



# ASPHÄREN - DEFINITION

Eine asphärische Fläche ist eine brechende oder refl ektierende Fläche, die von einer Kugelfläche abweicht. Die mathematische Beschreibung der Pfeilhöhe  $z$  (Abhängigkeit der vertikalen Höhe zu horizontalen Koordinaten) asphärischer Flächen auf Kegelschnittbasis wird durch folgende Formel gegeben:

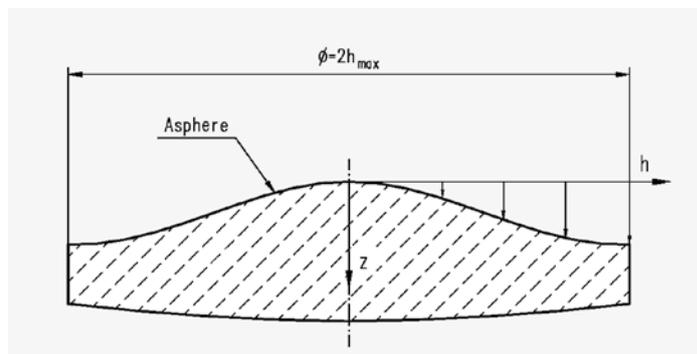
$$z(h) = \frac{\frac{h^2}{R_0}}{1 + \sqrt{1 - (1+k) \cdot \left(\frac{h}{R_0}\right)^2}} + \sum_{n=1}^m A_n \cdot h^n$$

$R_0$  = Krümmungsradius

$h$  = Radius der Geltungsbereiche der Asphäre

$k$  = Konische Konstante

$A_n$  = Asphärische Koeffizienten



**i** More info and videos.  
[www.mahr.com](http://www.mahr.com) Webcode 21880

## BESCHREIBUNG

Die Anforderungen an optische Systeme wie z.B. Zoomobjektive, Optiken für DVD-Laufwerke, Linsen in Handy-Kameras zielen auf eine immer kompaktere und günstigere Systemgestaltung. Dafür werden in der optischen Industrie neben klassischen, sphärischen (kugelförmigen) Linsenformen zunehmend asphärische (nicht kugelförmige) Linsenformen hergestellt. Das Auswerteprogramm dient der Analyse von Messungen an asphärischen Oberflächen mit Konturmessgeräten von Mahr. Dabei wird das gemessene Profil eingelesen, die Sollform der Asphäre ist definiert und der daraus resultierende Restfehler der Asphäre gegenüber der Sollform bestimmt. Die Daten des ermittelten Differenzprofils werden der Bearbeitungsmaschine in maschinenlesbarem Format zum Nachregeln zur Verfügung gestellt - Closed Loop. Die taktile Messtechnik erlaubt - im Unterschied zum Laserinterferometer - auch die 2D-Messung von optisch rauen Oberflächen, so dass schon früh in den Produktionsprozess (Schleifen) geprüft und ggf. korrigiert werden kann.



## ANWENDUNGEN AUS DER OPTIK

Kontur- und Rauheitsmessungen an:

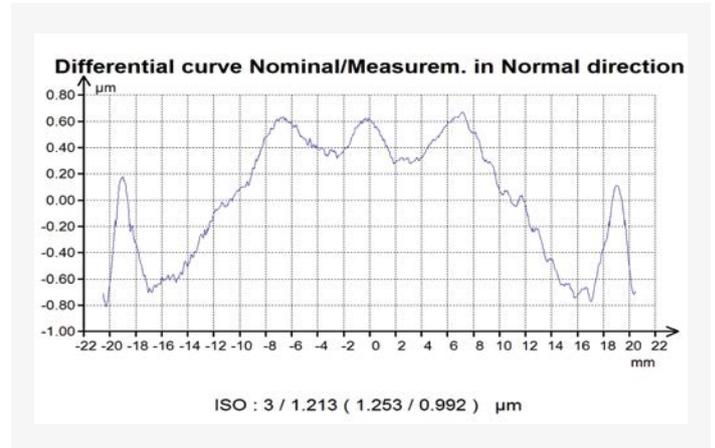
- sphärischen und asphärischen Linsen
- Zylinderlinsen
- Fassungen
- Gehäusekomponenten und andere mechanische Komponenten



