

*Schichten zur Reibwerterhöhung für optimalen Kraftschluss  
und Übertragung von hohen Drehmomenten*

 **DIAGRIP®**

# DIE MAGISCHE BESCHICHTUNG FÜR DAUERHAFTE SICHERHEIT

Verbesserte Haftreibung bei  
Ihren **Schraub-, Press- und  
Flanschverbindungen**  
durch **DIAGRIP®**



## DIE WICHTIGSTEN PLUSPUNKTE:

- + Erhöhung des Haftreibungswertes um 0,5 - 0,8  $\mu$
- + 3 bis 4 mal höher übertragbares Drehmoment
- + Beschichtung direkt, als Reibscheibe oder Folie
- + Anwendbar für Bauteile in allen Formen und Größen
- + Mehrfach wiederverwendbar



**CCT** COATING  
SYSTEMS

Bei Rückfragen oder Bestellung erreichen  
Sie uns unter: T +49 (0)711 - 907 346 - 0

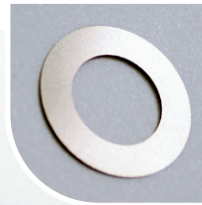
info@cct-plating.com  
www.cct-plating.com

LÖSUNGSBEISPIELE

# ES GIBT IMMER EINE MASSGESCHNEIDERTE LÖSUNG

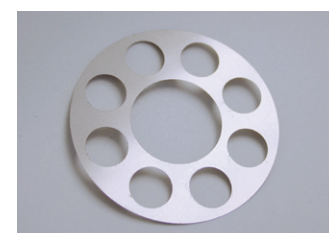
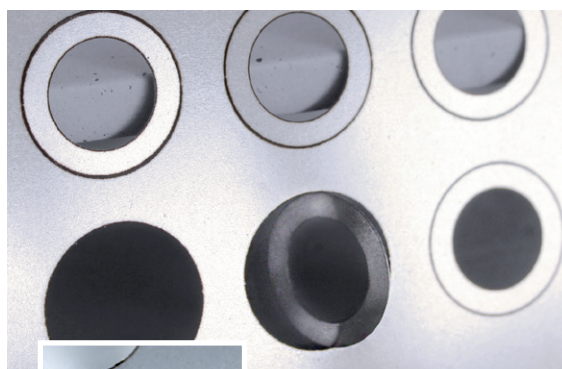
Für jedes Bauteil sind die Anforderungen unterschiedlich. Unser DIAGRIP Beschichtungsverfahren ist flexibel. Wir passen uns Ihren Bedürfnissen an. Sprechen Sie uns an.

Weitere Infos und einen Film zur Funktionsweise von **DIAGRIP®** finden Sie hier oder unter [www.cct-plating.com/diagrip](http://www.cct-plating.com/diagrip)



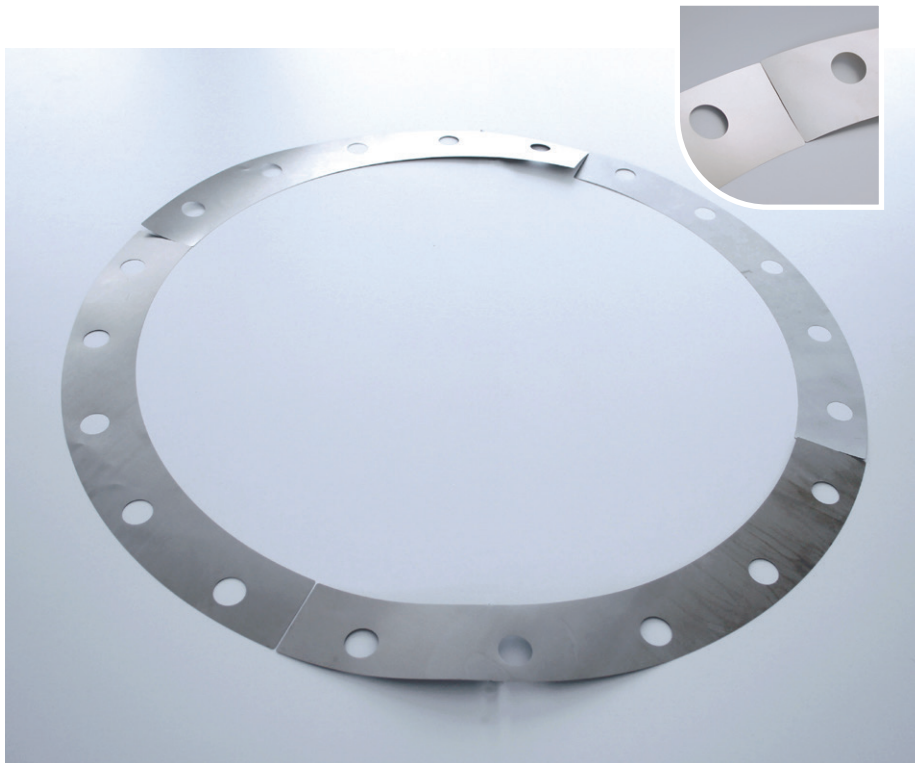
*Kleine und mittlere Scheiben bis ca. 200 mm Durchmesser können als Stanzteile in Groß-Serie (Mio.) produziert werden und als Laserteile ab Stückzahl 1. Die Fertigung von Folien als Basismaterial ermöglicht es innerhalb von Tagen kurzfristig Sonderteile zur Verfügung zu stellen.*

