

# Reibung, Verschleiß und Schmierung

Tribometer



# Wo Oberflächen aufeinandertreffen, beginnt die Leistung

**Jedes bewegliche Teil hängt davon ab, wie zwei Oberflächen zusammenwirken. Reibung, Verschleiß und Schmierung entscheiden darüber, ob etwas verschleißarm läuft oder zu früh ausfällt.**

**Tribologietests geben Aufschluss darüber, wie sich Materialien in Kontakt miteinander verhalten. So werden Oberflächeninteraktionen in messbare Leistungsdaten umgewandelt, die zu besseren und langlebigeren Designs führen.**

## **Ein komplettes Sortiment für jede tribologische Herausforderung**

Vom schnellen Screening bis hin zu komplexen Forschungsaufbauten deckt unser Tribologie-Portfolio das gesamte Anwendungsspektrum ab. Jedes System kombiniert präzise Kraftkontrolle, flexible Bewegung und reproduzierbare Ergebnisse. So können Sie Beschichtungen vergleichen, Schmierstoffe optimieren und in jedem Schritt von der Forschung und Entwicklung bis zur Produktion eine zuverlässige Leistung sicherstellen.

## **Reale Bedingungen, reale Antworten**

Unsere tribologischen Testlösungen bilden reale Betriebsbedingungen nach – von trockenem Kontakt bis hin zu voll geschmierter Bewegung und von Umgebungsbedingungen bis hin zu extremen Temperaturen, Feuchtigkeit und darüber hinaus. Jeder Test zeigt im Detail, wie sich Ihre Materialien in der Situation verhalten, auf die es am meisten ankommt: im tatsächlichen Gebrauch.

## **Jeder Kontakt zählt**

Tribologische Wechselwirkungen treten in den verschiedensten Formen auf, und wir bieten eine breite Palette an passenden Lösungen an – Rund-auf-Flach, Flach-auf-Flach und Rund-auf-Rund –, die jeweils unterschiedliche Aspekte des Materialverhaltens sichtbar machen. Mit den Modi für lineare und rotierende Hin- und Herbewegung können Sie realistische Bewegungsabläufe und Anpressdrücke simulieren. Dank dieser Flexibilität können Sie reale mechanische Belastungen nachbilden und erhalten so die nötigen Erkenntnisse, um die Haltbarkeit und Effizienz Ihrer Materialien zu steigern.



Diamant Hartbeschichtung Keramiken

Glas

Metalle

Holz

Polymere

Nahrungsmittel

Kosmetik

Knorpelgewebe

Hydrogele

Fett

Öl

Treibstoff

TRB<sup>3</sup> Tribometer



MCR-Tribometer

# TRB- und THT-Tribometer



## Pin-On-Disk-Tribometer (TRB³)

Mit über 1.000 installierten Systemen weltweit in den vergangenen 35 Jahren sind unsere Pin-On-Disk-Tribometer der Standard für Messungen von Reibung, Verschleiß und Schmierung. Die große Auswahl an Prüfparametern, Kontaktgeometrien und Zusatzoptionen ermöglicht es, Tribologietests mit Simulation aller Betriebsbedingungen durchzuführen, z. B. verschiedene Bewegungsmodi (rotierend, linear als auch rotierend hin- und herbewegend), Kontaktarten, Geschwindigkeiten, Schmierung, Materialien, hohe Temperaturen, Feuchtigkeit usw.

- Zwei Reibkraftsensoren zur Minimierung von Fehlern durch thermischen Drift
- Unabhängige Aufbringung der Normlast und Messung der Reibkraft, um gegenseitige Beeinflussung durch verschiedene Kraftsignale zu vermeiden
- Integrierte Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren für die Umgebungsüberwachung in Echtzeit
- Einfache Kalibrierung von Reibkraft und Drehzahl
- Referenzmustersatz zur einfachen Leistungsüberprüfung
- Integrierte Python-Programmierungsumgebung mit Skriptfunktion für die Datenanalyse und kundenspezifische Prüfabläufe
- Konform mit ASTM G99 und ASTM G133

## Hochtemperatur-Tribometer (THT 800 °C)

Die Analyse der Reibungs- und Verschleißigenschaften von Materialien bei erhöhten Temperaturen wird immer wichtiger, besonders bei der Entwicklung und Qualitätskontrolle von Schneidwerkzeugen, Verbrennungsmotoren und Anlagenteilen in Kraftwerken. Um diese Anforderung an die Materialprüfung zu erfüllen, bieten wir leistungsfähige Hochtemperatur-Tribometer an. Diese erhitzen die Probe gleichmäßig und regeln die Proben temperatur exakt auf bis zu 800 °C, um die Betriebsbedingungen des Materials zu simulieren.