# 2D-MESSUNG

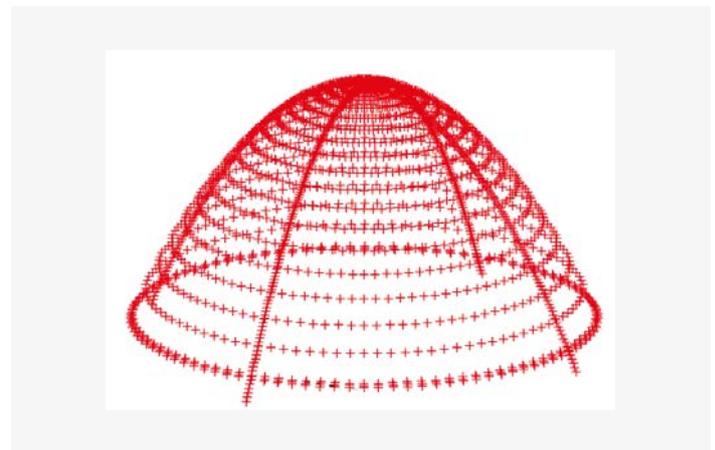
Bei der 2D-Messung wird ein Tastschnitt über dem Zenit der Linse aufgenommen und ausgewertet

- Messdatenaufnahme der asphärischen Kontur
- Soll- / Ist-Vergleich der gemessenen Kontur mit der idealen Kontur Ausgabe der Kennwerte nach DIN ISO 10110-5 z.B. PV, RMS und Steigungsfehler
- Bereitstellung des Differenzprofils zur Nutzung in der Bearbeitungsmaschine (Closed Loop)



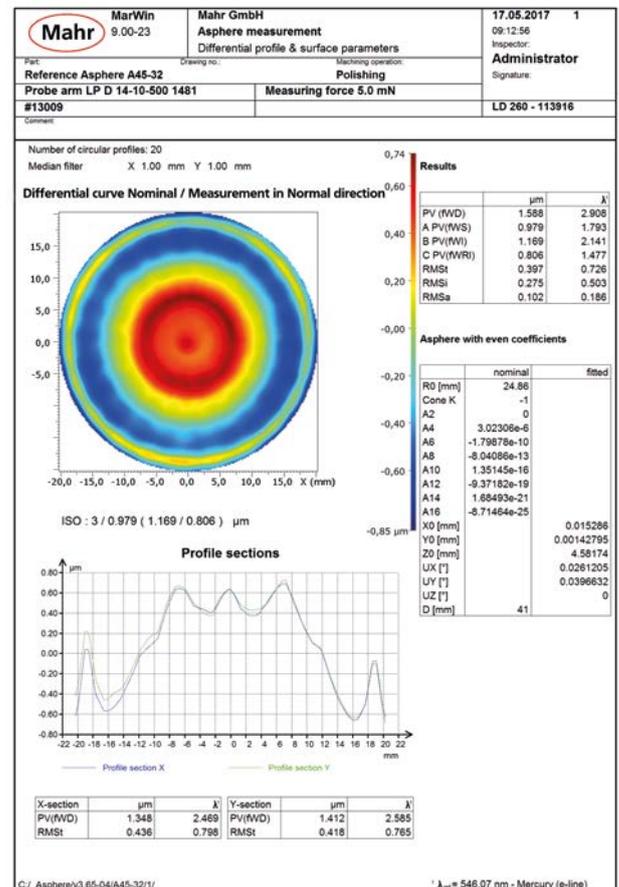
# 3D-MESSPRINZIP

Die 3D-Optionen ermöglicht ergänzend die Messung der Topografie. Dafür werden in einem Ablauf zunächst zwei um 90° versetzte Linearprofile über den Zenit der Asphäre gemessen. Anschließend werden mehrere konzentrische Kreisprofile durch Drehen der C-Achse aufgenommen. Diese Messpunkte werden zur Erzeugung einer Topografie genutzt. Die freie Positionierbarkeit des Tastarmes ermöglicht das Messen von unterbrochenen Flächen. Durch den Einsatz des Messplatzes in einer schwingungsgedämpften Kabine werden äußere Störeinflüsse wie Vibrationen und Schmutz von Messobjekten ferngehalten