*Formen und Größen der Scheiben variieren je nach Bedarf. Die Wiederverwendbarkeit der Scheiben ist bei sachgerechter Handhabung möglich. Scheiben und Folien können beliebige Konturen haben und müssen nicht zwingend rundgeometrisch sein.*



*Die Scheibenrohlinge können auch als Stanzbiegeteile mit 3 D Konturen gefertigt werden, um z.B. Klips oder Befestigungsösen herzustellen.*

**LÖSUNGSBEISPIELE**



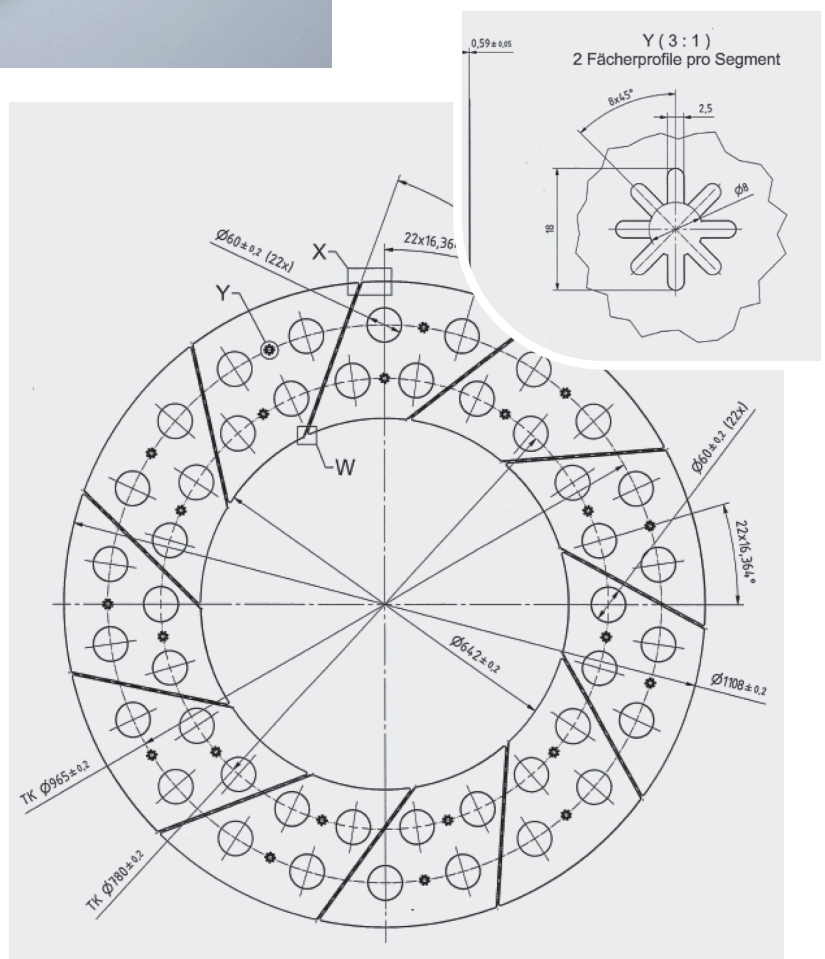
Großformatige Reibscheiben kommen bis zu Durchmessern von über 2000 mm zum Einsatz. Durch die Segmentierung der Scheiben und intelligente Fixierprofile in den Segmenten lassen sich diese in der Montage problemlos handhaben. Die Stärke der Scheiben kann hierbei von 0,1 mm – bis zu 50 mm betragen. Die Wiederverwendbarkeit der Scheiben und der Segmente ist bei sachgerechter Handhabung möglich.



