



AMO GmbH

Beschreibung der Mehrkopfabtastung bei
MHS / CHS - Messsystemen

*Description of multiple head scanning for
MHS / CHS - Measuring Systems*



Beschreibung der Mehrkopfabtastung

Description of multi head scanning

Die AMO-Winkelmesssysteme mit Mehrkopfabtastung ermöglichen für Rund- und Schwenkachsen absolute Genauigkeiten von wenigen Winkelsekunden. Der Einfluss der Exzentrizität wird eliminiert und die Systemgenauigkeit erhöht sich um bis zu Faktor 4 im Vergleich mit einer Einzelkopfabtastung.

The AMO angle measuring system with multi head scanning provides absolute accuracies of several arc seconds for rotary tables and swivelling axis. The influence of eccentricity will be eliminated and the system accuracy can be improved up to a factor of 4 compared with a single head measuring system.

Mögliche Fehlerquellen

Possible sources of error

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass jede exzentrische Montage eines Winkelmesssystems einen Messfehler verursacht, unabhängig davon ob dieses mit oder ohne Eigenlagerung ausgeführt ist.

Bei genauerer Betrachtung möglicher Fehlerquellen in einer Rundachsmessanordnung stößt man auf folgende Fehler:

a) Systematische, wiederholbare Fehler pro Umdrehung

- Exzentrizität von Messflansch zu Drehachse
- Teilungsfehler der Maßverkörperung
- Rundlauffehler der Lagerung

b) Zufällige Fehler

- Lagerspiel
- Lastabhängige Verformung

Generally it should be noted that each eccentric mounting of an angle measuring system causes an error in measuring position, independent whether there is an integral bearing or not.

On a detailed view of possible sources of error on a rotary axis one encounters the following errors:

a) Systematically, repeatable errors per revolution

- *Eccentricity from measuring flange with respect to the axis of rotation*
- *Grating errors of the measuring scale*
- *Run out errors from the bearing*

b) Coincidental errors

- *Backlash of the bearing*
- *Load-sensitive deformation*

Die oben aufgeführten systematischen Fehler sind in der Praxis nicht völlig vermeidbar, jedoch reproduzierbar. Dafür bieten wir zwei wirtschaftliche Kompensationsmöglichkeiten:

Since the systematically errors specified above are in practice not completely avoidable, we present two economic compensation possibilities:

