

## Mikrohärte-Produktlinie

Messsysteme für die Instrumentierte Eindringprüfung

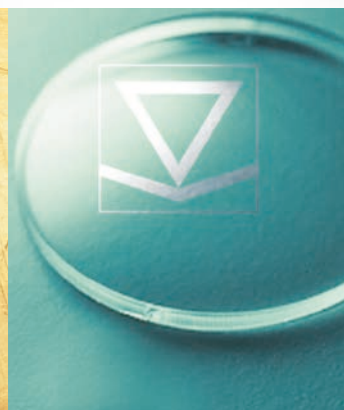




 Schichtdicke



 Materialanalyse



 Mikrohärte

## Wissen, Kompetenz, Erfahrung

Nach diesem Grundsatz entwickelt man bei FISCHER seit 1953 innovative Messtechnik für die Schichtdickenmessung, Materialanalyse, Mikrohärtebestimmung und Werkstoffprüfung. Messtechnik von FISCHER ist heute überall auf der Welt im Einsatz, wo Richtigkeit, Präzision und Zuverlässigkeit gefordert sind.

## Forschung und Entwicklung

Der Anspruch, technisch führende Produkte zu bauen, erklärt den starken Fokus auf Forschung und Entwicklung. Alle FISCHER-Produkte werden in Deutschland entwickelt und gefertigt. Dabei kooperiert FISCHER eng mit Universitäten und Forschungsinstituten.

Am Standort Deutschland arbeiten über 20 Prozent der Beschäftigten in der Forschung und Entwicklung. Hochqualifizierte Ingenieure und Wissenschaftler, spezialisiert auf Physik, Chemie, Elektronik, Ingenieurswesen und Informatik, entwickeln laufend neue, innovative Produkte und Verfahren.

## Produktionsstandort Deutschland

Um dem hohen Qualitätsanspruch an die Produkte gerecht zu werden, hat FISCHER eine sehr hohe innerbetriebliche Fertigungstiefe. In den Produktionsstätten arbeiten hochqualifizierte Mitarbeiter an modernsten Maschinen. „Made in Germany“ ist ein wichtiger Bestandteil der FISCHER-Philosophie. Das Qualitätsbewußtsein ist so ausgeprägt, dass auch kleinste, scheinbar unwichtige Details Beachtung finden.

## Produktspektrum

Das Produktsortiment von FISCHER umfasst ein breites Spektrum an Mess- und Analysegeräten für die unterschiedlichsten Anwendungen und Industrien. Dabei kommen die jeweils passenden Messverfahren zum Einsatz, für ein Maximum an Richtigkeit und Präzision. Ob magnetinduktiv oder mit Wirbelstrom, mit dem Beta-Rückstreuverfahren, coulometrisch, per Mikrohärte oder Röntgenfluoreszenz – FISCHER hat die richtige Technologie. Weltweit vertrauen Industrie, Forschung und Wissenschaft auf die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Geräte. Dieser Verantwortung stellt sich FISCHER mit einer konsequenten Entwicklungs- und Qualitätsstrategie für moderne Messsysteme und innovative Software.



## Pionier der Mikrohärte-Messtechnik

Als einer der Pioniere der Mikrohärte-Messtechnik hat FISCHER sehr früh das immense Potenzial der instrumentierten Eindringprüfung zur Mikrohärtebestimmung erkannt. Bereits 1985 kam das erste Mikrohärtemessgerät FISCHERSCOPE® H100 auf den Markt, das nach dieser Methode arbeitet. Viele Messgeräte dieser ersten Generation sind noch heute im Einsatz.



 **Werkstoffprüfung**



# Die Instrumentierte Eindringprüfung – Bestimmung mechanischer Eigenschaften im Nanometerbereich

Die hohen Anforderungen der modernen Oberflächentechnik erfordern immer leistungsfähigere Messverfahren und -systeme, um die unterschiedlichen Beschichtungen und Werkstoffe zu charakterisieren. Egal ob sehr harte, sehr dünne oder viskoelastische Beschichtungen – mit den hochpräzisen und benutzerfreundlichen Geräten für die Instrumentierte Eindringprüfung hat FISCHER die optimalen Messsysteme für nahezu jede Anwendung.

Neben der Martenshärte werden auch andere Kenngrößen wie das elastische Eindringmodul oder das Kriechverhalten von Werkstoffen sowie andere Werkstoffparameter sicher bestimmt. Haupteinsatzgebiete sind Lackschichten, galvanischen Schichten, Hartstoffschichten, Polymere, Metalle und Beschichtungen auf Gläsern. Die Mikrohärt-Messsysteme von FISCHER messen dort, wo klassische Messverfahren an ihre Grenzen stoßen – im Nanometerbereich – schnell, präzise und effektiv.

## Normen für die Härtemessung

**1987:** Beginn der Normenbestrebungen für die Härtemessung unter Last. Erste Veröffentlichung von W. Weiler und Helmut Fischer zum Thema „Mikrohärtemessung auf Knopfdruck“

**1999:** DIN-Norm 50359-1 bis -3 unter maßgeblicher Mitarbeit von FISCHER

**2000:** Internationale Norm DIN EN ISO 14577. Mit im Normungsausschuss: FISCHER

**Aktuell:** Revision der Norm DIN EN ISO 14577-1 bis -3 unter maßgeblicher Mitarbeit von FISCHER

## Instrumentierte Eindringprüfung

Alle Geräte von FISCHER arbeiten nach dem Verfahren der Instrumentierten Eindringprüfung zur Bestimmung der Martenshärte (HM). Anders als bei anderen Härtemessverfahren wird dabei nicht nur das plastische Verhalten des Werkstoffes bestimmt, sondern es können aus der Messkurve auch weitere Werkstoffparameter wie zum Beispiel das Elastische Eindringmodul  $E_{IT}$ , die Eindringhärte  $H_{IT}$  und das Eindringkriechen ( $C_{IT}$ ) sowie plastische und elastische Verformungsarbeiten ermittelt werden.

## Funktionsweise der Instrumentierten Eindringprüfung

Bei der Instrumentierten Eindringprüfung dringt der Indentor (Eindringkörper) mit einer vorgegebenen Kraft in das Prüfteil ein. Dabei wird die Eindringtiefe kontinuierlich gemessen. Durch die hohe Auflösung von Kraft ( $\leq 100$  nN bzw.  $\leq 400$  nN) und Weg (40 bzw. 100 pm) sind die Härtemessgeräte von FISCHER für die verschiedensten Anwendungen und Materialien einsetzbar. Mit der Instrumentierten Eindringprüfung lassen sich die Materialeigenschaften auch von dünnen Schichten bestimmen, z.B. auf Sensoren, Gläsern oder Datenträgern. Sogar sehr weiche Materialien können gemessen werden, wie z.B. Elastomere.

Dort stößt die klassische Vickers-Härtemessung, bei der ein Indentor unter festgelegten Bedingungen in das Prüfteil gedrückt und anschließend die Geometrie des bleibenden Eindrucks optisch vermessen wird, schnell an ihre Grenzen. Der bei der Vickers-Härtemessung ermittelte Härtewert ist nur ein Maß für plastische Materialeigenschaften und enthält keine Informationen über die elastischen Eigenschaften.



