCHLEIFSCHUHE BESTELLT WERDEN?

Die 4 Hauptparameter von Schleifleisten und Schleifschuhen

■ TEILENUMMER UND WERKSTOFF SIND AUF DER SCHLEIFLEISTE ODER DEM SCHLEIFSCHUH EINGRAVIERT

■ ABMESSUNGEN

- Länge
- Breite
- Höhe
- Radius
- Form

■ DESIGN

- Trägerprofil
- Kabelverbindung
- Flachkopfanschlüsse
- ADD-System

■ FERTIGUNG

- Gecrimpt
- Gelötet
- Geklebt
- Nach Kasperowski-Design (kupferverkleidet)

Unser technischer Kundendienst steht Ihnen zur Beantwortung aller Fragen zur Verfügung.

E-mail:
info.frankfurt@mersen.com

Es gibt noch weitere Möglichkeiten, eine Schleifleiste oder einen Schleifschuh zu definieren:

- **Ein Beispielexemplar**, auch wenn es abgenutzt ist, ermöglicht es uns in der Regel, die Ausführung und die Abmessungen zu bestimmen. Dies gilt mit Ausnahme der Schleifleistenhöhe.
- **Eine Zeichnung**

Partnerschaften

Die Daten zur Anwendung helfen unseren Experten bei der Auswahl des für Ihre Anforderungen am besten geeigneten Werkstoffes.

SCHLEIFLEISTEN FÜR PANTOGRAPHEN CHECKLISTE

● **Kunde:**

Name:

E-Mail:

Telefon:

● **Name des Projekts:**

● **Einsatzland:**

● **Fahrzeugtyp:** Locomotive Straßenbahn EMU

Technische Informationen, die für die Ausführung einer Schleifleiste erforderlich sind:

● **Oberleitung:**

Einfach Doppelt

Spannung		kV
Querschnitt der Oberleitung		mm ²

● **Pantograph:**

Hersteller		
Anzahl Triebfahrzeuge		Stk.
Anzahl Stromabnehmer pro Triebfahrzeug		Stk.
Anzahl Schleifleisten pro Pantograph		Stk.
Anpresskraft an der Oberleitung - im Stillstand		N
Anpresskraft an der Oberleitung - bei Betrieb		N

● **Maximale Stromaufnahme pro Pantograph:**

Stillstand		A	Permanent		
		A	Peak	Bitte geben Sie die Maximaldauer der Peaks an:	_____ min
Betrieb		A	Permanent		
		A	Peak	Bitte geben Sie die Maximaldauer der Peaks an:	_____ min

● **Betriebsbedingungen:**

EN50125 Klasse T1 Klasse T2 Klasse T3 Klasse TX

Oder spezifisch: Temperatur Min: _____ °C
Temperatur Max: _____ °C



SCHLEIFLEISTEN FÜR PANTOGRAPHEN CHECKLISTE

● **ADD (Automatic Dropping Device):**

Verschleißerkennung Stoßerkennung

Minimaler Luftdurchsatz		ℓ/min
Betriebsdruck des Pneumatikkreises		Bar minimum
		Bar maximum
Minimale Luftleckage zur Auslösung des ADD		ℓ/min

● **Art der Verbindung zwischen Werkstoff- und Trägerprofil:**

- Gelötete Schleifleiste
 Geklebte Schleifleiste
 Gecrimpte Schleifleiste
 Schleifleiste nach Kasperowski-Design (kupferverkleidet)

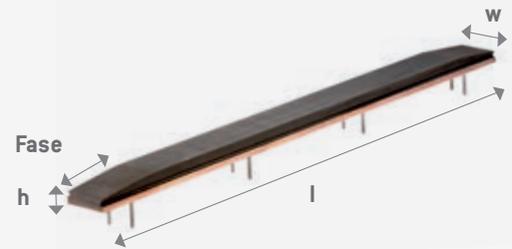
● **Mit integrierten Endhörnern:** Ja Nein

● **Form der Schleifleiste:**

- Flach
 Radius : 10m 20m Andere _____ (bitte angeben)
 Schwalbenschwanz _____ mm (bitte angeben)
 Fase, falls ja, bitte Winkel _____° und Länge _____ mm angeben

● **Abmessungen der Schleifleiste:**

- Länge (l): _____ mm
 Höhe (h): _____ mm
 Breite (w): _____ mm



● **Maximalgewicht der Schleifleiste:** _____ kg

● **Werkstoff:** _____

● **Referenz Ihrer Zeichnung:** _____ (mit der Checkliste versenden)