- Zwei Reibkraftsensoren zur Minimierung von Fehlern durch thermische Drift
- Ein rundes Heizelement und Wasserkühlung ermöglichen eine präzise und gleichmäßige Temperaturregelung bei bis zu 800 °C
- Unabhängige Aufbringung der Normlast und Messung der Reibkraft, um gegenseitige Beeinflussung durch verschiedene Kraftsignale zu vermeiden
- Außerordentlich linearer und präziser elastischer Arm zur Messung der Reibkraft
- Konform mit ASTM G99 und ASTM G133

## Hochtemperatur-Tribometer (THT 1000 °C)

Durch seine einzigartige Konstruktion mit zwei Heizelementen schafft das THT 1000 °C in der Hochtemperatur-Tribologie ein neues Maß an Verlässlichkeit und Stabilität. Differenzielle Messung der Haftreibungskraft sichert eine vernachlässigbare Signaldrift bei äußerst hohen Temperaturen. Die sorgfältige Konstruktion des statischen Aufbaus und der Probenhalter ermöglicht problemlose Messungen – sogar während Tribologietests bei über 1.000 °C.

- Zwei Reibkraftsensoren zur Minimierung von Fehlern durch thermische Drift
- Oben und am Umfang angebrachte Heizelemente in Kombination mit einer Wasserkühlung ermöglichen eine präzise und gleichmäßige Temperaturregelung bei bis zu 1.000 °C
- Unabhängige Aufbringung der Normlast und Messung der Reibkraft, um gegenseitige Beeinflussung durch verschiedene Kraftsignale zu vermeiden
- Außerordentlich linearer und präziser elastischer Arm zur Messung der Reibkraft
- Konform mit ASTM G99 und ASTM G133

## Vakuum-Tribometer/Vakuum-Hochtemperaturtribometer (TRB V/THT V)

Unsere Tribometer sind darauf ausgelegt, Reibungs- und Verschleißstudien unter präzisen Vakuum-Niveaus von bis zu  $10^{-7}$  mbar oder in gasförmigen Umgebungen zu ermöglichen. Das professionelle Vakuumsystem ermöglicht es der Nutzerin bzw. dem Nutzer, die erforderlichen atmosphärischen Bedingungen gut kontrolliert und verlässlich zu erreichen.

- Primäre ( $10^{-3}$  mbar) oder sekundäre ( $10^{-7}$  mbar) Vakuumsteuerung
- Mischung von bis zu drei Gasarten, mit präziser Rückmeldung von Druck oder Massendurchfluss
- Unabhängige Aufbringung der Normlast und Messung der Reibkraft, um gegenseitige Beeinflussung durch verschiedene Kraftsignale zu vermeiden
- Außerordentlich linearer und präziser elastischer Arm zur Messung der Reibkraft
- Konform mit ASTM G99 und ASTM G133

# MCR-Tribometer



## **MCR-Tribometer: Eine Evolution in der tribologischen Prüfung**

Nutzen Sie die präzise Bewegungs- und Normalkraftregelung der MCR-Tribometer für Ihre tribologischen Messungen. Erweitern Sie Ihre herkömmlichen tribologischen Prüfungen durch völlig neue Messbereiche an einem einzigen Gerät. MCR-Tribometer verfügen über zahlreiche Testaufbauten und Kontaktgeometrien, passend zu Ihren Anforderungen. Profitieren Sie von unserer jahrzehntelangen Erfahrung in der Herstellung von Präzisionsgeräten.