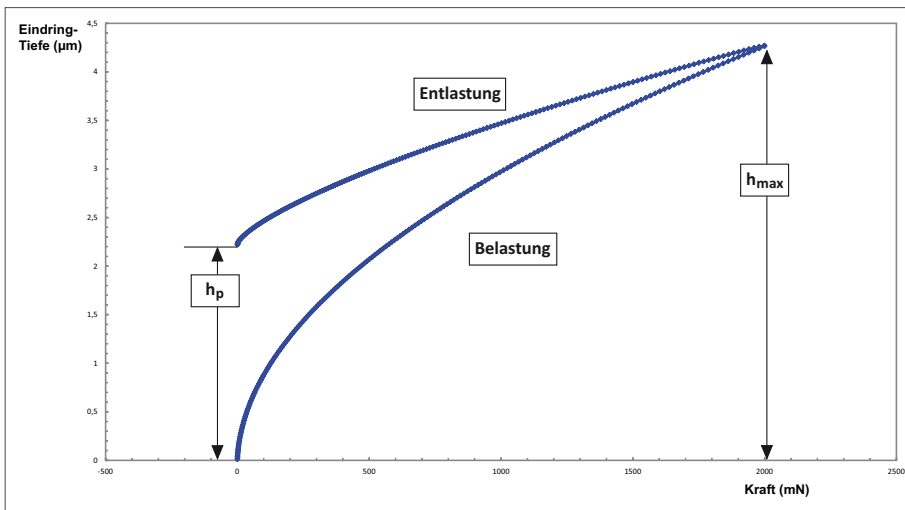
**1985 FISCHERSCOPE® H100:**  
Erstes Mikrohärt-Messsystem



**1999 FISCHERSCOPE® H100 C:**  
Neues Design, verbesserte Abstandsmessung, höhere Kraftauslösung, Integration einer XY-Ansteuerung, neue Software



**2004 FISCHERSCOPE® HM2000 und PICODENTOR® HM500:**  
Größerer Kraftbereich (HM2000), höhere Schwingungsstabilität für den industriellen Einsatz



$h_{max}$ : Maximale Eindringtiefe während der Prüfung

$h_p$ : Verbleibende Tiefe des Eindrucks nach Beendigung des Prüfvorgangs, plastischer Anteil

Ablauf eines Prüfvorgangs bei der Instrumentierten Eindringprüfung

### Vorteile der Instrumentierten Eindringprüfung

- Messen von elastischen und plastischen Materialeigenschaften mit einer Messung
- Messen von dünnen Schichten ohne Beeinflussung durch den Grundwerkstoff
- Kein Einfluss durch Bediener, da teilweise automatisiertes Messverfahren
- Tiefenabhängige Informationen über Kenngrößen

Alle Geräte verfügen zusätzlich über die Messmethode ESP (Enhanced Stiffness Procedure). Damit können  $H_{IT}$  und  $E_{IT}$  tiefenabhängig bestimmt werden.

### Messbare Werkstoffkenngrößen

Messung und Berechnung der Werkstoffkenngrößen gemäß DIN EN ISO 14577-1 und ASTM E 2546:

- Martenshärte  $HM$
- Eindringhärte  $H_{IT}$  (umwertbar in HV)
- Elastischer Eindringmodul  $E_{IT}$
- Eindringkriechen  $C_{IT}$
- Prozentualer elastischer Verformungsanteil  $\eta_{IT}$  der Eindringarbeit  $W_{elast}/W_{total}$
- Weitere Kenngrößen, wie die Martenshärte bei einer bestimmten Prüfkraft, plastischer Verformungsanteil usw.



MIKROHÄRTE



**2011 Neue Gerätegeneration** mit kompaktem und formstabilem Design, hochpräzisem, programmierbarem XY-Tisch, motorisierter Z-Achse und verbesserter Optik



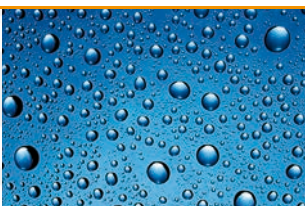
**2013 Ständige Weiterentwicklungen** wie z.B. die Integration eines AFM (Atomic Force Microscope) oder eines Heiztisches machen die Messsysteme noch leistungsfähiger und vielseitiger



Das kompakte **FISCHERSCOPE® HM2000 S** ist das kostengünstige Einstiegsgerät für die Mikrohärtebestimmung von Schichten im Mikrometerbereich, d.h. für Schichtdicken größer 1 – 2  $\mu\text{m}$ . Proben mit einfacher Teilegeometrie werden manuell positioniert. Die Verdrehsicherung am Stativ zur sicheren Probenpositionierung und der stabile Aufbau mit Naturhartgesteinplatte (vgl. Granit) helfen, Messfehler zu vermeiden sowie Einflüsse z.B. durch Vibration zu reduzieren. Für anspruchsvollere Messobjekte oder semiautomatisiertes Messen kann das Gerät mit einer programmierbaren

Positioniervorrichtung ausgerüstet werden. Neben der Martenshärte können auch andere plastische und elastische Eigenschaften wie die Eindringhärte, das Eindringmodul oder das Kriechverhalten bestimmt werden.

Das HM2000 S wird von führenden Automobil- und Lackherstellern in der Entwicklung und in der Qualitätskontrolle eingesetzt. Aber auch in der Galvanik oder zur Prüfung von Hartstoffschichten kommt es häufig zum Einsatz.



Bestimmen von Witterungseinflüssen auf Lackschichten



Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Lackschichten



Prüfung der Verschleißfestigkeit dünner Eloxalschichten auf Alu-Profilen

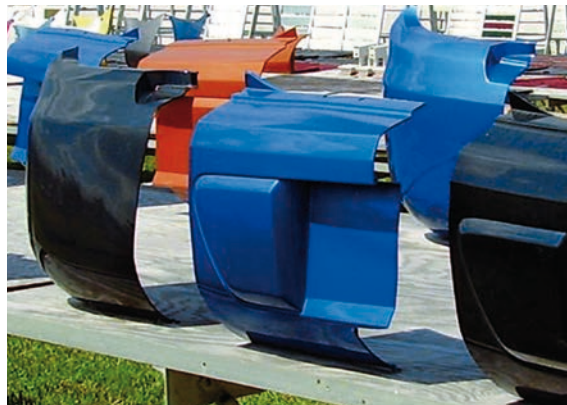
### Charakterisierung von Harteloxal-Schichten

Harteloxal-Schichten zeichnen sich durch eine hohe Abrieb- und Verschleißfestigkeit sowie eine hohe Korrosionsbeständigkeit aus. Deshalb werden sie auch für Kolben und Zylinder oder Getriebe im Automobilbereich eingesetzt. Mit dem HM2000 S kann die Verschleißfestigkeit von Harteloxal-Schichten sehr einfach über die mechanischen Eigenschaften bestimmt werden, und zwar nicht nur im Labor, sondern auch in der laufenden Fertigung.