Scheiben und Folien können beliebige Konturen haben und müssen nicht zwingend rundgeometrisch sein.

Als Montagehilfe und Fixierung an exakten Positionen lassen sich Positionier-Geometrien in die Scheiben und Scheibensegmente einbringen wie im Ausschnitt oben gezeigt. Montage und Demontage sind somit leicht und wiederholgenau und vermeiden Montagefehler und Funktionsmängel.

**Positioniergeometrie**



**AUF EINEN BLICK**

**ART:**

Dispersionsschicht aus Nickel-Phosphor mit Diamant auf Substratwerkstoff (C75/C100/CU/Ni/Edelstahl/Kunststoff)

**EIGENSCHAFT:**

- > Erhöhte Haftung, lösbare Kontaktfläche
- > Einstellbare Härte der Nickel-Phosphor-Schicht (ca. 550 HV0,1 bis ca. 950 HV0,1)
- > Hohe Korrosionsbeständigkeit
- > Gute Konturtreue bzw. sehr gleichmäßige Dicke der Nickelschicht
- > Einsetzbar bei bestehenden Konstruktionen

**EINSATZ:**

Übertragung von Kräften und Drehmomenten in funktionellen Systemen zur Herstellung von kraftschlüssigen Verbund-Systemen mit Schraubverbindung, Pressverbindung oder Flanschverbindung.

**SCHICHTCHARAKTERISTIKA:**

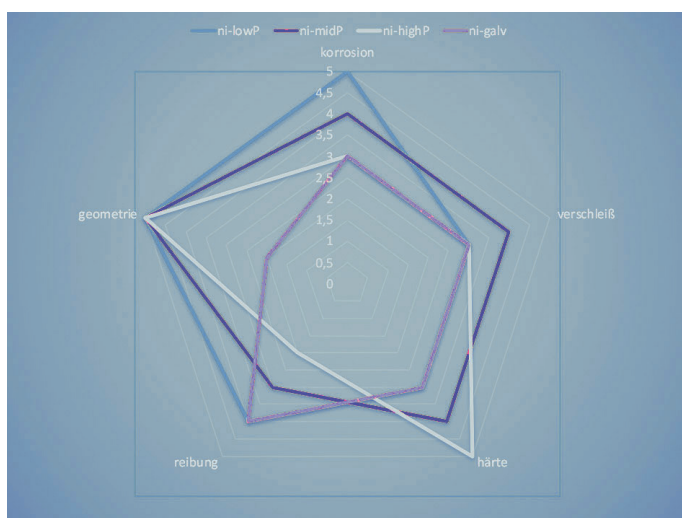
Nickel-Phosphor-Schicht von ca. 5 µm bis ca. 22 µm mit Diamantkörnung zwischen 10 µm und 35 µm (Schichtdicke/Körnung aufeinander abgestimmt), größere Körnungen (> 35 µm - 80 µm) als Sonderlösung  
Reibwert  $\mu = 0,5 - 0,8$