- Nahtlose Messung der Losbrechkraft sowie der Haft- und Grenzreibung von trockenen und geschmierten Kontakten
- Darstellung von Stribeck-Kurven über neun Dekaden der Gleitgeschwindigkeit – wenige Nanometer pro Sekunde bis 3,3 Meter pro Sekunde.
- Für Lebensmittel und Getränke, Schmierstoffe und Fette, Polymere, Ophthalmika, Biomedizin usw.
- Nutzung aller Vorteile der erweiterten Regelung der Messatmosphäre
- Temperaturbereich von -160 °C bis +600 °C
- Regelung der Feuchtigkeit von 5 % bis 95 %
- Zusätzlich zu den verfügbaren Konfigurationen kann die Konfiguration auch immer an Ihre spezielle Anwendung angepasst werden.

## **Kugel-auf-3-Platten-System (T-PTD 200): Höchste Flexibilität in den Bewegungsprofilen und herausragende Präzision**

Das Kugel-auf-3-Platten-System ist eine bewährte Methode zur Messung sowohl geschmierter als auch trockener tribologischer Systeme. Es ermöglicht die Charakterisierung von Haft- und dynamischer Reibung sowie Verschleißmessungen von trockenen und geschmierten tribologischen Kontakten. Das Herz der Messanordnung ist eine selbstausrichtende Aufnahme für unterschiedlichste Probenhalterungen. Dies garantiert eine homogene Kraftverteilung.

- Neun Dekaden Gleitgeschwindigkeit – von wenigen Nanometern pro Sekunde bis zu 3,3 Metern pro Sekunde.
- Kontaktdruck von wenigen kPa bis 1,2 GPa
- Breites Anwendungsspektrum – von Lebensmitteln und Getränken über Schmierstoffe und Fette bis hin zu Metallbearbeitung, Flüssigkeiten usw.
- Große Bandbreite an Probekörpern und Halterungen für individuelle Anwendungen
- Peltier-Heizsystem ermöglicht eine hervorragende Temperaturregelung von -40 °C bis +200 °C
- Auch erhältlich in der Variante T-PTD 200E zur Charakterisierung der elektrischen Eigenschaften des Tribosystems

## **Kugel-auf-drei-Platten-System (T-BTP): Erweiterter Temperaturmessbereich und Simulation von applikationsnahen Umgebungsbedingungen**

Diese Konfiguration ermöglicht Messungen in einem Temperaturbereich von -160 °C bis +600 °C oder bei einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 5 % und 95 %. Es können Normalkräfte bis zu 0,1 N aufgebracht werden. Die Steifigkeit des Messsystems kann durch das patentierte Federsystem eingestellt werden, das die aufgetragenen Normalkräfte in vertikaler Richtung überträgt (Pat. Nr. AT514726A1).

- Profitieren Sie von den kompletten Bewegungs- und Kraftbereichen des MCR-Tribometers mit zusätzlicher Empfindlichkeit bei geringer Kraft
- Nutzen Sie die Vorteile der Konvektionstemperiereinheit (CTD) für tribologische Messungen
- Temperaturbereich von -160 °C bis +600 °C
- Regelung der Feuchtigkeit von 5 % bis 95 %
- In z-Richtung einstellbare Federsteifigkeit mit hervorragenden Dämpfungseigenschaften

## **Pin-on-Disk (T-PID/44)**

Das T-PID/44 ermöglicht Rund-auf-Flach-, Flach-auf-Flach- oder linienförmige Kontakte unter trockenen und geschmierten Bedingungen. Die Federsteifigkeit ist in z-Richtung einstellbar, und ermöglicht so optimale Dämpfungseigenschaften. Die Möglichkeit im oberen und unteren Halter Probekörper aus verschiedenen Materialien zu verwenden, eröffnet ein breites Anwendungsspektrum.

- Kontaktgeometrien von Flach-auf-Flach-Kontakt bis zu Punktkontakt, abrasivem Kontakt, linienförmigem Kontakt und vielen mehr
- Temperaturbereich von -30 °C bis +210 °C
- Vielfältige Anwendungen: z. B. Asphalt, Schmierstoffe und Fette, Kosmetik, Lebensmittel und Getränke, Eis, Knorpel, Biomedizin usw.
- Flach-auf-Flach-Kontaktgeometrie für Anwendungen mit niedrigem Kontaktdruck
- Anpassungsmöglichkeit des Aufbaus zur Aufnahme einer Ring-auf-Scheibe-Testkonfiguration