### Mechanische Charakterisierung von Lackschichten

Lackschichten kommen in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen vor, wie bei der Beschichtung von Metallen, in der Haushaltstechnik sowie in der Automobil- oder Elektronikindustrie. Die Hauptaufgaben sind Protektion, Dekoration und Funktion (besondere Oberflächeneigenschaften, z.B. veränderte elektrische Leitfähigkeit). Durch Bestimmung der plastischen und elastischen Eigenschaften von Lackschichten mit der Instrumentierten Eindringprüfung können Rückschlüsse auf die Härte, die Elastizität, den Vernetzungsgrad und die Beständigkeit gegenüber UV-Strahlung gezogen werden. Sollen Ergebnisse unterschiedlicher Lacke verglichen werden, müssen für alle Eindringversuche die gleichen Versuchsbedingungen eingehalten werden. Solche Analysen können mit dem HM2000 S einfach und schnell durchgeführt werden.

Um Umwelteinflüsse wie Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit und aggressive Medien auf die Eigenschaften der Lackschicht zu prüfen, werden beschichtete Teile in Bewitterungsanlagen der Witterung ausgesetzt. Durch die Witterung steigt die Härte der Lackoberfläche und die Elastizität nimmt ab. Mit dem HM2000 S können die Auswirkungen von Witterungseinflüssen auf Lackschichten leicht nachgewiesen werden.



Freibewitterungsanlage zur Prüfung von Lacken gegenüber Witterungseinflüssen, Abb.: Atlas Material Testing GmbH

#### Merkmale

- Schnelle Messung ohne aufwändige Probenvorbereitung, deshalb für Labor und Produktionskontrolle geeignet
- Bedienerfreundliche manuelle Probenpositionierung
- Intuitive Bedienung mit der Software WIN-HCU®

#### Optional:

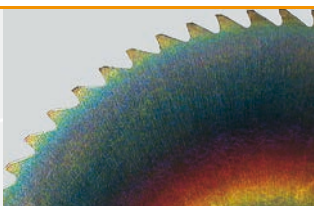
- Geschlossene Messkammer zur Vermeidung von externen Einflüssen wie z.B. Luftströmungen durch Klimaanlage
- Zusätzliche Naturhartgesteinplatte mit Dämpfungsfüßen zur Reduktion von Vibrationseinflüssen

#### Typische Einsatzgebiete

- Messungen an Prüfteilen mit einfacher Geometrie
- Lack-, Kunststoff- oder Hartstoffschichten (PVD, CVD)
- Galvanische Schichten (dekorativ, funktional)



MIKROHÄRTE



Hartstoffschichten auf Werkzeugen



Bestimmung der Eigenschaften von Lacken auf verschiedenen Werkstoffen





Mit dem Messsystem **FISCHERSCOPE® HM2000** kann die Mikrohärtigkeit von Schichten dicker als 1 – 2 µm präzise bestimmt werden. Auch Messungen auf weichen Materialien wie beispielsweise Gummi oder Polymere sind sicher durchführbar. Der Aufbau des Messsystems aus Naturhartgestein (vgl. Granit) gewährleistet eine hohe Formstabilität und geringe Temperaturexpansion, zudem reduziert er den Einfluss von Vibrationen. Der programmierbare XY-Tisch und die motorische Z-Achse ermöglichen halbautomatisierte Messungen auf mehreren Proben mit hohem Durchsatz bei sehr einfacher Handhabung. Durch das integrierte Mikroskop

mit drei verschiedenen Vergrößerungen eignet sich das HM2000 auch für anspruchsvolle Messaufgaben mit schwierigen Positionierungen.

Die modulare Bauweise erlaubt eine kundenspezifische Gerätekonfiguration und spätere Aufrüstung des Gerätes z.B. mit einer noch höher auflösenden Optik oder einem Messtisch mit höherer Wiederholgenauigkeit. Selbst die Aufrüstung mit einem Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope, AFM) oder einem Heiztisch für temperaturabhängige Messungen ist möglich.



*Härtebestimmung von Hartloxoal-Schichten auf Kolben*



*DLC-Schichten auf Zahnrädern*



## Galvanische Beschichtungen

Die Galvanotechnik steht vor großen Herausforderungen. Einerseits verlangen Verordnungen die Substitution von etablierten Chemikalien durch umweltschonendere Substanzen, andererseits steigen die Anforderungen der Industrie an die Beschichtungen. Die Prozesse müssen entsprechend dieser neuen Anforderungen umgestellt und optimiert werden. Um dennoch eine gleichbleibende Qualität der Beschichtungen gewährleisten zu können, müssen die elastischen und plastischen Eigenschaften prozessbegleitend überwacht werden. Mit dem HM2000 geht das schnell und präzise sowohl im Labor als auch in der laufenden Fertigung.



Ein typisches Einsatzgebiet des HM2000 sind Galvaniken

## Hartstoffschichten

In der industriellen Fertigung steigen die Ansprüche an Werkzeuge permanent. Neue Werkstoffe (z.B. hochlegierte Stähle) und höhere Schnitt- und Bearbeitungsgeschwindigkeiten verlangen nach neuen Werkzeugbeschichtungen, die z.B. mit dem PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition) aufgebracht werden. Typische Hartstoffschichten sind z.B. TiN, TiAlN und CrN, die eine Vickershärte im Bereich von ca. 2000 bis 3000 HV<sub>0,05</sub> und Schichtdicken von ca. 1 bis 15 µm aufweisen.

Die Qualitätssicherung bei beschichteten Werkzeugen setzt eine zuverlässige Bestimmung der mechanischen Eigenschaften voraus. Konventionelle Härteprüfgeräte

sind dafür nur bedingt geeignet, weil sie mit zu großen Prüfkraften arbeiten. Die Prüfkörper durchdringen die Beschichtungen und messen eine Mischhärte aus Schutzschicht und Grundwerkstoff. Um die Schichtstärke exakt zu ermitteln, darf die Eindringtiefe maximal ein Zehntel der Schichtdicke betragen (Bückle-Regel). Für diese Aufgaben mit Schichtdicken > 1 µm ist das HM2000 optimal geeignet.

### Merkmale

- Schnelle Messung ohne aufwändige Probenvorbereitung, deshalb für Labor und Produktionskontrolle geeignet. Für die Anfahrt der Messposition und die Nullpunktbestimmung benötigt das HM2000 nur 30 Sekunden.
- Programmierbarer XY-Tisch für automatisierte Messungen mit Wiederanfahrngenauigkeit von +/- 2 µm
- Einfache Handhabung durch motorisierte Z-Achse
- Mikroskop mit drei verschiedenen Vergrößerungen zur präzisen Positionierung der Messstelle
- Intuitive Bedienung mit der individuell konfigurierbaren Software WIN-HCU®
- Durch den Aufbau aus Naturhartgestein (vgl. Granit) ist das Gerät sehr formstabil, hat eine geringe Temperaturexpansion und wird unempfindlicher gegen Vibrationen

Optional:

- Aktiver Dämpfungstisch und geschlossene Messkammer zur Reduktion von Vibrationseinflüssen

### Typische Einsatzgebiete

- Lack-, Kunststoff- oder Hartstoffschichten (PVD, CVD)
- Galvanische Schichten (dekorativ, funktional)
- Werkstoffe speziell für die Medizintechnik
- Elektronische Bauelemente, Bond-Drähte etc.
- Automatisierte Messungen auf mehreren Proben