- **MHS – Multiple Head Solution**
- **CHS – Calibration Head Solution**

Multiple Head Solution - MHS

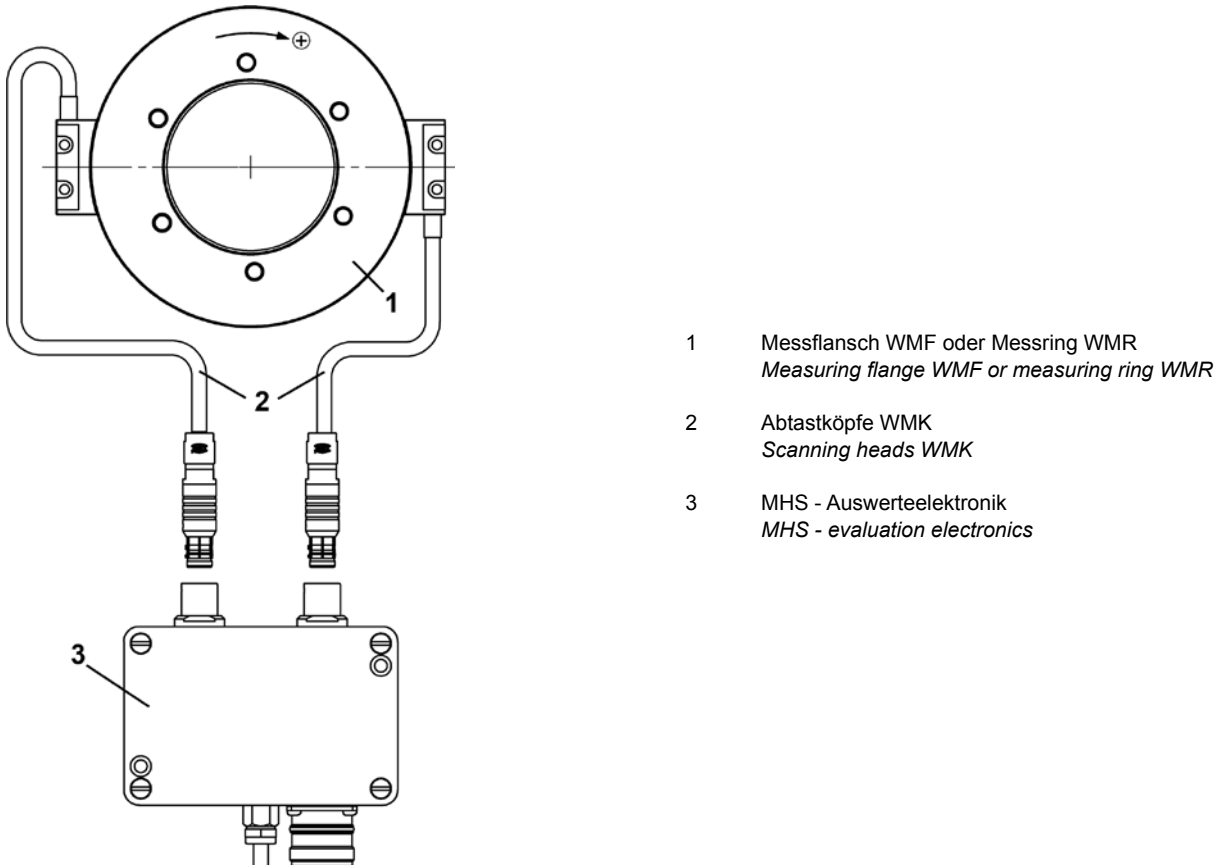
Multiple Head Solution - MHS

Das AMOSIN Winkelmesssystem **MHS-21x** wurde für hochgenaue Anwendungen, in denen Präzisionslager eingesetzt werden, entwickelt. D.h. die meisten Einflüsse auf die Positioniergenauigkeit sind systematische bzw. wiederholbare Fehler, nicht wiederholbare Fehler sind in den meisten Anwendungen vernachlässigbar, werden aber dennoch kompensiert.

Das Winkelmesssystem besteht aus einem Messflansch bzw. Messring, 2 Abtastköpfen und der Auswerteelektronik wie unten dargestellt.

*The AMOSIN angle measuring system **MHS-21x** is designed for high accuracy applications, where precision bearings are used. Therefore, most of the measuring errors are systematic and repeatable, and the non-repeatable errors for the majority of applications can be neglected.*

The measuring system consists of a measuring flange, 2 scanning heads and an evaluation electronics box and as shown on below.



Während die Achse in Betrieb ist, werden die Positionsinformationen beider Abtastköpfe kontinuierlich erfasst und die korrigierte Positionsinformation berechnet und am Ausgang der Auswerteelektronik MHS-21x der nachfolgenden Steuerung zur Verfügung gestellt.

Ergebnis: Der Exzentrizitätsfehler wird eliminiert und die systematischen Fehler werden um den Faktor 2 reduziert.

Ein weiterer großer Vorteil der MHS-21x ist, dass wechselnde Exzentrizitäten, wie sie während der Bearbeitung und bei Lastwechseln auftreten können ebenfalls eliminiert werden.

During a rotary movement of the measuring flange the MHS-21x reads position data from both heads continuously and evaluates a corrected position signal on the system output.

Consequence: The eccentricity error is completely eliminated and the influences of systematic errors is reduced by a factor of 2.

The great advantage of the MHS-21x is that also changing eccentricity during the machining process (i.e rotary tables, milling heads which gets different radial loads) is compensated.

Calibration Head Solution - CHS

Calibration Head Solution - CHS

Ein hochgenaues Winkelmesssystem mit Mehrkopfabtastung bietet wie oben beschrieben eine deutlich erhöhte Systemgenauigkeit gegenüber einer Einkopflösung.

