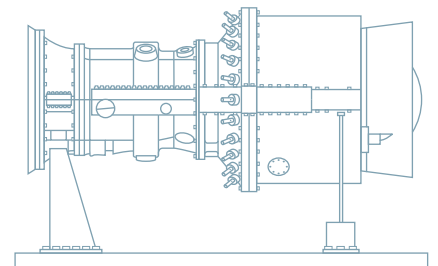
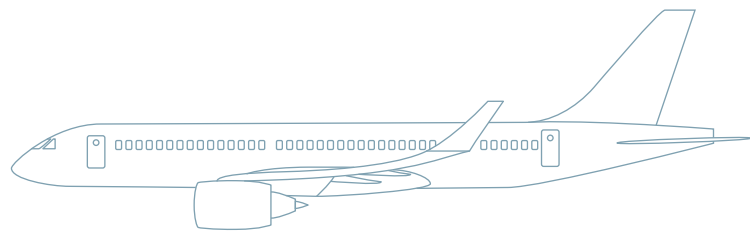




# Bürstendichtungen

Dichtungstechnologie der Spitzenklasse



### Hightech vom Technologieführer

Das MTU-Bürstendichtungsteam ist ein hoch spezialisiertes Kompetenzzentrum von Deutschlands führendem Triebwerkshersteller, der MTU Aero Engines. Seit mehr als dreißig Jahren entwickeln die Experten innovative Dichtungen für Turbomaschinen. Ein Engagement, das seinen Ursprung im militärischen Triebwerksbau hat. Denn um dynamische Bauteile gegen die Gasströme in Triebwerken abzudichten, wurden bis dato ausschließlich so genannte Labyrinthdichtungen eingesetzt. Eine Technologie mit vergleichsweise hoher Leckagerate. Deshalb startete die MTU Aero Engines 1983 erste Versuche mit Bürstendichtungen und meldete die neue Technologie schon 1985 erfolgreich zum Patent an. Heute ist das Unternehmen in diesem Bereich weltweit führend.

### Kompetenz aus einer Hand

Inzwischen ist die MTU in der Bürstendichtungstechnologie über den Triebwerksbau hinaus aktiv. Zu den Kunden gehören Unternehmen aus den unterschiedlichsten Industriezweigen. Bürstendichtungen werden zunehmend auch in Industriegas- und Dampfturbinen eingesetzt sowie in Verdichtern und Maschinenbauanwendungen. Um dieser Vielfalt und den hohen Anforderungen an die Technologie gerecht zu werden, hat die MTU das nötige Know-how und die Kompetenzen im Bürstendichtungsteam gebündelt. Auslegung und Konstruktion, Fertigung, Vermarktung und Service kommen aus einer Hand. Die Experten arbeiten eng mit ihren Kunden vor Ort zusammen und ermöglichen so den Einzug dieser Technologie in unterschiedlichste Industriezweige. Zudem profitieren sie direkt von den Erfahrungen der MTU im Triebwerksbau, haben Zugang zu modernsten Prüfständen und sind an wichtigen Forschungs- und Technologieprogrammen beteiligt. So sind eine Reihe von Neuentwicklungen entstanden, wie zum Beispiel die Kevlar-Bürstendichtung oder additiv hergestellte Gehäuse, neue Anwendungen sind hinzugekommen wie in Subsea-Verdichtern.

### Steigender Wirkungsgrad bei sinkendem Raumbedarf

MTU-Bürstendichtungen sind eine ebenso einfache wie geniale Technologie. Tausende Drähte oder Fasern werden mit einem Kerndraht in einem Klemmrohr fixiert und bilden eine flexible Dichtung. Anströmende Gase drücken das Drahtpaket gegen den Stützring. Dadurch wird es weiter verdichtet, so dass sich die Gasdurchlässigkeit auf ein Minimum reduziert. Im Gegensatz zu herkömmlichen Labyrinthdichtungen gibt es also kaum noch Verluste. Bei einem Mittelstreckenflugzeug mit einem Verbrauch von 20.000 Tonnen Kerosin pro Jahr lässt sich so gut ein Prozent Kraftstoff sparen.\* Das entspricht der Menge, die zehn Tanklastwagen mit einem Fassungsvermögen von jeweils 20 Tonnen transportieren können. Hinzu kommt, dass MTU-Bürstendichtungen bei gleicher Dichtwirkung weniger Raum benötigen und deshalb eine wesentlich kompaktere und damit leichtere Bauweise von Turbomaschinen ermöglichen.