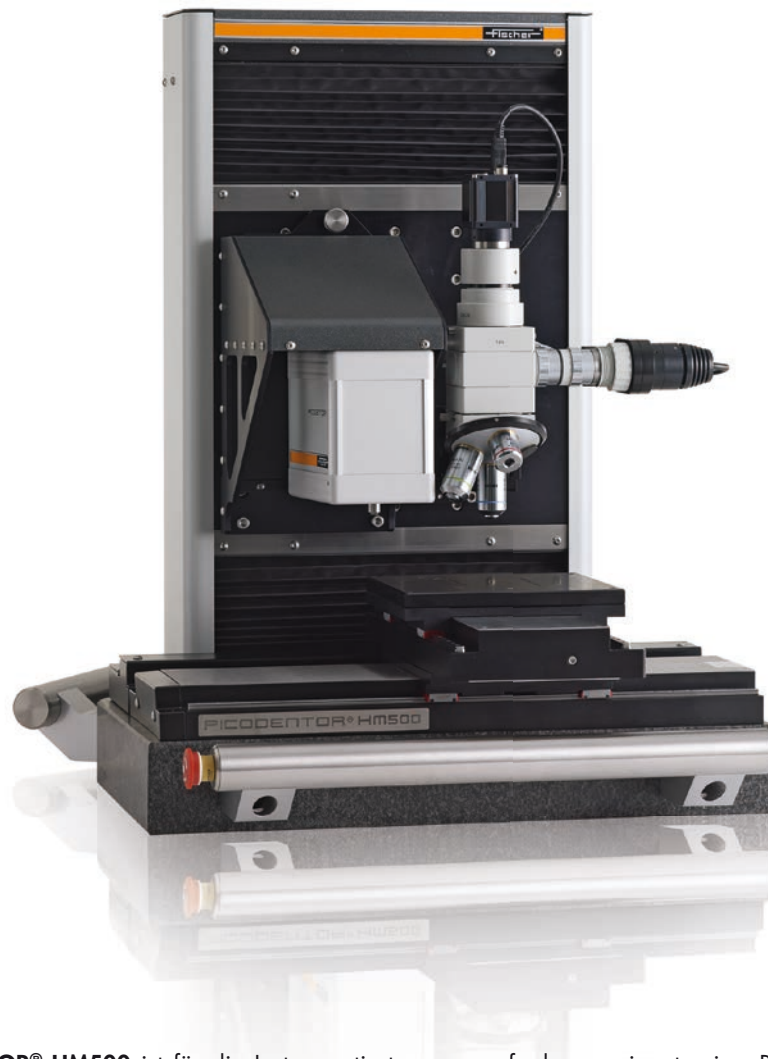
MIKROHÄRTE



Galvanische Beschichtungen



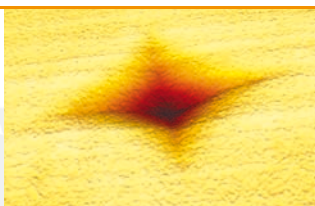
Mikrohärtebestimmung an einem Getriebegehäuse



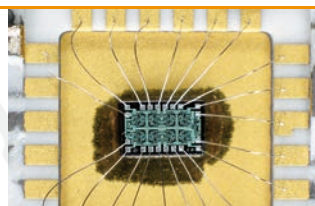
Der **PICODENTOR® HM500** ist für die instrumentierte Eindringprüfung bei Schichten im Nanometerbereich, d.h. für Schichtdicken kleiner  $1\ \mu\text{m}$  optimiert. Neben der bewährten Basis aus Naturhartgestein (vgl. Granit) gehört zur Ausstattung des Messsystems ein hochpräziser, programmierbarer XY-Tisch, ein lichtstarkes Mikroskop mit standardmäßig drei verschiedenen Objektiven, ein aktiver, piezobasierter Schwingungsdämpfungstisch, sowie eine geschlossene Messkammer. Damit ist der PICODENTOR HM500 für anspruchsvollste Mess-

aufgaben geeignet, wie z.B. die Bestimmung der plastischen und elastischen Eigenschaften an Querschliffen oder von Bond-Drähten in der Halbleiterindustrie.

Für eine exakte Charakterisierung von Probenoberflächen kann das Messsystem zusätzlich mit einem Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope, AFM) ausgerüstet werden. Damit können kleinste Materialveränderungen im Nanometerbereich sichtbar gemacht werden.



*Eindruck eines Vickers-Diamanten*



*Mikrohärtebestimmung auf Bonddrähten*

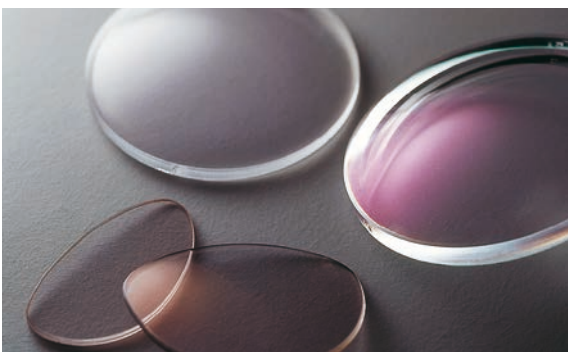
## Steckkontakte

Mit der Instrumentierten Eindringprüfung lassen sich wichtige Eigenschaften von Steckkontakten bestimmen, wie z.B. die Abriebfestigkeit und Bondfähigkeit. Die Kontaktflächen werden selektiv vergoldet (Martens-Härte je nach Legierung zwischen 1200 und 6000 N/mm<sup>2</sup>), wobei aus Kostengründen mit Schichtdicken bis unter 1 µm gearbeitet wird. Die Messaufgabe ist in mehrerer Hinsicht anspruchsvoll: Die äußerst dünne Beschichtung bedarf eines extrem sensiblen Aufsetzens des Indentors auf die Probe zur korrekten Nullpunktbestimmung, welche die Grundlage für richtige Messergebnisse ist. Gleichzeitig erfordern die geringen Abmessungen der Steckkontakte eine äußerst präzise Positionierung.

Mit dem PICODENTOR HM500 können selbst solche herausfordernden Messaufgaben mit höchster Genauigkeit gelöst werden. So sind bei der Messung der Martens-Härte von 0,2 µm dicken Goldschichten Variationskoeffizienten von unter 5 % erreichbar.

## Brillengläser aus Kunststoff

Kunststoffgläser für Brillen erhalten mehrere Beschichtungen unterschiedlicher Dicken im Nanometerbereich, um eine kratzfeste, schmutzabweisende und entspiegelte Oberfläche zu erreichen. Die Prüfung der mechanischen Eigenschaften solcher dünner Schichten erfordert ein Messsystem mit einer hochpräzisen Wegmessung im Pikometerbereich und einer Kräfteerzeugung bis herunter auf wenige Mikronewton.