● **Technische Daten:** Nein Ja (mit der Checkliste versenden)

● **Muster:** Nein Ja Menge: _____ Stück

● **Internationale Zertifizierungsstandards:**

EN50405 STI DIN6701 Andere _____ (bitte angeben)

● **Schleifleistenbedarf pro Jahr:** _____ Stück pro Jahr



SCHLEIFSCHUHE CHECKLISTE

● **Kunde:**

Name:

E-Mail:

Telefon:

Adresse:

● **Name des Projekts:**

● **Einsatzland:**

● **Art:** Leistungsübertragung Signalübertragung

Technische Informationen, die für die Auslegung eines
Schleifschuhs erforderlich sind:

● **Eine oder zwei Stromschienen:**

Material der Schiene: Stahl Aluminium

Zustand: Bitte angeben, ob die Stromschiene beschädigt ist _____

● **Maximale Stromaufnahme pro Schleifschuh:**

Betrieb		A	Permanent	
		A	Peak	Bitte geben Sie die Maximaldauer der Peaks an: _____ min

● **Betriebsbedingungen:** Feuchtigkeit

● **Verschleißerkennungsgrenze:** Ja Nein

● **Art der Verbindung zwischen Werkstoffprofil und Trägerprofil:**

Gelöteter und gecrimpter Schleifschuh

EcoDesign Schleifschuh

● **CCD-Form:**

Schwalbenschwanz _____ mm (bitte angeben)

Fase. falls ja, bitte Winkel _____° und Länge _____ mm angeben

Verschleißmarkierung? Wenn ja, bitte Höhe angeben _____ mm

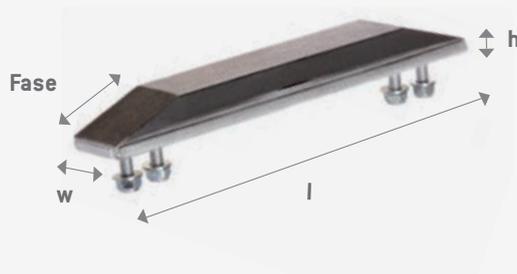


SCHLEIFSCHUHE CHECKLISTE

26

● Abmessungen Schleifschuh:

- Länge (l): _____ mm
- Höhe (h): _____ mm
- Breite (w): _____ mm

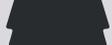
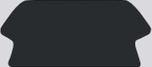
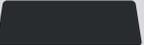
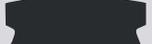
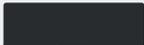
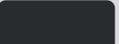
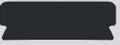
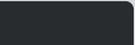
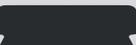
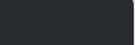


- **Werkstoff:** _____
- **Referenz Ihrer Zeichnung:** _____ (mit der Checkliste versenden)
- **Technische Daten:** Nein Ja (mit der Checkliste versenden)
- **Muster:** Nein Ja Menge: _____ Stück
- **Schleifschuhbedarf pro Jahr:** _____ Stück pro Jahr



WERKSTOFFPROFILE

STANDARDFORMEN

A	B	C	D	E	F	K
 A30-200	 B30-255	 C36-260	 D15-225	 E48-320	 F22-215	 K59-225
 A30-240	 B30-300	 C36-260G	 D27-170	 E59-270	 F24-200	
 A35-220	 B33-230G	 C37-230	 D40-240	 E59-295	 F27-190	
 A35-220G	 B40-250	 C38-220	 D41-290	 E59-295G	 F27-200	
 A41-220	 B60-260G	 C42-260		 E59-295		
 A50-260		 C50-180		 E59-320G		
 A60-220		 C60-220				
 A60-260						

Das sind unsere Standard-Werkstoffformen. Wir können jedoch auch auf individuelle Anfragen hin entwerfen und produzieren. Fragen Sie unsere Experten.



WAS BEDEUTEN DIESE ANGABEN?

- Buchstabe = Form
- Erste zwei Ziffern: minimale Kontaktbreite mit der Oberleitung in mm
- Letzte drei Ziffern = Gesamthöhe in mm x 10
- G (falls anwendbar) = Rille (falls vorhanden)

TRÄGERPROFILE

GEKLEBTE SCHLEIFLEISTEN

U	V	W	X
 U61-250L	 V35-155L	 W46-150L	 X31-195L
	 V35-180L	 W50-150	 X47-174L
	 V57-150L		 X56-167L
	 V61-150L		



WAS
BEDEUTEN
DIESE
ANGABEN?