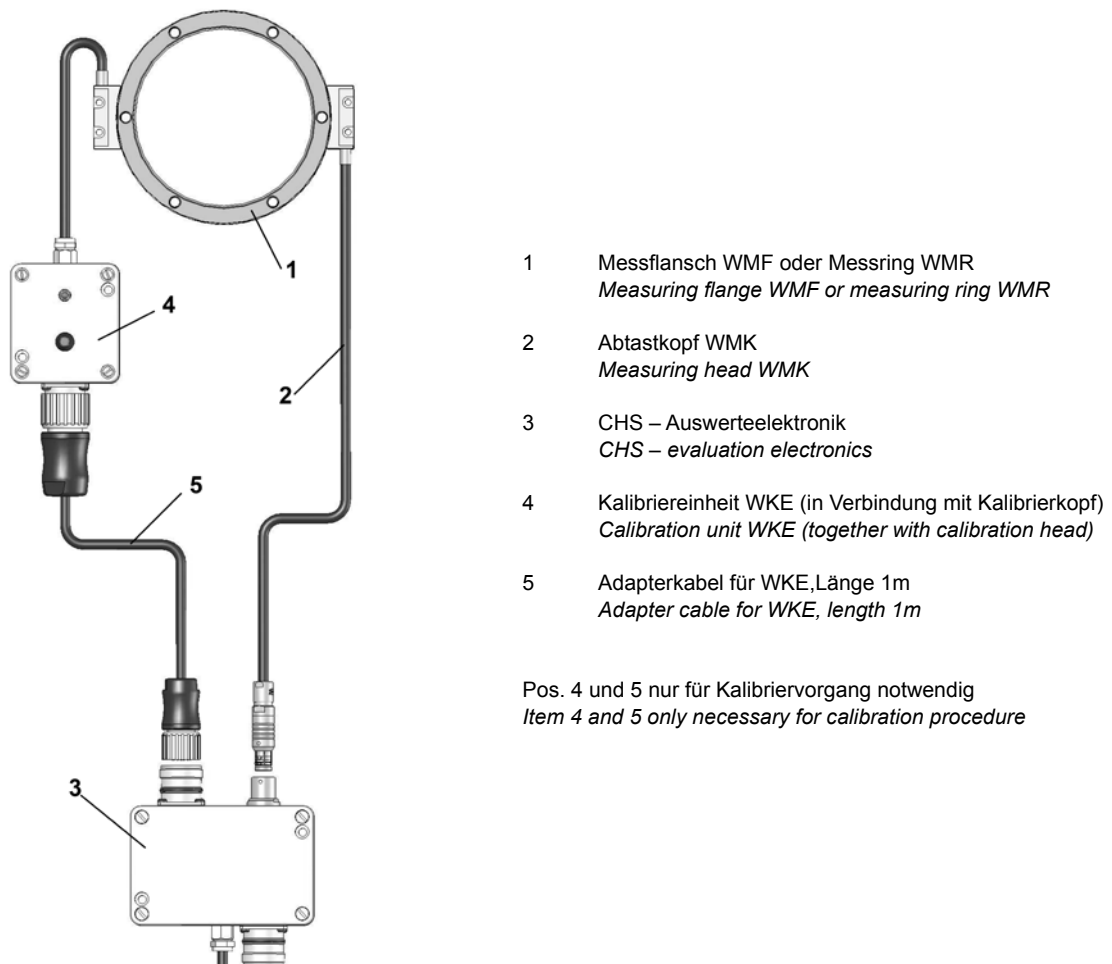
Das anwenderfreundliche CHS-Winkelmesssystem arbeitet in der Praxis mit der Genauigkeit eines Mehrkopf-Systems. Die einzigartige Besonderheit ist, dass im Betrieb nur ein Messkopf benötigt wird und nur zum Zeitpunkt der Kalibrierung ein zweiter Kalibrier-Kopf angeschlossen werden muss.

Das CHS-Winkelmesssystem besteht aus einem Messflansch, einem Messkopf, der Signalelektronik und dem für die Kalibrierung notwendigen Kalibrierkopf, wie unten dargestellt.

An high precision angle measuring system with multiple head scanning provides, as described above, a significant increase in system accuracy compared with a single reading head system.

The user friendly CHS angle measuring system achieves the accuracy of a multiple head system. The unique feature is that there is only one reading head necessary for normal operation. Only for initial start up of the axis a second reading head has to be mounted for the calibration procedure.

The CHS angle measuring system consists of a measuring flange or measuring ring, one reading head, an evaluation electronics and a calibration unit as shown below.