\* Quelle: NASA TM-1998-206961

### MTU-Bürstendichtungen erhöhen den Wirkungsgrad von:

- Luftfahrttriebwerken
- Industriegasturbinen
- Dampfturbinen
- Industrieverdichtern
- vielen Maschinenbauanwendungen





Die neue Airbus A320neo mit dem Antrieb PW1100G-JM.

### Meilensteine der MTU-Bürstendichtungstechnologie

|             |   |
|-------------|---|
| <b>1983</b> | MTU startet Versuche zur Herstellung von Bürstendichtungen                    |
| <b>1985</b> | Erste Patentanmeldung   |
| <b>1986</b> | Erprobung auf dem Prüfstand   |
| <b>1992</b> | Erste Flugerprobung   |
| <b>1996</b> | Erprobung in industriellen Turbomaschinen                                     |
| <b>1998</b> | Produktionsfreigabe für Anwendungen in Flugtriebwerken                        |
| <b>1999</b> | Beginn der Serienfertigung für industrielle Verdichter und Turbinen           |
| <b>2000</b> | Erstanwendung als semistatische Bürstendichtung                               |
| <b>2002</b> | Erprobung von Kevlar-Bürstendichtungen  |
| <b>2003</b> | Erprobung von semistatischen Bürstendichtungen in Industriegasturbinen        |
| <b>2005</b> | Produktionsstart von semistatischen Bürstendichtungen                         |
| <b>2006</b> | Beginn der Serienfertigung von Kevlar-Bürstendichtungen                       |
| <b>2007</b> | Entwicklung und Markteinführung neuer Bürstendichtungsvarianten               |
| <b>2008</b> | Erprobung neuer Dichtpositionen im Getriebefan-Demonstrator                   |
| <b>2012</b> | Einsatz in Organic-Rankine-Cycle-Dampfturbinen (ORC)                          |
| <b>2013</b> | Zertifizierung von MTU-Bürstendichtungen im PW1500G-Triebwerk für die CSeries |
| <b>2013</b> | Positionierung in neuen Geschäftsfeldern: Subsea-Verdichter und Kohlemühle    |
| <b>2014</b> | Erprobung der additiven Fertigung von Bürstendichtungsgehäusen                |

## Die Vorteile auf einen Blick

### Einfaches Konzept – große Wirkung

Die MTU-Bürstendichtung besteht aus einem Dichtelement und einem Gehäuse. Das Dichtelement setzt sich aus Kerndraht, Draht- oder Faserpaket und Klemmrohr zusammen. Diese Konstruktion gewährleistet einen formschlüssigen, sicheren Halt und ermöglicht auch den Einsatz nicht-metallischer Fasern.

Das Gehäuse besteht aus einem Deckring, der das Dichtelement schützt, und einem Stützring, an den es sich bei Druckbeaufschlagung anlegt.

### Einsatzbedingungen

- Betriebsmedien: Gas/Gas oder Gas/Flüssigkeit
- Differenzdruck pro Dichtungselement: bis 2.000 kPa
- Temperatur: bis 700 °C
- Gleitgeschwindigkeit: bis 500 m/s

## Aufbau der MTU-Bürstendichtung

### Kompaktbauweise

Bürstendichtungen sind kompakt und benötigen deutlich weniger Platz als Labyrinthdichtungen. Das schafft zusätzlichen Spielraum für die Konstruktion von Rotoren und Gehäusen.