# 3D-MESSUNG

Vor der Messung muss der Sollformtyp ausgewählt werden und die Parameter der zu erwartenden Soll-Asphäre müssen eingestellt werden. Im nächsten Schritt werden die Messdaten aufgenommen und mit der definierten Soll-Asphäre verglichen. Als Kenngrößen werden der RMS-Wert, PV-Wert und der Steigungsfehler (Slope Error) nach DIN ISO 10110-5 angezeigt. In der Software können die einzelnen Parameter wie der Krümmungsradius  $R0$ , die konische Konstante  $k$  und die asphärischen Koeffizienten  $A_i$  beim Anpassen der Soll-Asphäre in die Fit-Asphäre an die Messergebnisse angepasst werden. Die Differenztopografie zwischen den ermittelten Messwerten und der Soll-Asphäre wird als farbkodiertes Höhenbild ausgegeben. Die 2D-Schnitte und die Differenztopografie können dann in üblichen Formaten zur Korrektur für die Bearbeitungsmaschine exportiert werden. Neben der Messung von Sphären und Asphären nach der oben genannten Beschreibung können auch andere rotationssymmetrische Objekte mit Hilfe der Sollform als Kegelschnitt- bzw. Pfeilhöhenbeschreibung oder einer 3D-Punktwolke gemessen und ausgewertet werden.

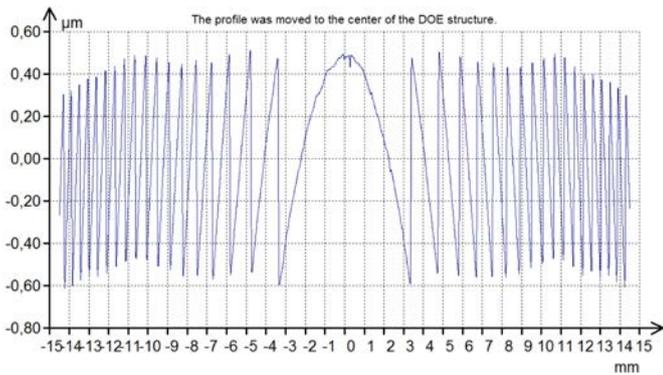
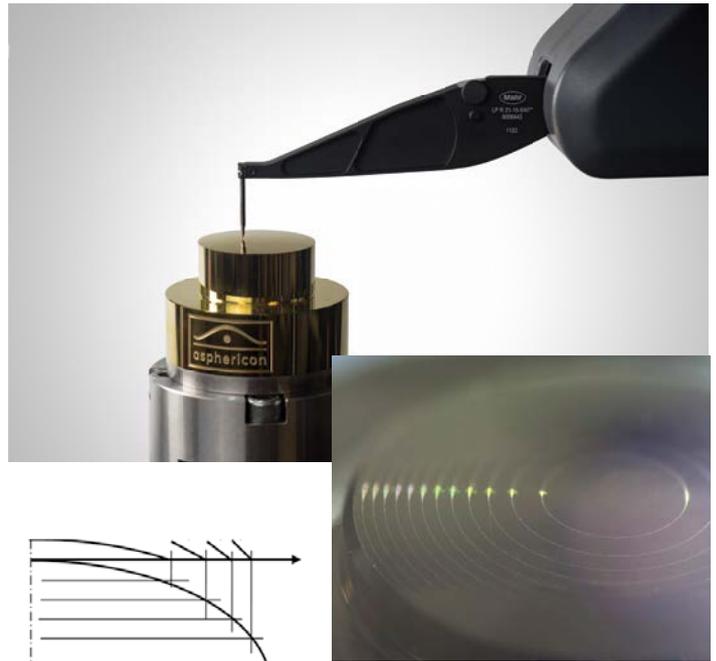


# MESSUNG VON DIFFRAKTIVEN OPTIKEN

## Beschreibung

- Analyse mit konstanter Zonenbreite oder konstanter Zonenhöhe
- Analyse nach Entfernen der Grundform (asphärisch, sphärisch oder plan)
- Ausgabe der Parameter mit Toleranzen (Fehler) für die einzelnen Zonen: Winkel, Zonenhöhe, Formabweichung, Pt, Zonenabstand
- Profilexport für Maschinenkorrektur

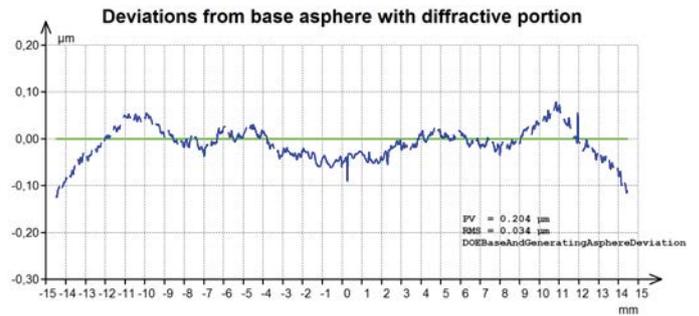
## Diffraktive Struktur mit entfernter Grundform