Beschreibung des Kalibriervorganges

Description of the calibration procedure

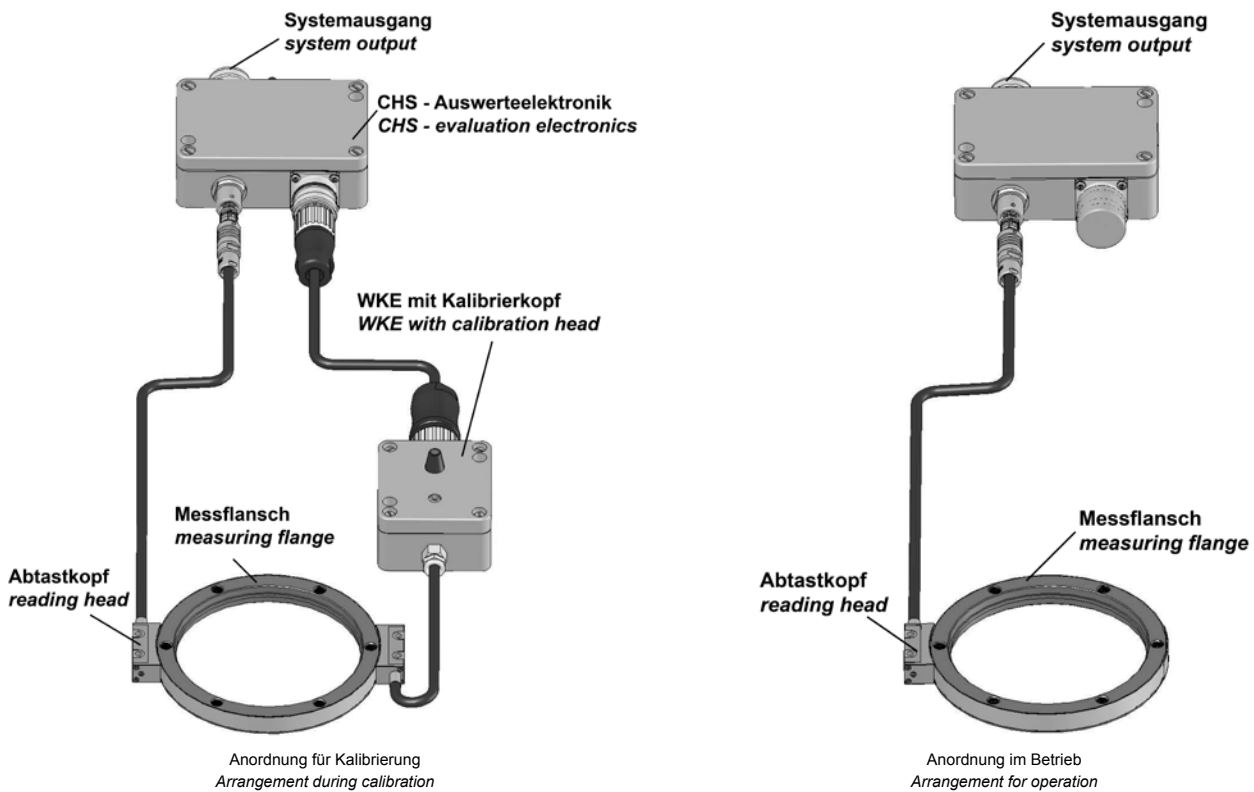
Bei der Inbetriebnahme eines CHS-Winkelmeßsystems wird der Messkopf zu dem Messflansch in seiner endgültigen Position montiert. Für die Kalibrierung wird der Kalibrierkopf um 180° versetzt zum Messkopf montiert

Bei einer folgenden Drehbewegung wird bei Erkennung der Referenzmarke durch den Messkopf der Kalibriervorgang gestartet. Die Positionswerte von Messkopf und Kalibrierkopf werden an die Elektronik übertragen. Nach einer Umdrehung ist die Datenerfassung abgeschlossen und die Abweichungen zwischen Mess- und Kalibrierkopf automatisch ermittelt.

Bei der Kalibrierung entsprechend einer 4-Kopf-Abtastung ist der gleiche Vorgang mit dem Kalibrierkopf an den weiteren Positionen (90° und 270°) zu wiederholen. Nach der dritten Fahrt ist der Kalibriervorgang auch für das 4-Kopf-System abgeschlossen.

During the calibration procedure, the calibrating head is temporarily mounted diametrically opposite (180°) to the active measuring head. During a rotary movement of the measuring flange collecting and transmitting of the position data from both heads starts when the reference mark passes the reading head. The calibration procedure for this position of the calibration head is completed after one revolution and the error deviations are stored in the evaluation electronic box automatically.