### Deckring

Durch den Deckring können störende Strömungseinflüsse auf die vorderen Drahtreihen weitestgehend eliminiert werden.

### Klemmen

Die Drähte werden ohne Schweißen mechanisch geklemmt. Dadurch entsteht eine formschlüssige Verbindung, die absolut sicher und langlebig ist.

### Materialien

Neben metallischen Drähten, zum Beispiel aus Haynes 25, können auch Fasern wie Aramid/Polymer verwendet werden. Die Dichtwirkung dieser Fasern ist sogar noch besser als die von metallischen Drähten.

### Abzudichtender Rotor

### Gehäuse

Die Außenkontur des Gehäuses ist frei wählbar. Dadurch lässt sich die MTU-Bürstendichtung an alle einbautechnischen Besonderheiten optimal anpassen.

### Dichtelement

Das Dichtelement ist so konstruiert, dass es sowohl kreisförmige als auch beliebig räumlich ausgeführte Geometrien zuverlässig abdichtet.

### Stützring

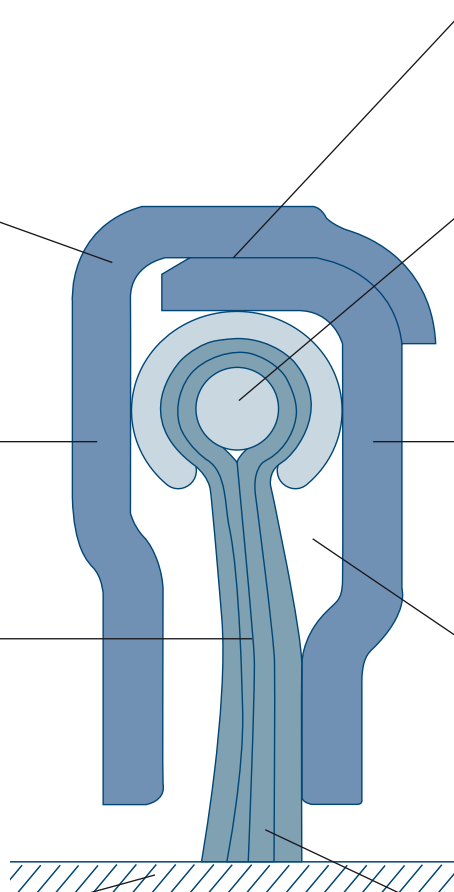
Der Stützring der Dichtung verhindert das Durchbiegen des Drahtpaketes in axialer Richtung.

### Druckentlastungskammer

In der Druckentlastungskammer herrscht nahezu der gleiche Druck wie vor der Dichtung. Dadurch wird der obere Teil des Drahtpaketes entlastet. Die Funktion der Dichtung verbessert sich, gleichzeitig steigt die Lebensdauer des Systems.

### Legewinkel

Die Drähte oder Fasern sind meist in einem Winkel von 45° bzw. 20° zur Rotordrehrichtung angeordnet. Mit ihrer Elastizität kompensieren sie alle Rotorbewegungen und kehren anschließend wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück.



### Patentierte Konstruktionsvorteile der MTU-Bürstendichtung

Die Fertigungsweise der MTU-Bürstendichtung gewährleistet einen sicheren Halt der Drähte bzw. Fasern, da jeder einzelne Draht um den Kerndraht gelegt und durch das Klemmrohr formschlüssig mechanisch fixiert wird. Dadurch ist ein Drahtverlust im Betrieb ausgeschlossen. Die kompakte Bauweise ermöglicht dem Konstrukteur zusätzlichen Gestaltungsfreiraum bei der konstruktiven Auslegung von Rotor und Gehäuse.