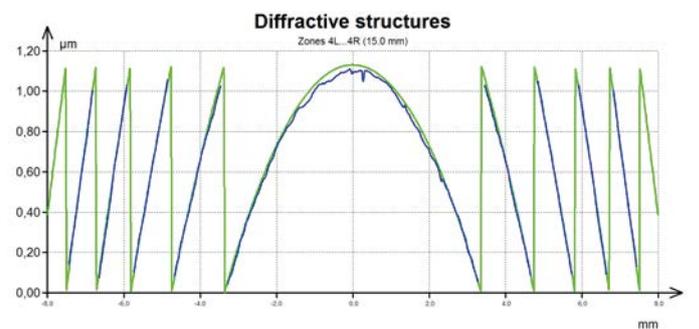
## Detaillierte Auswertung jeder Zone mit Toleranzen (z.B. Zonenhöhe)

Mahr		MarWin		Mahr GmbH		05.05.2017		3	
9.00-21		Asphere measurement		Diffractive structures		15:40:56		Inspector:	
Reference DOE		Drawing no.:		Machining operation:		Administrator		Signature:	
Probe arm LP R 21-10-5_47 1123		Measuring force 0.5 mN				LD 260 - 116215			
Comment:									
Heights	Icons	Nominal size (µm)	UT (µm)	LT (µm)	Actual size (µm)	Deviation (µm)			
ZONE_01_R_3.3...3.3		1.130	0.200	-0.200	1.131	0.001			
ZONE_11_R_4.7...4.7		1.130	0.200	-0.200	1.124	-0.006			
ZONE_1R_R_3.5...4.7		1.130	0.200	-0.200	1.130	-0.000			
ZONE_21_R_4.5...4.9		1.130	0.200	-0.200	1.157	0.027			
ZONE_2R_R_4.5...5.7		1.130	0.200	-0.200	1.137	0.007			
ZONE_31_R_6.6...5.9		1.130	0.200	-0.200	1.141	0.011			
ZONE_3R_R_5.9...6.6		1.130	0.200	-0.200	1.126	-0.004			
ZONE_41_R_7.4...6.8		1.130	0.200	-0.200	1.192	0.061			
ZONE_4R_R_6.8...7.4		1.130	0.200	-0.200	1.174	0.044			
ZONE_51_R_8.2...7.6		1.130	0.200	-0.200	1.085	-0.045			
ZONE_5R_R_7.6...8.2		1.130	0.200	-0.200	1.122	-0.009			
ZONE_61_R_8.8...8.3		1.130	0.200	-0.200	1.076	-0.054			
ZONE_6R_R_8.3...8.8		1.130	0.200	-0.200	1.102	-0.028			
ZONE_71_R_9.4...8.9		1.130	0.200	-0.200	1.127	-0.004			
ZONE_7R_R_8.9...9.4		1.130	0.200	-0.200	1.049	-0.081			
ZONE_81_R_10.0...9.6		1.130	0.200	-0.200	1.047	-0.084			
ZONE_8R_R_9.6...10.0		1.130	0.200	-0.200	1.075	-0.056			
ZONE_91_R_10.6...10.2		1.130	0.200	-0.200	1.155	0.025			
ZONE_9R_R_10.2...10.6		1.130	0.200	-0.200	1.049	-0.081			
ZONE_101_R_11.1...10		1.130	0.200	-0.200	1.098	-0.033			
ZONE_10R_R_10.7...11.1		1.130	0.200	-0.200	1.144	0.014			
ZONE_111_R_11.6...11		1.130	0.200	-0.200	1.180	0.049			
ZONE_11R_R_11.2...11.6		1.130	0.200	-0.200	1.290	0.160			
ZONE_121_R_12.0...11		1.130	0.200	-0.200	1.246	0.116			
ZONE_12R_R_11.7...12.0		1.130	0.200	-0.200	1.391	0.261			
ZONE_131_R_12.5...12		1.130	0.200	-0.200	1.189	0.059			
ZONE_13R_R_12.2...12.5		1.130	0.200	-0.200	1.178	0.048			