Prüfung der Schutzschichten auf Kunststoff-Brillengläsern

## Merkmale

- Schnelle Messung ohne aufwändige Probenvorbereitung, deshalb für Labor und Produktionskontrolle geeignet. Für die Anfahrt der Messposition und die Nullpunktbestimmung benötigt der HM500 nur 60 Sekunden.
- Messungen auch auf kleinsten Strukturen dank hochpräzise XY-Tisch mit einer Wiederanfahr-Genauigkeit von  $\leq 0,5 \mu\text{m}$
- Sehr einfache Handhabung durch automatische Objektiverkennung und motorisierte Z-Achse mit Autofokus
- Mikroskop mit drei verschiedenen Vergrößerungen zur präzisen Positionierung der Messstelle
- Durch den Aufbau aus Naturhartgestein (vgl. Granit) ist das Gerät sehr formstabil, hat eine geringe Temperaturexpansion und wird unempfindlicher gegen Vibrationen
- Aktiver Dämpfungstisch und geschlossene Messkammer zur Reduktion von Schwingungseinflüssen
- Intuitive Bedienung mit der individuell konfigurierbaren Software WIN-HCU®

## Typische Einsatzgebiete

- Hartstoffschichten und ultradünne DLC-Schichten
- Schmutzabweisende Schichten (z.B. Sol-Gel-Schichten)
- Beschichtungen von PC-Festplatten/CDs
- Dünne Lackschichten
- Ionenimplantierte Oberflächen
- Nanoschichten bei Sensoren
- Implantate/Medizintechnik
- Matrixeffekte in Legierungen
- Biologische Materialien
- Keramische Werkstoffe
- Härtegradbestimmung an Mikroschliffen
- Automatisierte Messungen auf mehreren Proben



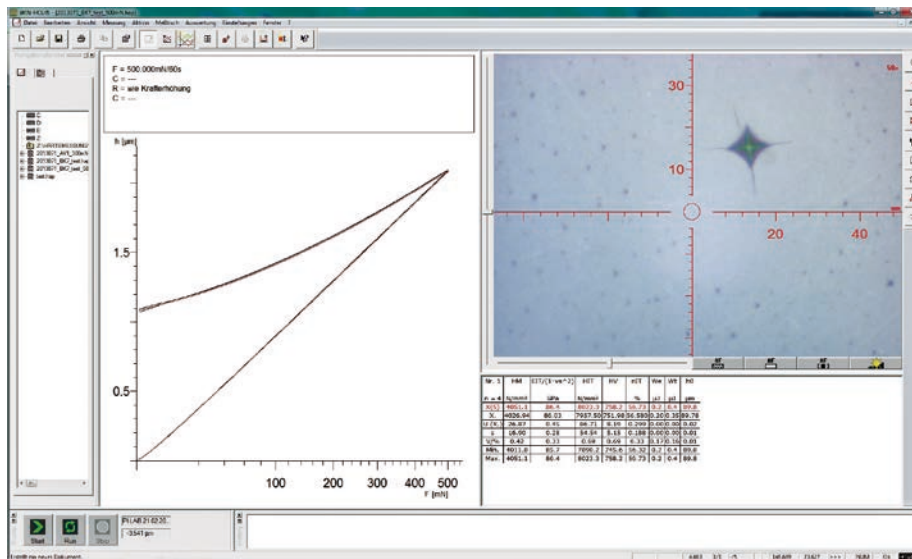
MIKROHÄRTE



Kontakte einer Leiterplatte



Automatisierte Messungen auf einem Wafer



Das WIN-HCU-Hauptfenster zeigt das Videobild der Messstelle (nicht bei HM2000 S), die graphische Darstellung der aktuellen Messung und eine Tabelle mit den aktuellen Messparametern

Alle FISCHER-Härtemessgeräte werden mit einem Windows®-PC geliefert, auf dem die Software WIN-HCU® installiert ist. Die Software steuert die Härtemessgeräte und sorgt für die Auswertung der vom Messgerät gelieferten Signale. Die ermittelten Messwerte werden gespeichert und auf dem Monitor dargestellt. Die Ergebnisse der Messung können mit WIN-HCU komfortabel als Protokoll gestaltet, ausgedruckt und an andere Programme (z.B. Excel®) exportiert werden. Die Software ist intuitiv bedienbar und individuell konfigurierbar, z.B. kann man Nutzer mit verschiedenen Berechtigungen anlegen. Die Sprache ist umschaltbar, neben Deutsch und Englisch stehen z.B. Chinesisch und Japanisch zur Verfügung. Der Software liegen die Normen DIN ISO 14577-1 und ASTM E 2546 zugrunde.

### Programmierbarer Prüfzyklus

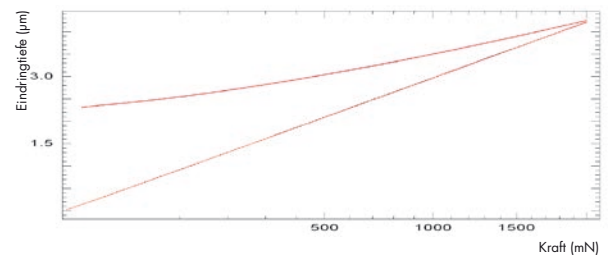
Die Parameter für den Prüfzyklus können individuell definiert werden z.B.:

- Maximale Prüfkraft
- Kraftreduzierung, Kriechen
- Zeiten der Kraft-Aufbringung und Kraft-Rücknahme

Damit können Messabläufe benutzerdefiniert gestaltet und wesentlich mehr Aussagen über ein Material gemacht werden, als mit einer konventionellen Härtemessung. Die definierten Parameter können gespeichert werden, um später die Messung mit identischen Parametern z.B. mit verschiedenen Werkstoffen zu wiederholen.

### Messung mit der Standardmethode

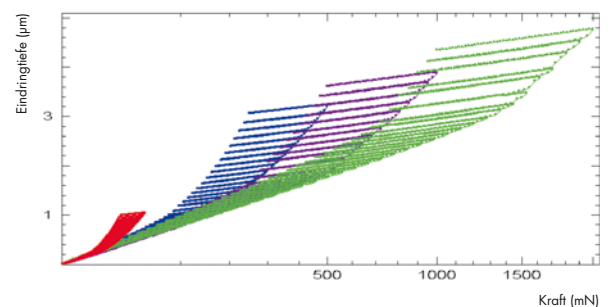
Bei der Messung mit der Standardmethode dringt der Prüfkörper mit einer definierten Kraft über eine festgelegte Zeit in den Messgegenstand ein (Belastung/Krafterhöhung) und wird anschließend, ebenfalls in einer festgelegten Zeit, wieder entlastet (Kraftreduzierung).



Eindringtiefe-Kraft-Diagramm für eine Messung mit der Standardmethode

### Messung mit ESP-Methode

Wird nach der ESP-Methode (Enhanced Stiffness Procedure) gemessen, erfolgt eine schrittweise Be- und Entlastung (Krafterhöhung und Kraftreduzierung). Dies ermöglicht eine schnelle kraft- und tiefenabhängige Bestimmung von Kenngrößen wie  $E_{IT}$ ,  $H_{IT}$  oder HV an ein- und demselben Probenort.



Eindringtiefe-Kraft-Diagramm für eine Messung mit der ESP-Methode



### Statistik und SPC-Karte

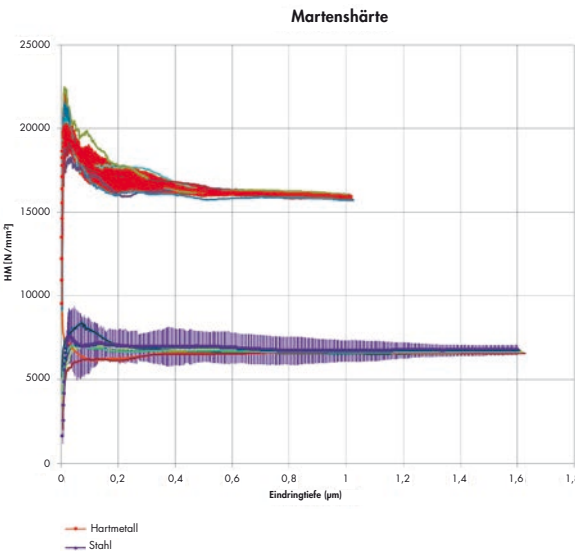
Mit der WIN-HCU Software werden statistische Kenngrößen wie Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient, Erwartungswert, größter Wert, kleinster Wert und Spannweite etc. berechnet.