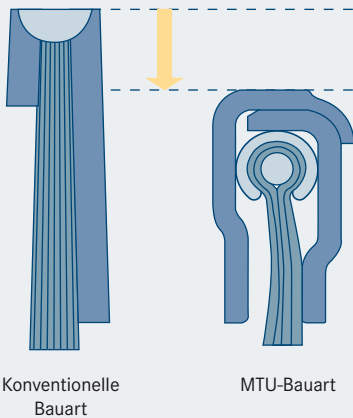
MTU-Bürstendichtungen weisen eine erhöhte radiale Flexibilität auf. Infolge der hohen Elastizität ist das Dichtelement über eine lange Einsatzdauer äußerst verschleißfest.

Der in das Gehäuse integrierte Deckring schützt die Bürstendichtung vor Turbulenzen und macht sie damit unempfindlich gegenüber drallbehafteter Anströmung, wie sie typischerweise bei Turbomaschinen auftritt.

Ein weiterer wichtiger Vorteil von MTU-Bürstendichtungen ist es, dass verschiedene Drähte und auch nicht-metallische Fasern zur Dichtungsherstellung verwendet werden können. Sie werden alle mit dem gleichen Prozess hergestellt, wodurch sich eine hohe Prozessstabilität ergibt.

Dichtelement und Gehäuse sind konstruktiv voneinander getrennt und können deshalb optimal in jede Dichtungsumgebung eingepasst werden.

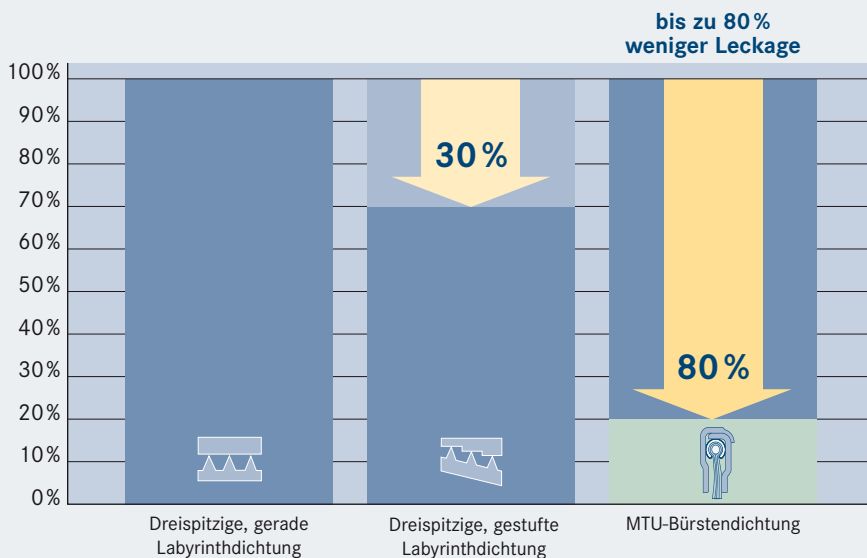
#### Reduzierung der Bauhöhe



#### MTU-Bürstendichtungen überzeugen durch:

- Leckageverringering um bis zu 80%
- optimale Spalthaltung
- große Kompensationsfähigkeit bei Axial- und Radialdehnungen
- einfache Austauschbarkeit bei Überholung
- kompakte Bauweise
- robustes Verhalten im Betrieb
- lange Lebensdauer

#### Leckagereduktion durch MTU-Bürstendichtungen



Im Vergleich zu herkömmlichen Labyrinthdichtungen reduzieren MTU-Bürstendichtungen Leckagen in Triebwerken, Gasturbinen, Dampfturbinen oder Verdichtern um bis zu 80%.

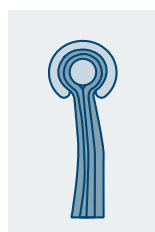


## Individuelle Lösungen für jede Anwendung

Das bei der MTU-Bürstendichtung angewandte Konzept, Dichtelement und Dichtungsgehäuse konstruktiv zu trennen, ermöglicht eine optimale Anpassung der Dichtung an die spezifischen Gegebenheiten der betreffenden Dichtungsposition. Die Dichtelemente können mit jeder Gehäuseform kombiniert werden oder – besonders kostengünstig – direkt in das Kundengehäuse integriert werden.