## Profil für Maschinenkorrektur



## Detaillierte Ansicht



# VORTEILE

## Überprüfung der Topografie in den ersten Bearbeitungsschritten

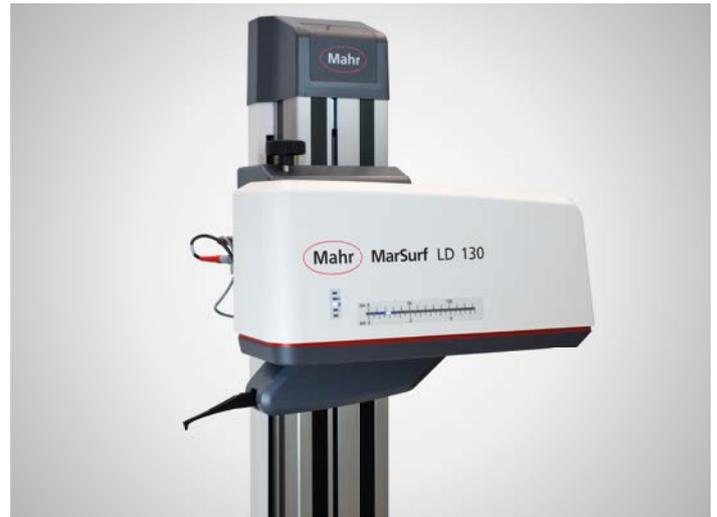
- Frühzeitige Erkennung von Abweichungen, somit entfallen aufwendige Nachbearbeitungen.
- Ausgabe des Differenzprofils in maschinenlesbarem Format zur Steuerung der Bearbeitungsmaschine

## Erhöhte Flexibilität

- Rotationssymmetrische Asphären unterschiedlicher Art können mit einem Messsystem vermessen werden. Es sind keine weiteren Investitionen notwendig.
- Großer Messbereich bis zu 260 mm
- Höchste Messgeschwindigkeit (bis 10 mm/s bei großen Linsen / bis 0,02 mm/s bei Mikrolinsen)
- Freie Positionierbarkeit der Tastspitze

## Tastarm LP D in bionischem Design

- Verbesserte Dynamik des Tastsystems durch erhöhte Steifigkeit und Dämpfung sowie eines geringeren Trägheitsmoments.
- Optimierter konstruktiver Gesamtaufbau des Tastsystems.
- Tastarm mit integriertem Chip für die Erkennung und Identifikation des Tastarms sowie zur Kontrolle, ob der Tastarm richtig eingelegt wurde.



## Ihre Ergebnisse stimmen

- Das hochgenaue MarSurf LD 130 / 260 ist die Grundlage für die präzise Messung Ihrer optischen Komponenten.
- Die vertikale Auflösung von 0,8 nm und eine Formabweichung von < 100 nm garantieren Ihnen eine exakte Wiedergabe Ihrer Asphäre.
- Tastarmwechsel ohne erneute Kalibrierung
- Messung von Optiken mit steilen Flanken ist möglich

# KALIBRIERSET FÜR AUFNAHMEN - 25 MM DURCHMESSER

Bestehend aus:

- 2 Zylinder für die Kalibrierung
- Kalibrierkugel
- Planoptik

Zur Kalibrierung von:

- Tastspitze und Überprüfung des Messsystems
- Systemeinstellung, Zylinder mit Zentrierkugel für Spann Futterverstellung und Tastspitzen-Zentrierung
- Anwendungen mit automatischen Kalibrier- und Einstellprogrammen



# SOFTWARE LÖSUNG: ASPHERIC.LIB

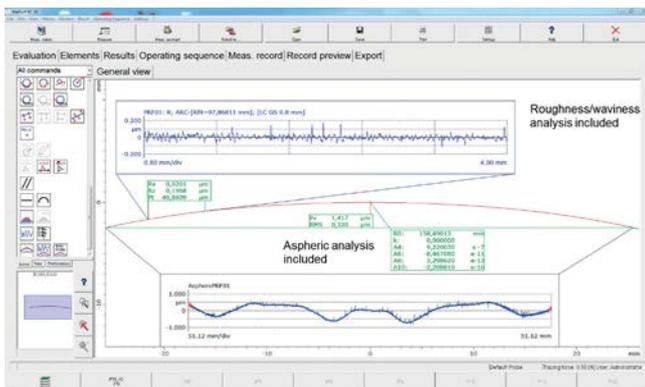
- Auswertung von Form- und Konturfehlern von 2D- oder 3D-Messungen, einschließlich Parametern nach DIN ISO 10110-5
- Automatisches PDF-Protokoll mit Ausgabe aller Auswerteparameter und Profilen
- Systemanpassung
- Automatische Messung
- Radius Best-Fit, Pfeilhöhentabelle
- Ableitung des Asphären Koeffizienten
- Profilexport zur Maschinenkorrektur (\*.txt, \*.mod, \*.xyz, \*.dat, \*.ascii, \*.x3p)