Zur schnellen und übersichtlichen Überprüfung der Qualität z.B. eines Beschichtungsprozesses in der laufenden Fertigung, können die Messergebnisse in einer SPC-Regelkarte mit eingezeichneten Eingriffsgrenzen (OEG und UEG) dargestellt werden. Die Toleranzgrenzen (OGW und UGW) und die berechneten Prozessfähigkeitsfaktoren  $C_p$  und  $C_{pK}$  werden zusätzlich als Zahlenwerte angezeigt. Dabei ist die Gruppengröße einstellbar.

### Graphische Darstellung

Die Software bietet die Möglichkeit der graphische Darstellung aller Messergebnisse mit beliebiger Definition und Skalierung der Diagrammachsen, z.B.:

- Eindringtiefe-Kraft-Diagramme
- Härte-Kraft-Diagramme
- Kraft-Zeit-Diagramme
- Mittelwertkurven inkl. Standardabweichung
- Vergleich verschiedener Messreihen innerhalb einer Grafik



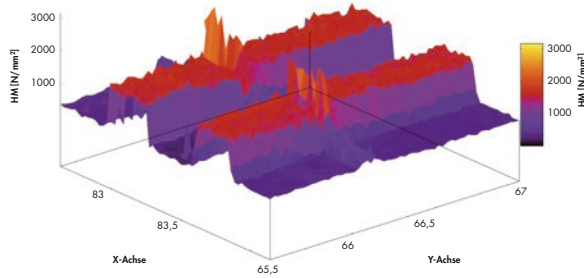
Martenshärte-Eindringtiefen-Diagramme von Hartmetall und Stahl

### Bestimmung der Vickers-Härte (HV) und der Knoop-Härte (HK) mittels optischer Messung

Neben der Umwertung der Eindringhärte ( $H_{IT}$ ) kann die Vickers-Härte auch direkt optisch vermessen werden. Die Verwendung eines speziellen Indentors erlaubt auch die optische Bestimmung der Knoop-Härte (nicht bei HM2000 S).

### 3D-Darstellung

Neben der Darstellung als zweidimensionales Diagramm können die gemessenen Daten auch in Form einer 3D-Darstellung betrachtet werden. Damit lassen sich die einzelnen Größen entlang einer Linie oder über eine Fläche darstellen.



3D-Darstellung der Martenshärte gemessen am Querschnitt einer Herzklappe

### Korrektur von Formabweichungen beim Indentor

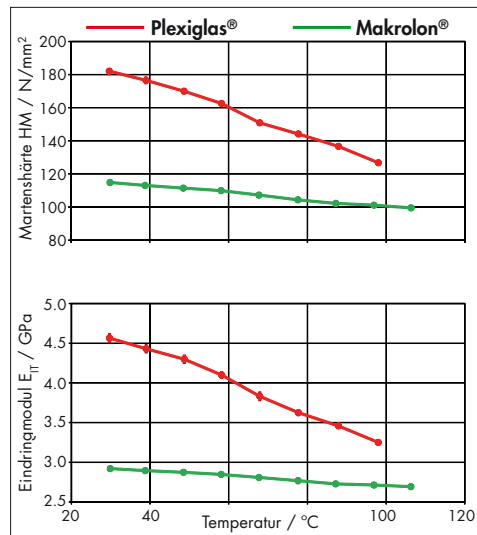
Die Formabweichung (Dachkante, Spitzenverrundung) des Indentors kann durch eine einfache Ermittlung der Korrekturfunktion mit der WIN-HCU bestimmt werden. Dazu stehen zwei Methoden zur Verfügung: Die Bestimmung der Formkorrektur über die Materialkonstante (Elastizitäts-Modul) oder mit Hilfe der Kenngröße HM (Martens-Härte) anhand eines Referenzmaterials (z.B. BK7).



MIKROHÄRTE

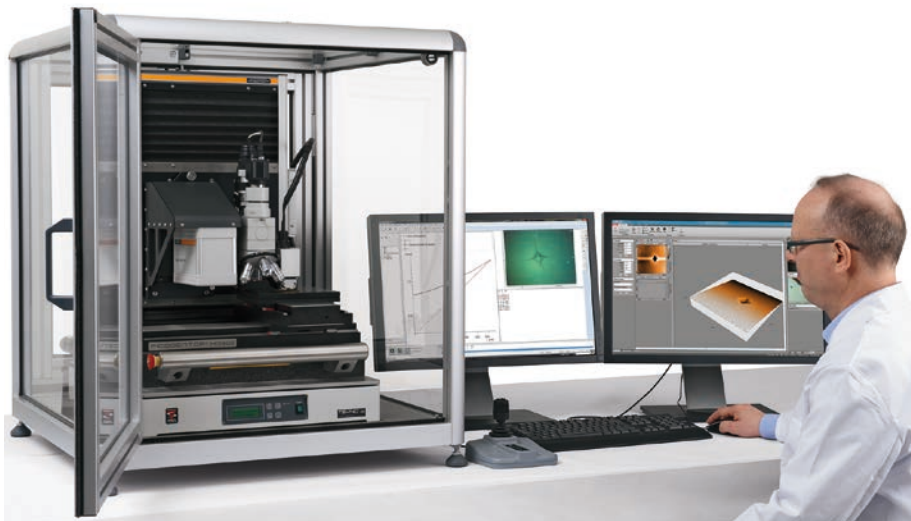
### Temperaturabhängige Messung

Für die Analyse der mechanischen Eigenschaften, insbesondere von Kunststoffen und Lacken, spielt die Temperatur eine entscheidende Rolle. In Kombination mit dem Heitzisch SHS200 bietet die Software die Möglichkeit, die temperaturabhängigen Veränderungen der verschiedenen Kenngrößen zu messen und darzustellen.



Temperaturabhängigkeit  $H_M$  und  $E_{IT}$  Plexiglas® und Makrolon®

## AFM (Atomic Force Microscope)



PICODENTOR® HM500  
mit Messkammer und Rasterkraftmikroskop

### Visualisierung und Quantifizierung von Strukturen im Nanometerbereich

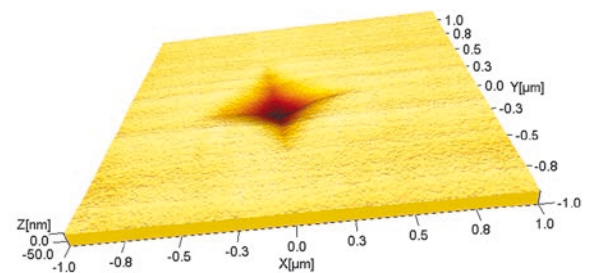
Um weitere Aussagen über die Materialeigenschaften zu erhalten, können die Messsysteme optional mit einem Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope, AFM) aufgerüstet werden.