- Buchstabe = Form
- Erste zwei Ziffern = maximale Breite des Werkstoffes in mm
- Letzte drei Ziffern = Höhe zwischen dem Trägerboden und der Unterseite der Schleifleiste in mm x 10
- L (falls anwendbar) = Flügel (falls vorhanden)

Das sind unsere Standard-Trägerprofile. Wir können jedoch auch auf individuelle Anfragen hin entwerfen und produzieren. Fragen Sie unsere Experten.



FACHBEGRIFFE IN DIESEM LEITFADEN

● Anpressdruck.....	10, 11, 17, 18
● Ausführungen von Schleifleisten.....	10
● Ausführungen von Schleifschuhen.....	14
● Betrieb mit einer Stromschiene (3. Schuh).....	3, 12-14, 16, 17
● Dauerbetriebsstrom pro Schleifleiste (I_p).....	7
● EcoDesign - Schleifschuh.....	14, 21
● Elektrischer Triebzug (Electrical Multiple Unit, EMU)	3, 4
● Geklebte Schleifleiste.....	10
● Gelötete Schleifleiste.....	10, 14
● Graphitwerkstoff.....	5, 6, 8, 13, 15-17, 20
● Kupferbeschichtete Schleifleiste.....	10
● Kupferimprägnierte Werkstoffe	5, 9
● Länge der Schleifleiste.....	17
● Lebensdauer von Schleifleisten.....	11, 16, 17
● Maximale lineare Stromdichte (j_{max}).....	6-8, 17
● Oberleitung.....	3-12, 17
● Oberleitungsanlage.....	17, 19
● Oberleitungs- und Schleifleistentemperatur.....	8, 9, 16, 18, 21
● Reiner Graphitwerkstoff.....	8, 13
● Schleifleisten.....	3, 4-7, 9-11, 16, 17, 21
● Schleifleistenaufbau.....	15, 17, 18, 21
● Schleifleiste für Automatic Dropping Device (ADD).....	10
● Schleifleistengewicht.....	9, 16, 17
● Schleifleiste mit integriertem Endhorn.....	10
● Schleifleiste nach Kasperowski-Design.....	10
● Spannung.....	5, 6, 12
● Stillstandstrom.....	4, 7, 9, 17, 18, 21
● Stromabnahme.....	3-7, 8, 11, 12, 16-19
● Stromschiensysteme (3. und 4. Schuh).....	3, 12
● Stromübertragung.....	3, 4, 12
● Trägerprofile.....	10, 14, 19, 27
● Überlast.....	17, 18
● Verschleiß- und Stoßerkennung.....	10, 11, 14, 16, 17, 18-19
● Witterungseinflüsse	17, 18
● Zustand des Spannungsnetzes.....	5, 6, 17, 19

LISTE DER TECHNISCHEN DATENBLÄTTER VON MERSEN

(auch erhältlich unter WWW.MERSEN.COM)

WEITERE DOKUMENTE BEZÜGLICH DEM PORTFOLIO VON MERSEN KÖNNEN AUF ANFRAGE BEREITGESTELLT WERDEN. BITTE NEHMEN SIE MIT UNS KONTAKT AUF.

TDS/01	EINFLUSSGRÖßEN AUF DAS LAUFVERHALTEN EINER KOHLEBÜRSTE.	TDS/14	BÜRSTENFEUER
TDS/02	OBERFLÄCHENZUSTAND VON SCHLEIFRINGEN UND KOMMUTATOREN - RAUIGKEIT	TDS/15	BÜRSTENVERSCHLEIß
TDS/03	KANTENBRECHEN DER KOMMUTATORLAMELLEN - SPIRALNUTUNG DER SCHLEIFRINGE	TDS/16	NORMUNG DER BÜRSTENABMESSUNGEN
TDS/04	TOLERANZEN FÜR DIE ABMESSUNGEN "T" UND "A" VON KOHLEBÜRSTEN UND BÜRSTENHALTER	TDS/17	LUFTFEUCHTIGKEIT
TDS/05	BÜRSTENVERLUSTE	TDS/18	ENTFETTUNG VON KOLLEKTOREN UND SCHLEIFRINGEN
TDS/06	EINSTELLUNG DER BÜRSTENBRÜCKE AUF DIE NEUTRALE ZONE	TDS/19	EINSCHLEIFEN VON KOHLEBÜRSTEN
TDS/07	SCHICHTBÜRSTEN	TDS/20	KOHLEBÜRSTEN FÜR SCHLEIFRINGE
TDS/08	VORBEUGENDE WARTUNG	TDS/21	BRÜCKEN AUS KUPFER ZWISCHEN DEN KOMMUTATORLAMELLEN (KUPFERSCHIEBEN)
TDS/09	VORGESCHOBENE ODER GESTAFFELTE KOHLEBÜRSTEN	TDS/22	ABBILDUNGEN VON KOHLEBÜRSTEN AUF SCHLEIFRINGEN VON SYNCHRONMASCHINEN (GHOSTING)
TDS/10	RIEFEN AUF SCHLEIFRINGEN	TDS/23	SILIKONE
TDS/11	BÜRSTENDRUCK	TDS/24	VERSCHLEISS-STAUB DER KOHLEBÜRSTEN
TDS/12	BELÜFTUNG	TDS/25	UNTERBELASTETE MASCHINEN
TDS/13	AUSSEHEN DER PATINA	TDS/26	ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN FÜR DIE VERWENDUNG VON SCHLEIFLEISTEN UND SCHLEIFSCHUHEN
		TDS/27	VISUELLE KRITERIEN FÜR DEN EINSATZ VON NEUEN SCHLEIFLEISTEN UND SCHLEIFSTÜCKEN