	Standard-Tribometer (TRB <sup>3</sup> )	Hochtemperatur-Tribometer (THT)
<b>Kraftspezifikation</b>		
Normalkraftbereich	Bis zu 60 N	Bis zu 60 N
Normalkraftauflösung	× (Leergewicht)	× (Leergewicht)
Reibkraftbereich	Bis zu 20 N (5 N optional)	Bis zu 10 N (20 N optional)
Reibkraftauflösung	0,06 mN (0,015 mN optional)	0,03 mN
<b>Drehbewegung</b>		
Geschwindigkeit	0,2 U/min bis 2.000 U/min	0,3 U/min bis 600 U/min (1.500 U/min optional)
Radius	Bis 40 mm	0,5 mm bis 35 mm
Maximales Drehmoment	450 mN.m	450 mN.m
<b>Lineare Hin- und Herbewegung<sup>1)</sup></b>		
Hublänge	Bis 60 mm	×
Geschwindigkeit	Bis zu 370 mm/s	×
Frequenz	0,01 Hz bis 10 Hz	×
<b>Rotierende Hin- und Herbewegung<sup>2)</sup></b>		
Frequenz	0,01 Hz bis 7 Hz	0,01 Hz bis 7 Hz
Winkelamplitude	±5° bis ±150°	±10° bis ± 150°
Winkelaufösung	0,1°	0,1°
<b>Optionen</b>		
Online-Verschleißtiefe	-2 mm bis 2 mm	Bis 1,2 mm
Heizkraft	Bis zu 450 °C in trockenem Zustand Bis zu 150 °C im flüssigen Zustand	Bis zu 1.000 °C
Elektrischer Übergangswiderstand	Bis zu 1.000 Ohm	Bis zu 1.000 Ohm
Vakuum-Niveau	Bis zu 10 <sup>-7</sup> mbar	Bis zu 10 <sup>-7</sup> mbar
Relative Feuchte	15 % bis 95 % <sup>3)</sup>	×

1) Die Spezifikationen für die lineare Hin- und Herbewegung sind von der Kombination aus Hublänge, Frequenz und Masse in der Probenkammer abhängig.

2) Die Spezifikationen für die rotierende Hin- und Herbewegung hängen von der Kombination aus Winkelamplitude, Frequenz und Masse in der Probenkammer ab.

3) Für Tribometer mit Luftfeuchteregelung können kundenspezifische Lösungen angeboten werden.

<b>MCR Tribometer</b>					
<b>Kontaktbedingungen</b>					
Normalkraftbereich	1 N bis 50 N			0,1 N bis 70 N	
Normalkraftauflösung	0,005 N				
Kontakttyp	Punkt, Lager	Punkt	Punkt, Linie, Fläche	Punkt	
<b>Bewegungsbedingungen, kontinuierliche Rotation</b>					
Drehzahlbereich	10 <sup>-6</sup> U/min bis 3.000 U/min	10 <sup>-6</sup> U/min bis 3.000 U/min	10 <sup>-6</sup> U/min bis 1.000 U/min	10 <sup>-6</sup> U/min bis 3.000 U/min	
Geschwindigkeitsbereich Gleiten	10 <sup>-8</sup> m/s bis 3,3 m/s	10 <sup>-8</sup> m/s bis 1,4 m/s	10 <sup>-8</sup> m/s bis 2,3 m/s	10 <sup>-8</sup> m/s bis 1,4 m/s	
Elektro-Tribologie	×	Spannung: 0 kV bis 4 kV Stromstärke: bis zu 1 mA	×	×	
Drehmomentbereich	Bis zu 300 mNm				
Drehmomentauflösung	0,1 nNm				
<b>Bewegungsbedingungen, oszillierende Rotation</b>					
Frequenz	10 <sup>-7</sup> Hz bis 100 Hz				
Winkelamplitude	1 µrad bis ∞ µrad				
Winkelaufösung	10 nrad				
<b>Temperierkammern</b>					
Technologie zur Temperaturregelung	Peltier			Elektrisch	
Messzelle	T-PTD 200	T-PTD 200E	T-PID/44	T-BTP	
<b>Umgebungsbedingungen</b>					
Temperaturbereich	-40 °C bis +200 °C	-40 °C bis +200 °C	-30 °C bis +210 °C	-20 °C bis +180 °C	-160 °C bis +600 °C
Relative Feuchte	×	×	×	5 % bis 95 %	×
<b>Zusätzliche Parameter</b>					
Min. Online-Verschleißtiefe	0,065 µm				

**Markenzeichen: RheoCompass (917 7015, 9176983), Toolmaster (3623873)**

# Software für tribologische Spitzenleistungen

Fortschrittliche Tools, die die Konfiguration, Kontrolle und Analyse vereinfachen.