Dadurch ergibt sich eine Vielzahl an Gestaltungsmöglichkeiten für jeden Dichtungstypen. Die Tabelle zeigt einen Auszug aus dem MTU-Produktportfolio für Bürstendichtungen.

### Bürstendichtungen – Dichtelemente



#### Dichtelementtyp

Haynes 25  
 Drahtdurchmesser 0,07 mm:  
 100 Bpmm/200 Bpmm  
 Drahtdurchmesser 0,10 mm:  
 140 Bpmm  
 Drahtdurchmesser 0,15 mm:  
 50 Bpmm



#### Dichtelementtyp

Aramid (Kevlar) Faserdurchmesser 0,012 mm:  
 4.000 Fpmm/6.350 Fpmm



#### Konstruktionsmerkmale:

- Faserrichtung frei wählbar (radial/axial)
- Dichtelemente beliebig formbar, auch dreidimensional
- Ohne Größenbeschränkung konstruierbar

Ausgehend von den beiden Dichtelementtypen werden in einem nächsten Schritt die unterschiedlichen MTU-Bürstendichtungstypen zusammengebaut.

### Bürstendichtungen – MTU-Produktportfolio

|           |           |           |            |           |              |
|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------------|
| Gehäuse   |           |           |            |           |              |
| Bauart    | Blech     | Dreiteil  | Spritzguss | Blech     | ohne Gehäuse |
| Größe     | <Ø 300 mm | <Ø 650 mm | <Ø 250 mm  | >Ø 300 mm | beliebig     |
| Abbildung |           |           |            |           |              |

Der Kunde kann aus existierenden Bürstendichtungskonstruktionen wählen oder die Bürstendichtung individuell anpassen lassen.

Bereits erfolgreich eingesetzt werden MTU-Bürstendichtungen in:

|                      | <b>Flug- und stationären Gasturbinen</b>  | <b>Dampfturbinen/ORC</b>  | <b>Verdichtern</b>   | <b>Sonstigen Maschinenbauanwendungen</b>   |
|----------------------|---|---|--|--|
| Einsatzmöglichkeiten | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerkammerdichtungen</li> <li>• Wellendichtungen</li> <li>• Stufenabdichtungen</li> <li>• Statische Dichtungen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgleichskolben</li> <li>• Wellenenddichtung</li> <li>• Stufenabdichtung</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellendichtung</li> <li>• Stufenabdichtung</li> <li>• Impellerabdichtung</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugmaschinen</li> <li>• Pumpen</li> <li>• Schiffsbau</li> <li>• Sondermaschinen</li> <li>• Kohlemühle</li> </ul>                                       |
| Ziel                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftstoffverbrauch senken</li> <li>• Baugröße und -gewicht reduzieren</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungsgradsteigerung</li> <li>• Verbesserte Rotordynamik</li> <li>• geringere Kosten durch verkürzte Baulänge</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leckagereduktion</li> <li>• Verbesserte Rotordynamik</li> <li>• Wirkungsgradsteigerung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effizienzsteigerung</li> <li>• Betriebsfähigkeit der Maschine ermöglichen</li> <li>• Wegfall Sperrluftsystem</li> <li>• Verbesserte Rotordynamik</li> </ul> |

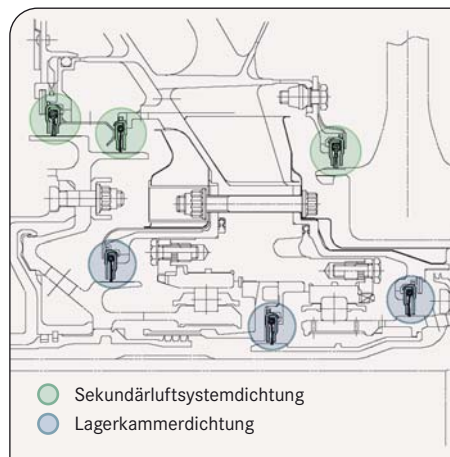
MTU-Bürstendichtungen finden sowohl in Neuanlagen als auch in Retrofits Anwendung.