MERSEN IST EIN GLOBAL AGIERENDER EXPERTE FÜR ELEKTROENERGIE UND HOCHLEISTUNGSWERKSTOFFE.

UNSERE MÄRKTE:

Energie : •Windkraft • Wasserkraft • Photovoltaik • Atomenergie • Konventionelle Wärmekraftwerke • Öl & Gas

Transportwesen: • Schiene • Nahverkehr • Luft- und Raumfahrt • Häfen und Marine • Elektrofahrzeuge

Elektronik: • Polysilizium • Leistungselektronik • Halbleiter • Verbindungshalbleiter • Herstellung optischer Fasern

Chemie & Pharmazie: • Organische Chemikalien • Anorganische Chemikalien • Feinchemikalien und Pharmazeutika

Prozessindustrien: • Metallurgie • Bergbau • Öl & Gas • Zement • Papier & Zellstoff • Gummi & Kunststoff

• Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung • Baugruppenfertigung • Formenbau • Glasindustrie • Sintern

• Ofenindustrie

Sonstige Märkte: • Handel • Wohnungsmarkt • Datenkommunikation • Aufzüge • Gabelstapler

MeRSEn
Expertise, our source of energy



GLOBAL AGIERENDER EXPERTE
FÜR ELEKTROENERGIE UND
HOCHLEISTUNGSWERKSTOFFE.

EUROPA

FRANKREICH

Mersen France Amiens SAS
10, Avenue Roger Dumoulin
80084 Amiens
Frankreich
Tel.: +33 3 22 54 45 00
infos.ppt@mersen.com

DEUTSCHLAND

Mersen Deutschland FFM AG
Talstrasse 112
60437 Frankfurt
Deutschland
Tel.: +49 69 5009 0
info.frankfurt@mersen.com

ASIEN

CHINA

Mersen Pudong Co., Ltd.No
2 Building, 72 Jinwen Road
Zhuqiao Pudong Shanghai
201323 Chine
Tél. : 86 21 58106360
sales.pudong@mersen.com

INDIEN

Mersen India Pvt. Ltd.
5, Bommasandra industrial
Area
Anekal Taluk - 562 158
Bangalore
Inde
Tél. : +91 80 3094 6121 to 27
sales.ea.india@mersen.com

NORDAMERIKA

USA

Mersen USA Bn Corp.
400 Myrtle Avenue
Boonton NJ 07005
U.S.A.
Tél. : +1 973 334 07 00
contact.ea.usa@mersen.com

KANADA

Mersen Canada Dn Ltd
225 Harwood Boulevard
Vaudreuil-Dorion, Quebec
J7V 1Y3
Canada
Tél. : +1 450 455 5728
contact.ea.dorion@mersen.com

SÜDAMERIKA

BRASILIEN

Mersen do Brasil Ltda.
Rua Aníta Maria Botti
Pedroso, 3
13315-000 - Cabreuva - SP
Brasil
Tél. : +55 11 2348 2360
vendas.ea.brasil@mersen.com

SÜDAFRIKA

MERSEN SOUTH AFRICA,

(Pty) Ltd.
Corner Commando and
Wright Street
Industria West
2092 Johannesburg
Afrique du Sud
Tél. : +27 114740000
craig.williams@mersen.com