## Option: Diffraktive optische Elemente

- Analyse mit konstanter Zonenbreite oder konstanter Zonenhöhe
- Analyse nach Entfernen der Grundform (asphärisch, sphärisch oder plan)
- Detaillierte Analyse der diffraktiven Zonen
- Differentiale Formfehleranalyse
- Ausgabe der Parameter mit Toleranzen (Fehler) für die einzelnen Zonen: Winkel, Zonenhöhe, Formabweichung, Pt, Zonenabstand
- Profilexport für Maschinenkorrektur

## MARWIN EASYCONTOUR MIT OPTIONEN

- Messung von Asphären inbegriffen
- Rauheits- und Welligkeitsanalyse
- Profilanalyse
- Parameter mit Toleranzen



This collage shows various parts of the Aspheric.lib software interface. At the top, a window titled 'Automatic start and end point adjustment, full automation possible' features the Mahr logo and a graph. Below it, a 'Parameter file' dialog shows the path 'C:/\_Asphere/v3.65-04/Reference Asphere.para'. A '3D evaluation as per DIN ISO' window displays a color-coded circular plot of irregularity with a table below it:
 

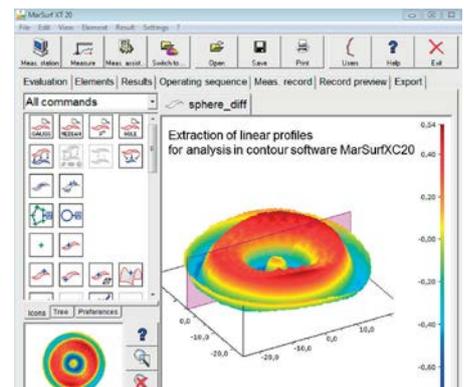
RMSi	µm	λ
B	1.169	2.141
RMSi	0.275	0.503

 Another window shows 'Asphere definition' with a polynomial degree of 16 and a list of coefficients (R0 to A16) and their tolerances.

Aspheric.lib - Asphärenmess- und Auswertesoftware

## OPTION TOPOGRAFIE

- Messung und Auswertung von 3D-Oberflächenparametern
- Extraktion von linearen Profilen zur Auswertung in der Kontursoftware
- MarWin EasyContour



# TECHNISCHE DATEN

## Eigenschaften der Horizontalachse X

Taststreckenlänge	0,1 mm bis 130 mm / 260 mm
Positioniergeschwindigkeit	0,02 mm/s bis 200 mm/s
Messgeschwindigkeit	0,02 mm/s bis 10 mm/s für Rauheitsmessungen werden 0,1 mm/s bis 0,5 mm/s empfohlen
Profilpunktabstand	0,05 m bis 30 m, einstellbar
Max. Messpunkte / Messung	2,6 Mio. Punkte (MarSurf LD 130) / 5,2 Mio. Punkte (MarSurf LD 260)
Auflösung	0,8 nm
Unsicherheit X-Achsenanzeige	$\pm (0,2+I/1000)$ m; I in mm
Systemrauschen	< 5 nm RMS
Oberflächenrauheit	< 5 nm

## Eigenschaften des Tastersystems (Messrichtung Z+ / Z-)

Tastermessbereich	13 mm (100 mm Tastarm) 26 mm (200 mm Tastarm)
Auflösung	0,8 nm
Messkraft	0,5 mN bis 30 mN (elektronisch einstellbar)

## Hochpräzisionsspindel (3D version)

Radiale Fehlergrenze	$\pm (0,01 + 0,00025H)$ m; H = Höhe über dem Tisch
Axiale Fehlergrenze	$\pm (0,02 + 0,0001R)$ m; R = Radius Form
Auflösung	0,00025°
Positioniersteuerung	< $\pm 0,02^\circ$
Präzisionszentrierung	< 0,8 m
Präzisionsnivellierung	< 0,006°

## Kontur - Anzeigeabweichung

Abstandsmessung EA	MPEEA = $\pm (1,0+I/150)\mu\text{m}$ , I in mm
Radiusmessung R <sub>K</sub>	
R < 10 mm	MPE <sub>R</sub> = $\pm 1,0 \mu\text{m}$
10 mm < R < 300 mm	MPE <sub>R</sub> = $\pm (0,17+R/12) \mu\text{m}$
R > 300 mm	MPE <sub>R</sub> = $\pm (-18+R/7) \mu\text{m}$
Formfehler	$\leq 100$ nm (2D)* $\leq 200$ nm (3D)*
Steigung	< $\pm 45^\circ$