**SUBSTRATCHARAKTERISTIKA:**

galvanisch beschichtbarer Grundwerkstoff mit angepasster, definierter Rauheit

**VORTEILE DURCH VERWENDUNG VON REIBWERTERHÖHENDEN BESCHICHTUNGEN DIAGRIP®**

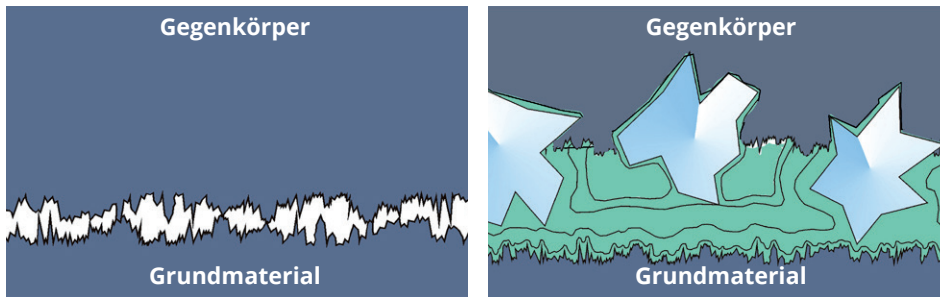
- + Erhöhung der übertragbaren Kräfte um 0,5 - 0,8 µ und Momente einer Verbindung pro Flächeneinheit und daraus folgend Verringerung der Bauteilgrößen und -gewichte
- + 3 bis 4 mal höher übertragbares Drehmoment
- + Beschichtung direkt, als Reibscheibe oder Folie
- + Anwendbar für Bauteile in allen Formen & Größen
- + Erhöhung des Sicherheitsfaktors
- + Kostenreduktion der Einzelkomponenten
- + Einfache Handhabung
- + Unempfindlichkeit gegenüber Schmierstoffen
- + Grundsätzlich wiederverwendbar nach Demontage
- + Einsatz ohne Änderungsaufwand



Die Dispersionsschichten auf Basis von Nickel und Nickel-Phosphor zeichnen sich dadurch aus, dass sie mehrere wichtige Eigenschaften besitzen, beziehungsweise, dass sich die Eigenschaften je nach Zusammensetzung und/oder Wärmebehandlung den Anforderungen je nach Einsatz anpassen lassen. Dies lässt sich anhand eines Netzdiagrammes zur qualitativen Bewertung verdeutlichen, auf dessen Basis der Anwender die benötigten Eigenschaften auswählen kann.

Alle Vorteile in der Übersicht im Netzdiagramm

ANWENDUNG



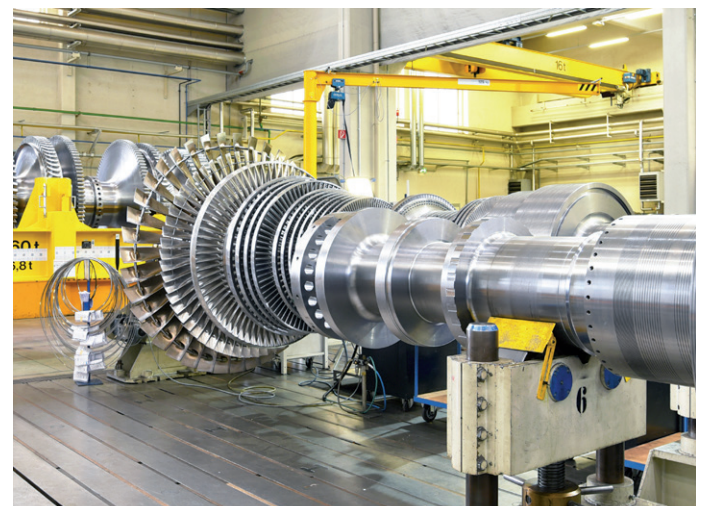
*Schematische Darstellung des reibwerterhöhenden Systems aus Dispersionsschicht und Gegenstück der Reibpaarung mit DIAGRIP Beschichtung*

Die dynamische Übertragung von mechanischen Kräften und Drehmomenten bei Maschinen kann unter anderem dadurch erfolgen, dass Antrieb und Maschinenelemente durch das Aufeinanderpressen zweier (meist rotierender) Flächen verbunden werden. Je nach Ausführung der Maschinen kommen dauerhaft arbeitende, aber lösbare oder zyklisch arbeitende Übertragungsausführungen zum Einsatz. Beispiele dafür können Flanschverbindungen, Stirnpressverbindungen, Welle-Nabe-Verbindungen, aber auch Schraubverbindungen sein, die in der Regel zu den dauerhaften zählen. Zyklisch arbeitende Systeme zur Kraft- und Drehmomentübertragung bestehen beispielsweise aus zwei aufeinander gepressten Scheiben.