Der programmierbare XY-Tisch mit einer Wiederanfahr-  
genauigkeit  $\leq 0,5 \mu\text{m}$ , der aktive Schwingungsdämpfungs-  
tisch und die geschlossene Messkammer bieten dabei ideale Voraussetzungen für zusätzliche AFM-Messungen (teilweise optional für HM2000).

Ein AFM tastet eine Probenoberfläche physisch ab. Dazu hat das AFM einen „Cantilever“ mit einer sehr feinen Siliziumspitze, um Höhenunterschiede zu messen. Die Messfläche wird linienweise abgescannt und die Höheninformation Punkt für Punkt hochgenau erfasst. Die Auflösung in XY-Richtung liegt bei ungefähr 10 nm.

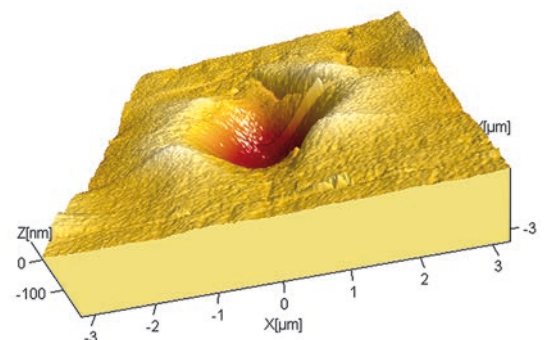
Die gewonnenen Daten lassen sich unterschiedlich darstellen: Neben der Topographie der Oberfläche, die das Höhenprofil zeigt, bietet das AFM noch die Möglichkeit, die Phase und die Amplitude der Schwingung des Cantilevers zu bestimmen. Diese beiden Parameter geben Auskunft über zusätzliche Materialeigenschaften. Insbesondere Eindrücke des Indentors bei kleinsten Maximalkräften lassen sich mit Hilfe des AFM ideal darstellen.

In der 3D-Darstellung erkennt man die typisch pyramidale Form eines Vickersindentors. Damit bietet das AFM die Möglichkeit, optisch nicht mehr sichtbare Strukturen zu betrachten.



AFM-Messung (3D-Darstellung) eines Eindrucks mit einer Maximalkraft von 5 mN, Skala z-Achse: 50 nm

Nachfolgende Grafik zeigt die Messung auf Wolfram ( $F_{\text{max}} = 50 \text{ mN}$ ). Am Rand des Indentor-Eindrucks wölbt sich das Material auf, ein Pile Up (Aufwölbung) entsteht. Dieses Verhalten ist eine charakteristische Eigenschaft von Wolfram und anderen Materialien. Pile Ups führen zu einer größeren Kontaktfläche bei der instrumentierten Eindringprüfung und beeinflussen damit die Kenngrößen.



Eindruck auf Wolfram ( $F_{\text{max}} = 50 \text{ mN}$ ) mit deutlich erkennbaren Aufwölbungen



**A: HM Universal-Probenhalter, inkl. Heizstation und Heizplatte**

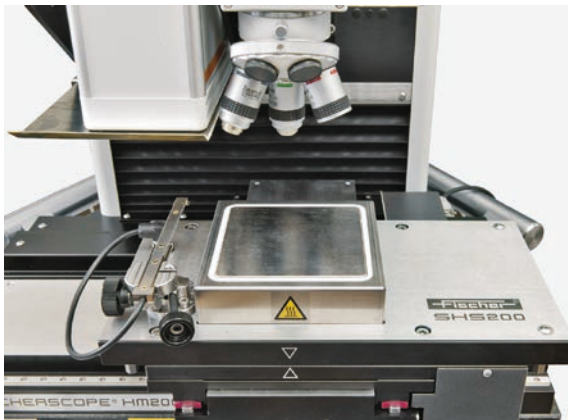
Probenhalter für die Mikrohärtmessung an bis zu vier unterschiedlichen Messobjekten. Die Messobjekte werden thermisch auf die Probenhalterung geklebt.

**B: Universal-Schraubstock**

Schraubstock zum Einspannen von Messobjekten mit unterschiedlichen Geometrien.

**SHS200 Heiztisch**

Aktuelle Messsysteme mit Positioniervorrichtung können mit dem Heiztisch SHS200 aufgerüstet werden. Dadurch können die mechanischen Eigenschaften unterschiedlicher Materialien bei Temperaturen bis zu 200°C analysiert werden. Durch die Kombination eines internen Sensors im Heiztisch und eines externen Sensors auf der Probe wird die Temperatur sehr genau geregelt.



**C: HM Schlißproben-Halter**

Halterung für Querschlißproben mit einem Durchmesser von 20, 30, 40 und 50 mm und einer Höhe von 8,5 bis 30 mm.

**D: HM Folien-Spannvorrichtung**

Vorrichtung zur Aufspannung dünner Folien oder Drähte für die sichere spaltfreie Fixierung.

**Indentoren**

Alle Geräte werden standardmäßig mit Vickers-Indentoren ausgeliefert. Optional sind erhältlich: Berkovich- oder Knoop-Indentor, Hartmetallkugel und auf Anfrage kundenspezifische Indentoren.

**Schallisolationshaube NOAH-M**

Die Schallisolationshaube NOAH-M dient der Reduzierung äußerer Schalleinflüsse. Sie ermöglicht ein noch präziseres Messen auf extrem dünnen Schichten < 1µm.



MIKROHÄRTE

## Produkt-Spektrum

Im Produkt-Spektrum der Mikrohärt-Messsystemen von FISCHER findet sich für jede Anwendung das passende Gerät. Neben den drei Grundgeräten sind auch kundenspezifische Zusammenstellungen möglich. Zudem können bereits eingesetzte Systeme nachträglich ergänzt und aufgerüstet werden. Damit kann flexibel auf neue Applikationen und gestiegene Anforderungen an die Messperformance reagiert werden.

## Positionierung der Proben

Um an der richtigen Stelle messen zu können, muss das zu messende Objekt genau positioniert werden. Bei einfachen Probengeometrien kann die Positionierung problemlos manuell erfolgen. Für höhere Anforderungen an die exakte Probenpositionierung kommen motorische Positioniervorrichtungen mit hoher Wiederanfahr- genauigkeit zum Einsatz. Mit den programmierbaren XY-Tischen kann der Messvorgang zudem automatisiert werden.

## Prüfkraftbereich in Abhängigkeit von der Schichtdicke

Präzises Messen ist vor allem eine Frage der exakt dosierten Prüfkraft und der präzisen Messung der Eindringtiefe. Die Wahl des am besten geeigneten Messsystems hängt daher von der Schichtdicke und Beschaffenheit der zu messenden Probe ab. Insbesondere dünne Schichten  $< 1\mu\text{m}$  stellen höchste Anforderungen an die Geräteperformance.