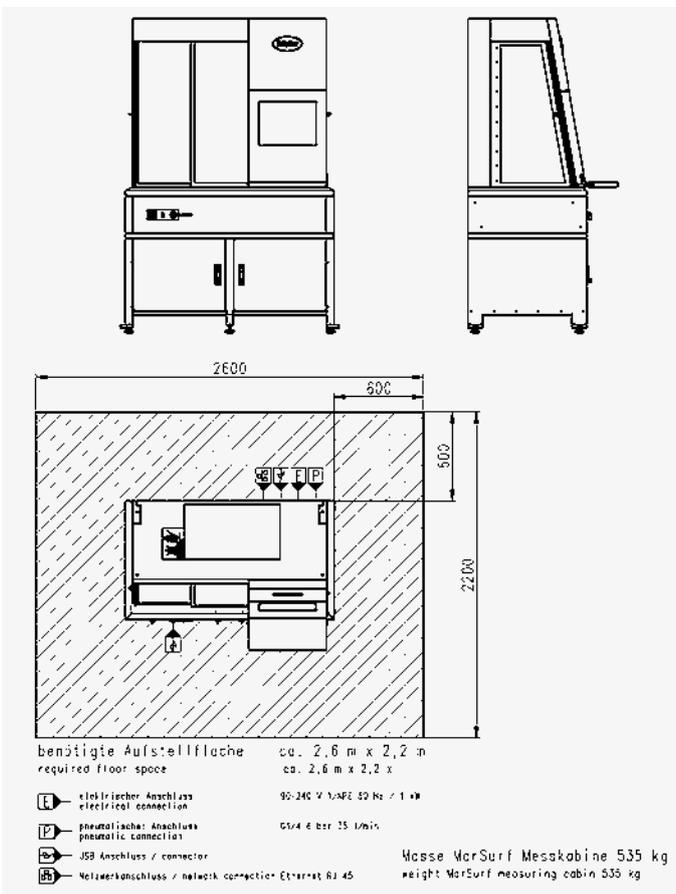
\* für R 22.5 mm Kalibrierkugel

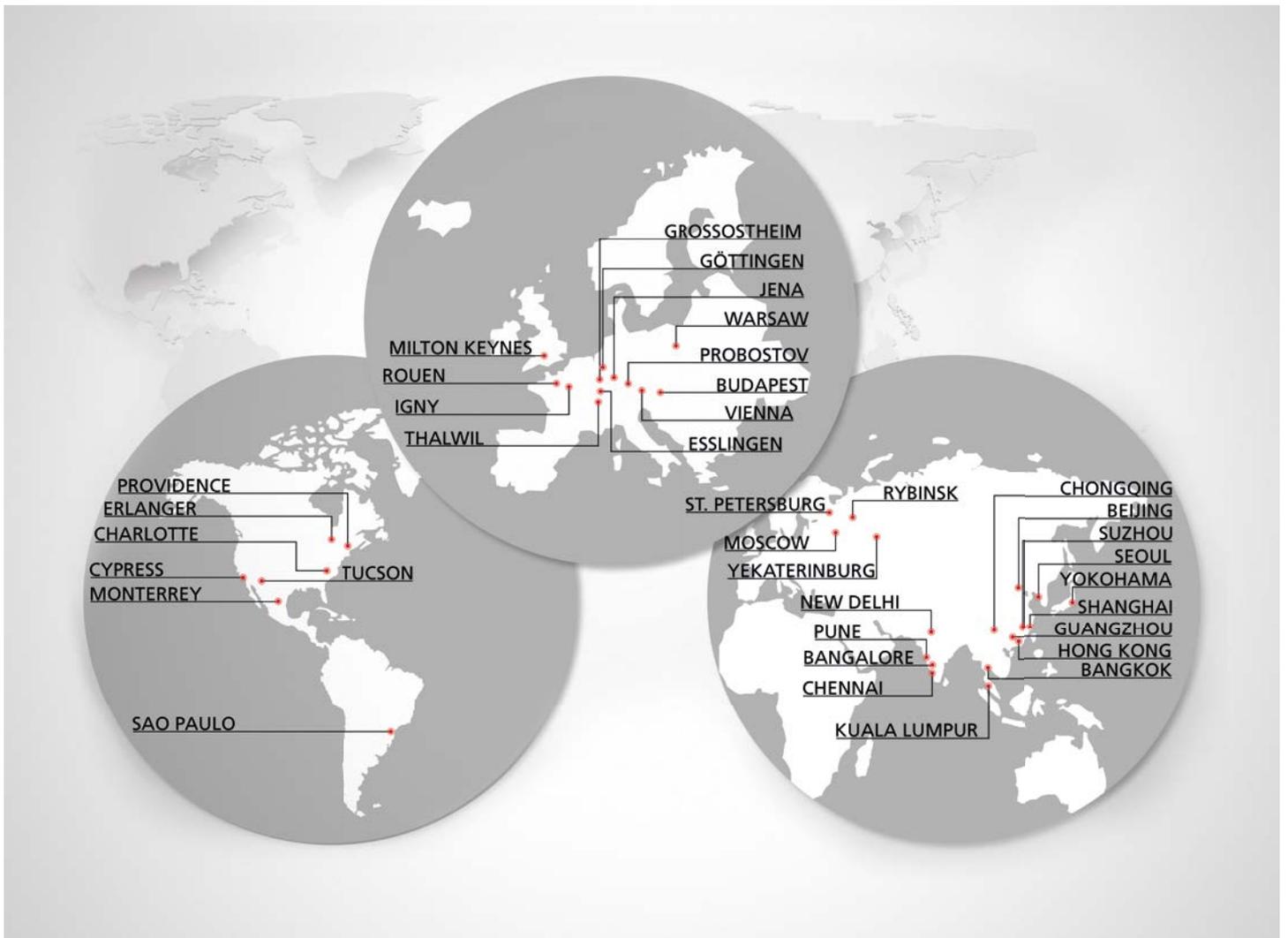
## 3D-Messung

Messzeit	5 bis 10 min (typisch)
Punktdichte	1 m linear, 0,1 ° polar (typisch) 3D: Anzahl der Polarspuren + Interpolation
Vorschubeinheit mit automatischer y-Achse zur Zentrierung	

## Allgemeine Daten

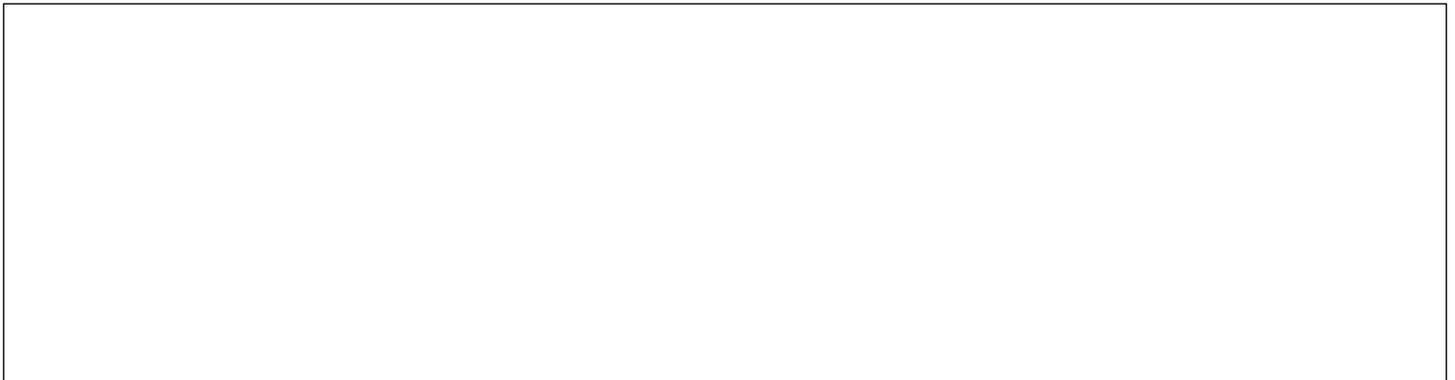
Betriebstemperatur	+ 15°C to + 35°C
Arbeitstemperatur	20°C $\pm$ 2K
Temperaturänderung	< 0.5 K/h
Aktive Schwingungsisolation	





Partner von Fertigungsbetrieben weltweit.

**In der Nähe unserer Kunden.**



Mahr GmbH

Carl-Mahr-Straße 1, 37073 Göttingen  
Phone +49 551 7073-800, Fax +49 551 7073-888

Reutlinger Str. 48, 73728 Esslingen,  
Phone +49 711 9312-600, Fax +49 711 9312-725

[info@mahr.com](mailto:info@mahr.com), [www.mahr.com](http://www.mahr.com)



© Mahr GmbH

Änderungen an unseren Erzeugnissen, besonders aufgrund technischer Verbesserungen und Weiterentwicklungen, müssen wir uns vorbehalten. Alle Abbildungen und Zahlenangaben usw. sind daher ohne Gewähr.

3764122 | 08.2021

- 0 +



EXACTLY