MTU-Bürstendichtungen – Auszug aus dem Produktportfolio.

### MTU-Bürstendichtungen ersetzen Labyrinthdichtungen

MTU-Bürstendichtungen arbeiten hoch effizient und sind sehr leicht einzubauen. Deshalb lohnt sich die Umrüstung ganzer Triebwerksserien. Das prominenteste Beispiel: das RB199, das seit 1969 das Mehrzweck-Kampfflugzeug Tornado antreibt. Um die Betriebssicherheit und Leistung des Triebwerks weiter zu verbessern, begann die MTU 1995 mit der Entwicklung speziell auf den Tornado abgestimmter Bürstendichtungen. Das neue System ging bereits 1999 in Serie. Erfolgreich eingesetzt werden MTU-Bürstendichtungen etwa auch im EJ200-Triebwerk des Eurofighters. Je Triebwerk sorgen in dem Hightech-Jagdflugzeug sechs MTU-Bürstendichtungen für maximale Leistung.



MTU-Bürstendichtungen im EJ200-Triebwerk des Eurofighters.

### Standard in Flugtriebwerken der nächsten Generation

Die MTU-Bürstendichtung hat sich auf breiter Basis bewährt und ist den Labyrinthdichtungen in mehrfacher Hinsicht überlegen. Deshalb kommt die Technologie heute weltweit in nahezu jeder Triebwerksentwicklung zum Einsatz. Die MTU-Bürstendichtungen zeichnen sich durch umfassende Erfahrungen im Betrieb aus. Weit mehr als 7,5 Millionen Laufzyklen haben sie in modernen Flugtriebwerken akkumuliert. Im neuen Getriebefan hat sich die MTU-Bürstendichtung ebenfalls durchgesetzt: In allen Anwendungen der PurePower®-Familie PW1000G kommen Bürstendichtungen made by MTU zum Einsatz, im PW1100G-JM für den A320neo von Airbus allein an vier Positionen. Verglichen mit Labyrinthdichtungen haben sich dadurch die Kühlluftverluste an allen Positionen im Triebwerk auf die Hälfte reduziert. Positive Folge: ein höherer Wirkungsgrad, geringerer Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Ein Erfolg, dem weitere folgen werden, denn das potenzielle Anwendungsspektrum für MTU-Bürstendichtungen ist enorm.

### Die MTU-Bürstendichtung als semi-statische Abdichtung

Eine Innovation der MTU-Experten ist die semi-statische Bürstendichtung. In diesem Anwendungsfeld sollen MTU-Bürstendichtungen Bewegungen von nicht-rotierenden – also statischen – Teilen einer Maschine im Betrieb zuverlässig abdichten. Dabei werden Bewegungen von mehreren Millimetern in zumeist heißer Umgebung von bis zu 700 Grad Celsius kompensiert.



Für die Zukunft gerüstet: MTU-Bürstendichtungen kommen auch im neuen Getriebefan PurePower® PW1100G-JM zum Einsatz.



## Weit verbreitet – auch in industriellen Anwendungen

MTU-Bürstendichtungen sind flexibel einsetzbar und sorgen für hervorragende Dichtungs-lösungen an verschiedenen Positionen in einer Vielzahl industrieller Anwendungen. Auf diese Vorteile greifen Maschinenbetreiber zunehmend zurück, die MTU-Technologie verfügt über deutlich mehr als 10,5 Millionen Laufstunden in stationären Turbomaschinen.