**In allen Fällen unterliegt die Effizienz der Kraft- oder Drehmomentübertragung der Forderung, Reibung weitgehend zu unterbinden.** Zu den relevanten Kenngrößen der Kraftübertragung zählt vor allem die zur Verfügung stehende Fläche der beiden Kontaktpartner (Antrieb und Gegenstück). Je effizienter Reibung oder Schlupf unterbunden wird, um so kleiner und damit leichter können die beiden Kontaktpartner konstruktiv gestaltet werden – Reibwerterhöhung bietet damit einen entscheidenden Anteil an der Energie- und Materi-

aleinsparung im Anlagen- und Maschinenbau. Erreicht wird die Reibwerterhöhung durch die **DIAGRIP®** Dispersionsbeschichtungen aus chemisch oder galvanisch Nickel- und Nickel-Phosphor-Schichten mit eingelagerten Hartstoffen. Als Hartstoff hat sich insbesondere Diamant in Körnungen von etwa 5 µm bis zu 35 µm bewährt, für Sonderanwendungen auch bis zu 80 µm.

Zur Anwendung kommen reibwerterhöhende Oberflächen in verschiedenen Ausführungsformen vor allem in der Automobilindustrie für Kurbelwellen, beziehungsweise für Nockenwellen. Bei den Premiumherstellern werden diese Oberflächen zudem in Lenkung, Fahrwerk oder Getriebe genutzt. Besonders hohe Anforderungen im Motorsport belegen die Leistungsfähigkeit derartiger Schichten. Des Weiteren sind sie in Windkraftanlagen zu finden, bei denen sie aufgrund der erzielbaren Einsparung an Bauteilmasse, sowie der guten Korrosionsbeständigkeit durch den Einsatz der Nickel-Phosphor-Legierung als Schichtwerkstoff überzeugen können. Durch den Einsatz der **DIAGRIP®**-Beschichtungen lassen sich **vibrationsbeständige und dauerfeste Flanschverbindungen** erzielen.



*Anwendung findet DIAGRIP® z. B. im Energietechnik Bereich*

**KENNWERTE FÜR REIBWERTERHÖHENDE DISPERSIONSSCHICHTEN DIAGRIP®**

Die Dispersionsschichten zur Erhöhung der Reibwerte stehen mit unterschiedlichen Größen an polyederförmigen, scharfkantigen Diamanten zur Verfügung. Die einzusetzende Größe der Diamanten richtet sich nach der Rauheit der Oberfläche der Reibpaarungen. Best-

mögliche Ergebnisse werden bei Oberflächen mit geringer Rauheit und geringer Welligkeit – Resultat der Metallbearbeitung durch mechanische Verfahren wie Drehen, Fräsen, Schleifen – erzielt.

Sowohl raue als auch wellige Oberflächen reduzieren die tatsächliche wirksame Kontaktfläche zwischen der reibwerterhöhende Dispersionsschicht und den Bauteiloberflächen der Reibpaarung. Folgende Diamantkörnungen und Füllgrade werden standardmäßig angeboten:

Funktionale Eigenschaften	Reibwerterhöhende Diamantbeschichtung <b>DIAGRIP®</b>		
Bezeichnung	<b>DIAGRIP® 10</b>	<b>DIAGRIP® 25</b>	<b>DIAGRIP® 35</b>
Mittlere Partikelgröße	10 µm	25 µm	35 µm
Einlagerungsrate	15 % und 30 %	15 % und 30 %	15 % und 30 %
Schichtmaterial	Chemisch Nickel-Phosphor oder galvanisch Nickel oder Nickel-Phosphor		
Härte Schichtmatrix	550 – 950 HV0,1		
Schichtdicke der Matrix (chemisch Nickel)	5 – 8 µm	13 – 17 µm	14 – 22 µm
Schichtdicke der Matrix (galvanisch Nickel)	bis zu mehreren hundert Mikrometer		
Basismaterial für Scheiben und Folien	Kupfer, Kupfer mit isolierender Zwischenlage, Stahl und Federstahl von 0,05 bis zu mehreren Millimetern Materialstärke		

Die Dicke der Nickelschicht ist so gewählt, dass die Diamantpartikel ausreichend weit aus der Nickelschicht herausragen und damit zuverlässig einen stoffschlüssigen Verbund mit dem Gegenstück der Reibpaarung erzeugen können.