## TRB- und THT-Software

Die TRB- und THT-Software bietet einen präzisen Echtzeit-Einblick in das tribologische Verhalten und gibt dem Bedienpersonal die volle Kontrolle über komplexe Testsequenzen. Hochgeschwindigkeitsdatenerfassung, intelligente Modellierungstools und automatische Sicherheitsfunktionen sorgen für zuverlässige und wiederholbare Ergebnisse.

Zu den wichtigsten Fähigkeiten gehören:

- Kontinuierliche Reibungssignalerfassung in Echtzeit
- Einstellbare Datenerfassungsrate bis zu 400 Hz
- Programmierbare inkrementelle Geschwindigkeit und Normalkraft innerhalb einer einzelnen Messung
- Benutzerdefinierte Tests für eine flexible Testplanung
- Integrierte Modellierung der Hertzchen Pressung für eine optimale Auswahl der Testparameter
- Multizyklischer Modus mit Hin- und Herbewegungen in Rotation zur Minimierung von Ausrichtungsfehlern
- Automatischer Schwellenwertschutz für Reibkraft und Reibungskoeffizient

## RheoCompass-Software

RheoCompass rationalisiert die Konfiguration, Durchführung und Analyse von tribologischen Experimenten. Klare Aktionsblöcke und eine intuitive Parametersteuerung machen die Testerstellung einfach, während leistungsstarke Visualisierungs- und Analysewerkzeuge eine tiefgehende wissenschaftliche Auswertung unterstützen.

Was Anton Paar auszeichnet:

- Einfache Kontrolle von Normalkraft, Losbrechmoment, Drehzahl, Auslenkwinkel, Temperatur und Luftfeuchtigkeit (optional)
- Vordefinierte Vorlagen für Stribeck-, Haftreibungs- und Verschleißtests
- Testdesigner mit Anleitung für die Erstellung benutzerdefinierter Arbeitsabläufe
- Kombination von sequenziellen Aktionen mit einem sauberen, strukturierten Datenlayout
- Multi-Achsen-Diagramm für flexible Visualisierung
- Anpassbare Routinen für die Analyse nach dem Test
- Automatischer Export von Daten und Berichten nach Abschluss des Tests

# Zuverlässig. Konform. Qualifiziert.



Mehr erfahren

Unsere gut ausgebildeten und zertifizierten Servicetechnikerinnen und -techniker stehen bereit, um Ihr Gerät optimal instand zu halten.

## Maximale Betriebsdauer

Unabhängig davon, wie intensiv Sie Ihr Gerät nutzen: Wir helfen Ihnen, es in einem perfekten Zustand zu halten und Ihre Investition zu schützen. Auch nach Abkündigung eines Gerätes stellen wir Ihnen über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren jeden Service und jedes Ersatzteil zur Verfügung, das Sie benötigen könnten.

## Garantieprogramm

Wir sind von der hohen Qualität unserer Messgeräte überzeugt. Deshalb gewähren wir eine umfassende dreijährige Garantie. Dafür stellen Sie lediglich sicher, dass Sie den entsprechenden Wartungsplan einhalten. Es ist möglich, die Garantie für Ihr Gerät auch über das Ablaufdatum der Garantie hinaus zu verlängern.

## Kurze Antwortzeiten

Wir wissen: Zeit ist Geld! Daher beantworten wir Ihr Anliegen innerhalb von 24 Stunden. Bei uns erhalten Sie unkomplizierte Hilfe von erfahrenen Personen, nicht von computerunterstützten Universallösungen.

## Weltweites Servicenetz

Unser großes Servicenetzwerk für Kundinnen und Kunden umfasst 85+ Standorte mit mehr als 600 zertifizierten Servicetechnikerinnen und -technikern. Die Lage Ihres Standortes spielt keine Rolle: Eine Servicetechnikerin oder ein Servicetechniker von Anton Paar ist immer in Ihrer Nähe.