### Dampfturbinen

In Zeiten stetig steigender Energiekosten sind effiziente Dichtsysteme mehr denn je gefragt. Schließlich erhöhen sie den Wirkungsgrad etlicher Anlagen signifikant. Ein Beispiel\*: Ein Drittel der Leistungsverluste bei Dampfturbinen ist auf Leckage zurückzuführen. MTU-Bürstendichtungen reduzieren diesen Wert erheblich und steigern den Wirkungsgrad um bis zu zwei Prozent. Bei einer Dampfturbine mit 20 MW Leistung erhöht sich dadurch die Stromproduktion um etwa 400 kW. Eine Menge, die den Strombedarf von über 900 Privathaushalten deckt.

\* Quelle: GE Power Systems

### Industriegasturbinen

Auch bei Industriegasturbinen gewinnt die Wirkungsgradsteigerung in Zeiten knapper werdender Primärenergieressourcen zunehmend an Bedeutung. Daneben soll die Umwelt von NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen entlastet werden. In der Verbesserung von Dichtungssystemen liegt dabei das größte kurzfristig umzusetzende Potenzial. Die MTU bietet hierzu maßgeschneiderte Dichtungslösungen an, um die Betriebskosten zu reduzieren und den Wirkungsgrad wie auch die Anlagenzuverlässigkeit zu erhöhen – zum Nutzen des Kunden und der Umwelt.

### Verdichter

Durch den Einsatz von MTU-Bürstendichtungen in Industrieverdichtern können Leckageverluste drastisch gesenkt werden. Dadurch verringert sich der Energiebedarf des Verdichters bei gleichzeitig erhöhtem Produktdurchsatz. So können z. B. bei einem Getriebeverdichter zur Luftzerlegung mit 590kW Leistung ca. 500 kg/h Produktverlust eingespart werden. Der Energieverbrauch des Verdichters reduziert sich um 60kW. Zusätzlich kann die Baulänge der Welle verkürzt und dadurch die Rotordynamik verbessert werden.

Während Labyrinthdichtungen aufgrund des natürlichen Verschleißes infolge Anstreichens oder Erosion regelmäßig ersetzt werden müssen, erhöht der Einsatz von Bürstendichtungen die Standzeit des Dichtungssystems erheblich.

### Allgemeiner Maschinenbau

Im Maschinenbau ist der Einsatz von MTU-Bürstendichtungen an allen Dichtstellen mit hohem Anspruch an Dichtwirkung und Zuverlässigkeit denkbar. Die Wirkungsweise und Konstruktion der MTU-Bürstendichtungen ermöglichen einen Einsatz bei hohen Temperaturen, hohen Druckunterschieden sowie bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten.

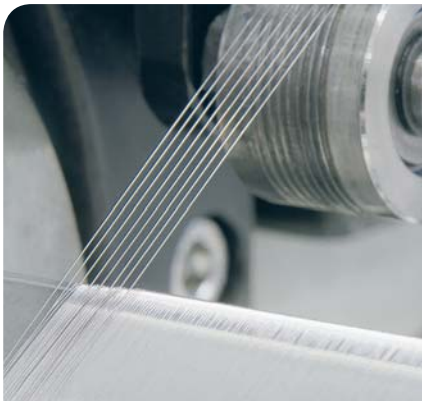
Der Einsatz von MTU-Bürstendichtungen erlaubt häufig auch eine Vereinfachung der Dichtumgebung – teilweise können sogar Dichtungspositionen eingespart werden und dadurch beispielsweise Antriebswellen verkürzt werden.

MTU-Bürstendichtungen ermöglichen Lösungen, die bisher dichtungstechnisch nicht darstellbar waren.



Montage einer 375-MW-Industriegasturbine.

## Immer einen Schritt voraus – MTU-Know-how für Bürstendichtungen



Die MTU hat ein einzigartiges Verfahren entwickelt, um Bürstendichtungen herzustellen.