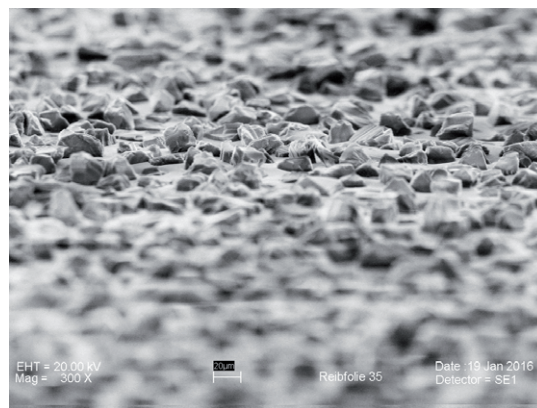
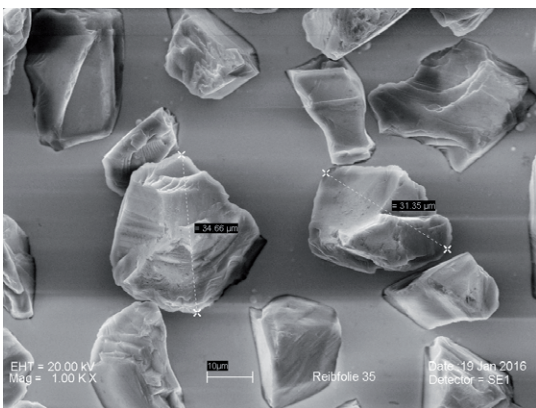
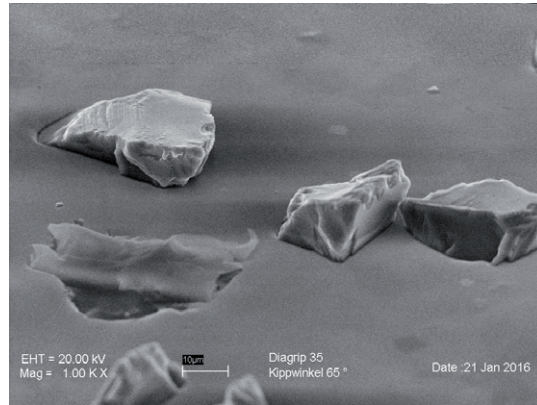
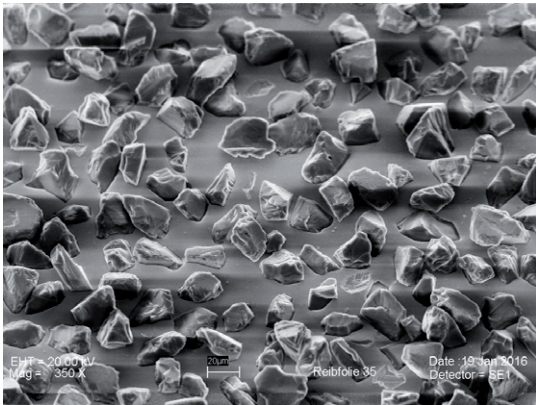
Einen weiterer **Kenwert** der Dispersionsschicht liefert die verwendete chemisch Nickelschicht mit Phosphorgehalten zwischen 1 % und bis zu 13 %, verfügbar in drei Zustandsformen:

- > **Niedriger Phosphorgehalt** – 1 % bis 5 % / hohe Abscheidehärte / geringere Korrosionsbeständigkeit
- > **Mittlerer Phosphorgehalt** – 5 % bis 10 % / mittlere Abscheidehärte / höhere Korrosionsbeständigkeit
- > **Hoher Phosphorgehalt** – 10 % bis 13 % / geringere Abscheidehärte / hohe Korrosionsbeständigkeit

Der Phosphorgehalt bestimmt die Grundhärte der Nickelschicht, die erzielbare Maximalhärte unter Anwendung einer Temperaturbehandlung und die Korrosionsbeständigkeit.