### Prüfkraft

Prüfkraftbereich  
Kraftauflösung

### Eindringtiefe

Max. Eindringtiefe  
Wegauflösung

### Positionierung

Max. Probenhöhe  
Auflagefläche  
Wiederanfahr- genauigkeit  
Auflösung

### Bildgebung

Objektive  
Videobild-Betrachtungsbereich (Sichfeld)

### Upgrade-Optionen

### Typische Einsatzgebiete





FISCHERSCOPE® HM2000 S	FISCHERSCOPE® HM2000	PICODENTOR® HM500
0,1 – 2000 mN ≤ 400 nN	0,1 – 2000 mN ≤ 400 nN	0,005 – 500 mN ≤ 100 nN
150 µm 100 µm	150 µm 100 µm	150 µm 40 µm
Manuell mit Stativ	Motorischer XY-Tisch und motorische Z-Achse 130 mm 180 mm x 150 mm +/- 1 – 2 µm 0,5 µm	Motorischer XY-Tisch und motorische Z-Achse 130 mm 180 mm x 150 mm ≤ 0,5 µm 0,1 µm
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4-, 20- und 40-fach</li> <li>• 1600 x 1200 µm, 320 x 240 µm, 160 x 120 µm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-, 20- und 50-fach</li> <li>• 1400 x 1000 µm, 350 x 250 µm, 140 x 100 µm</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroskop mit automatischer Objektkennung, Autofokus, 5-, 20-, 50- und optional 100-fach Objektiv</li> <li>• Präziserer XY-Tisch mit Wiederanfahr-genauigkeit ≤ 0,5 µm</li> <li>• Messkammer</li> <li>• Messkammeruntergestell</li> <li>• Aktiver Schwingungsdämpfungstisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objektiv mit Vergrößerung 100-fach</li> <li>• Rasterkraftmikroskop (AFM)</li> <li>• Messkammeruntergestell</li> <li>• Schallisolationshaube NOAH-M</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lack-, Kunststoff- oder Hartstoff-schichten (PVD, CVD)</li> <li>• Galvanische Schichten (dekorativ, funktional)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lack-, Kunststoff- oder Hartstoff-schichten (PVD, CVD)</li> <li>• Galvanische Schichten (dekorativ, funktional)</li> <li>• Werkstoffe speziell für die Medizin-technik</li> <li>• Elektronische Bauelemente, Bond-Drähte etc.</li> <li>• Automatisierte Messungen auf mehreren Proben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hartstoffschichten und ultradünne DLC-Schichten</li> <li>• Schmutzabweisende Schichten (z.B. Sol-Gel-Schichten)</li> <li>• Beschichtungen von PC-Festplatten/ CDs</li> <li>• Dünnschichten</li> <li>• Ionenimplantierte Oberflächen</li> <li>• Nanoschichten bei Sensoren</li> <li>• Implantate/Medizintechnik</li> <li>• Matrixeffekte in Legierungen</li> <li>• Biologische Materialien</li> <li>• Keramische Werkstoffe</li> <li>• Härtegradbestimmung an Mikro-schliffen</li> <li>• Automatisierte Messungen auf mehreren Proben</li> </ul>



MIKROHÄRTE

Wer in einer globalen Welt erfolgreich sein will, muss die Anforderungen und Wünsche seiner Kunden kennen. FISCHER versteht sich als Partner seiner Kunden und legt deshalb größten Wert auf hervorragende Beratung und enge Zusammenarbeit. Darum ist FISCHER mit eigenständigen Unternehmen und qualifizierten Vertriebspartnern weltweit präsent, auch in Ihrer Nähe.

Dem hohen Anspruch an Qualität und Kundenzufriedenheit entsprechend, ist FISCHER nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert.



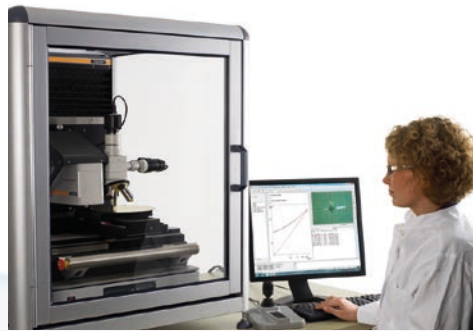
### Service

Guter Service und effiziente Unterstützung der Kunden sind für FISCHER ebenso wichtig wie technisch ausgefeilte und innovative Produkte. Deshalb verfügt FISCHER weltweit über ein enges und hervorragend ausgebautes Servicenetz mit hochqualifizierten Mitarbeitern. Mit umfangreichen Leistungen, wie Inbetriebnahme, Wartung, Schulung, Kalibrierservice und.. und.. und.., unterstützt FISCHER Sie in allen Belangen rund um Ihre Messgeräte und deren Einsatz. So wird dafür gesorgt, dass die Zuverlässigkeit und Präzision von FISCHER-Produkten erhalten bleiben. Weltweit.



## Applikationslabore

Anspruchsvolle Messaufgaben erfordern immer mehr qualifizierte Anwendungsberatung. FISCHER trägt dieser Anforderung durch die Einrichtung von Applikationslaboren an verschiedenen Standorten weltweit (z.B. in Deutschland, Schweiz, China, USA, Indien, Japan und Singapur) Rechnung.



## Schulung und Seminare

Damit Sie von den hochwertigen FISCHER-Produkten maximal profitieren können, geben Ihnen die Experten von FISCHER ihr Anwendungs-Know-How gerne weiter. Angefangen bei Seminaren und Trainings zu messtechnischen Grundlagen, über die optimale Nutzung der Geräte bis hin zu Experten-Symposien zu speziellen Themen.

**Helmut Fischer GmbH**  
**Institut für Elektronik und Messtechnik**  
 71069 Sindelfingen, **Germany**



**Helmut Fischer AG und**  
**Helmut Fischer Technologie AG**  
 CH-6331 Hünenberg, **Switzerland**



**IfG-Institute for Scientific Instruments GmbH**  
 12489 Berlin, **Germany**

**Fischer Instrumentation (GB) Ltd**  
 Lymington, Hampshire SO41 8JD, **England**



**Fischer Technology, Inc.**  
 Windsor, CT 06095, **USA**



**Helmut Fischer S. de R.L. de C.V.**  
 76230 Querétaro, QRO, **Mexico**

**Fischer Instrumentation Electronique**  
 78180 Montigny le Bretonneux, **France**

**Helmut Fischer S.R.L.**  
 20099 Sesto San Giovanni (Milano), **Italy**

**Fischer Instruments, S.A.**  
 08018 Barcelona, **Spain**

**Helmut Fischer Meettechniek B.V.**  
 5627 GB Eindhoven, **The Netherlands**

**Fischer do Brasil**  
 04711-030 São Paulo, **Brasil**

**Fischer Instrumentation (Taiwan) Co., LTD.**  
 Taipei City 11493, **Taiwan**

**Fischer Instruments K.K.**  
 Saitama-ken 340-0012, **Japan**

**Nantong Fischer Instrumentation Ltd**  
 Shanghai 200333, **P.R. China**



**Fischer Instrumentation (Far East) Ltd**  
 Kwai Chung, N.T., **Hong Kong**

**Fischer Measurement Technologies (India) Pvt. Ltd**  
 Pune 411057, **India**

**Fischer Instrumentation (S) Pte Ltd**  
 Singapore 658065, **Singapore**

**Helmut Fischer Korea Co., Ltd**  
 Seoul City, **Republic of Korea**

**Fischer Technology (M) SDN Bhd**  
 47301 Petaling Jaya, **Malaysia**

**Helmut Fischer Thailand Co., Ltd**  
 Bangkok 10250, **Thailand**

**Fischer Instruments Middle East FZE**  
 P.O.Box Dubai 371 100, **United Arab Emirates**



[www.helmut-fischer.com](http://www.helmut-fischer.com)