### Höchste Qualitätsstandards

Als Deutschlands führender Triebwerkshersteller und weltweit feste Größe der Branche stellt die MTU hohe Ansprüche an ihre Produkte, Verfahren und Prozesse. Diese Maßstäbe hinsichtlich Qualität und Sicherheit gelten dabei auch für Bürstendichtungen, die in einzigartigen Wickel- und Klemmverfahren hergestellt werden. Jede Bürstendichtung wird am Ende des Produktionsprozesses mit Hilfe aufwändiger Verfahren sorgfältig geprüft. Das beinhaltet zum Beispiel Messungen der Steifigkeit von Bürstendichtungen. Die Steifigkeit wird dabei mit zwei unterschiedlichen Verfahren gemessen, der Stempelmessung für segmentierte Dichtungen und der Tastermessung zur 360 Grad-Messung geschlossener Ringe. Dadurch können eventuelle Abweichungen aufgespürt werden. Für die Prüfung des Innendurchmessers der Dichtung (Borstenpaket) hat die MTU ein optisches Messverfahren entwickelt, bei dem dieser mit einer Kamera äußerst präzise vermessen wird. Das garantiert höchste Bauteilqualität bis ins kleinste Detail.

### Weiterentwicklung der bewährten Technologie

Die MTU treibt die Weiterentwicklung der Bürstendichtung unablässig voran. Ziel ist es, möglichst viele konventionelle Dichtungen in Flugtriebwerken und Industrieanwendungen zu ersetzen, um die Effizienz der Antriebe und Anlagen weiter zu erhöhen. Im Rahmen nationaler und internationaler Forschungsvorhaben und in Kooperation mit renommierten Hochschulen werden alternative Bauarten sowie neue Drahtmaterialien und Fasern untersucht. Dabei hat die MTU auch neue Dichtpositionen

und Anwendungen im Blick. Das Potenzial ist vorhanden, denn das mögliche Einsatzgebiet von Bürstendichtungen ist enorm. Das Bürstendichtungsteam besteht aus erfahrenen Experten der technologischen Forschung und Entwicklung. Sie profitieren vom direkten Zugang zum Know-how der MTU in der anspruchsvollen Entwicklung und Fertigung von Luftfahrtantrieben und zu den modernen Prüfständen des Unternehmens und nutzen für die Validierung geplante Rig-Aufbauten der MTU. Derzeit laufen die Arbeiten zur Planung, Konstruktion, Fertigung und Inbetriebnahme eines für Bürstendichtungen einzigartigen Prüfstandes, der 2015/2016 in Betrieb genommen werden soll.

Neue, noch temperaturbeständigere Werkstoffe befinden sich bereits in der Vorbereitung. Der Einsatz dieser Materialien ermöglicht den MTU-Bürstendichtungen den Einsatz im Hochtemperaturbereich deutlich über 650 Grad Celsius, zum Beispiel im Heißgaskanal des Flugtriebwerkes. Erprobt werden darüber hinaus noch flexiblere Bauformen, die sich axialen und radialen Dehnungen des Rotors besser angleichen und dadurch die Bürstendichtungen noch verschleißfester machen.

Einen Meilenstein hat die MTU bei alternativen Fertigungskonzepten für Bürstendichtungen erreicht. Die neuen, besonders wirtschaftlichen additiven Verfahren, bei denen Bauteile direkt aus dem Pulverbett nach CAD-Konstruktionsdaten per Laser geschmolzen werden, erproben die Dichtungsexperten derzeit für die Gehäusefertigung. Erste Prototypen konnten bereits erfolgreich hergestellt werden.



Höchste Präzision: Die Messung des Innendurchmessers erfolgt nicht taktil sondern optisch mit einer Kamera.





Messung der Steifigkeit einer Bürstendichtung.



MTU Aero Engines AG  
Dachauer Straße 665  
80995 München • Deutschland  
Tel. +49 89 1489-0  
Fax +49 89 1489-5500  
[www.mtu.de](http://www.mtu.de)

Bürstendichtungsteam  
Tel. +49 89 1489-5597  
Fax +49 89 1489-4540  
[www.mtu.de/buerstendichtungen](http://www.mtu.de/buerstendichtungen)