Für spezielle Anwendungen, beziehungsweise für besondere Formgebungsnotwendigkeiten der Reibpaarung ist es möglich, die Nickeldispersionsschicht direkt auf Bauteile zur Herstellung der Reibpaarung aufzubringen. Es empfiehlt sich dringend, die Auswahl der Werkstoffe und die Formgebung mit dem Hersteller der Nickel-dispersionsschicht abzustimmen.

Als **Kenwert für die Qualität** der reibwerterhöhenden Dispensionsbeschichtung **DIAGRIP®** kann der Reibwert für die Oberfläche herangezogen werden. Allerdings hängt dieser Wert in erster Linie von der aufgebracht Anpresskraft ab. Übliche Kennwerte liegen zwischen etwa  $\mu = 0,5$  und  $\mu = 0,8$ . Damit wird eine Erhöhung der Reibwerte gegenüber etwa  $\mu = 0,3$  ohne Einsatz der Schichten erzielt, der eine Steigerung der übertragbaren Kräfte, beziehungsweise Drehmomente um den Faktor 3 bis 4 bewirkt.



*Aufsicht auf die Nickel-dispersionsschicht als Reibfolie **DIAGRIP® 35** mit eingelagerten Diamantpartikeln*

## VORAUSSETZUNGEN FÜR REIBWERTERHÖHUNG DURCH DISPERSIONSSCHICHTEN

Die Eigenschaft der Reibwerterhöhung ist an bestimmte konstruktive Voraussetzungen geknüpft, die als Basis für eine optimale Kraftübertragung gelten:

> **Kontaktflächen für die Übertragung von Kräften und Drehmomenten** – die Höhe der zu übertragenden Kräfte und Momente steht in direktem Zusammenhang mit den (makroskopischen) Flächenanteilen der Bauteilpartner, beziehungsweise mit der geometrischen Anpassung der beiden Bauteilpartner

> **Ausführung der Kontaktflächen** – die Effizienz der Übertragung von Kräften und Drehmomenten richtet sich nach den tatsächlichen (mikroskopischen) Kontaktflächen. Hier spielen die Rauheiten der Kontaktflächen, sowie die Orientierung von Bearbeitungsstrukturen wie Dreh- oder Schleifriefen eine Rolle.

> **Härte der Oberfläche der Kontaktflächen** – die Verzahnung zwischen den Diamanten der reibwerterhöhenden Dispersionsbeschichtung (in der Regel eine Nickel- oder Nickel-Phosphor-Schicht) und der Oberfläche des Bauteils wird von der Oberflächenhärte des Bauteils bestimmt. Eine höhere Oberflächenhärte

erschwert das Eindringen der Diamanten in die Bauteiloberfläche. Eine niedrigere Oberflächenhärte verstärkt das Abscheren (in Form eines Werkstoffverschleißes) von Werkstoff des Bauteils durch (Reib)Verschleiß; d.h. die Kraftübertragung wird geringer.

> **Belegung der Kontaktflächen mit Fremdstoffen** – die Art der Verzahnung zwischen reibwerterhöhenden Oberflächen und Kontaktpartner wird nicht oder unwesentlich durch vorhandene Fremdstoffe (Öl, Fett, Schmutz) beeinträchtigt.

> **Montage und Demontage der Kontaktflächen** – die Kontaktflächen lassen sich nach Lösen von Verschraubungen oder Wegnahme von Anpressdruck leicht voneinander trennen.

> **Konstruktion** – der Einsatz von Dispersionschichten zur Kraft- und Drehmomentübertragung erfordert keine konstruktiven Änderungen der Bauteile. Dies gilt im Besonderen für den Einsatz von Folien mit ein- oder vorzugsweise beidseitig aufgebrachtener Dispersionschicht.