For the quadruple encoder head calibration procedure, which results in an even higher accuracy, the calibration head must be mounted successively also in the positions 90° and 270°. After the third calibration procedure at position 270° the calibration is done.



Ergebnis: Der Fehler, verursacht durch eine Exzentrizität wird vollständig kompensiert und der Einfluss der systematischen Messfehler um den Faktor 2 (bei der Zweikopfkalibrierung) und um den Faktor 4 (bei der Vierkopfkalibrierung) reduziert.

Der große Vorteil eines CHS-Winkelmeßsystems besteht darin, dass im Betrieb mit nur einem Abtastkopf die hohen Genauigkeiten eines Doppel- bzw. Vierkopfsystems bei wesentlich geringeren Systemkosten erreicht werden.

Consequence: The eccentricity error is completely eliminated and the influence of systematic errors is reduced by a factor of 2 with 2 head calibration and/or 4 with 4 head calibration.

The great advantage of the CHS-11x is that only one reading head is used for normal operation, offering highest accuracy similar to a double and/or quadruple reading head design but with lower system costs.

Metrologische Betrachtung

Metrological consideration

Um die Genauigkeitsverbesserung unserer Winkelmesssysteme darzustellen, sind nachfolgend, auf Basis eines Standardmessflansches, einige Messergebnisse gegenüber gestellt.

Der Standardflansch WMF-101-1024 hat auf einem Durchmesser von rund 326mm eine Teilungsgenauigkeit von ca. **±6 Winkelsekunden** für eine Einkopflösung unter idealen Montagebedingungen, d.h. **keine Exzentrizität**.

Das anwenderfreundliche CHS-Winkelmesssystem arbeitet in der Praxis mit der Genauigkeit eines Mehrkopf-Systems. Die einzigartige Besonderheit ist, dass im Betrieb nur ein Messkopf benötigt wird und nur zum Zeitpunkt der Kalibrierung ein zweiter Kalibrier-Kopf angeschlossen werden muss.

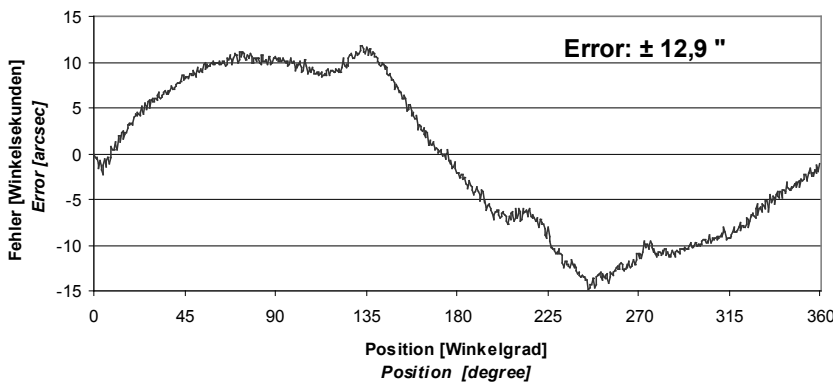
*To illustrate the accuracies that can be reached with the CHS are given further measuring diagrams of a system WMI-101-1024 which is a standard angle measuring system with a grating ring of about 326 mm diameter and an accuracy of **±6 arc seconds** for a standard single head encoder under ideal mounting conditions, that means **no eccentricity**.*

Messflansch montiert mit 10µm Exzentrizität, Einkopfabtastung

Measuring flange mounted with 10 µm eccentricity, single head scanning

Die starke sinusförmige Abweichung über 360 Grad zeigt die typische Auswirkung einer Exzentrizität von nur 10µm. Bei 326mm Durchmesser und einer Exzentrizität von 10µm liegt die Messabweichung bei rechnerisch rund ±12,6 Winkelsekunden und somit um **Faktor 2 höher als die eigentliche Teilungsgenauigkeit des Messflansches**, wie unten dargestellt.

*The immense sinusoidal deviation over 360° shows the typical influence of an eccentricity of only 10µm. At a diameter of 326mm and an eccentricity of 10µm the calculated value for the deviation is ±12,6µm and therefore **2 times higher than the accuracy of the measuring flange** as shown below.*



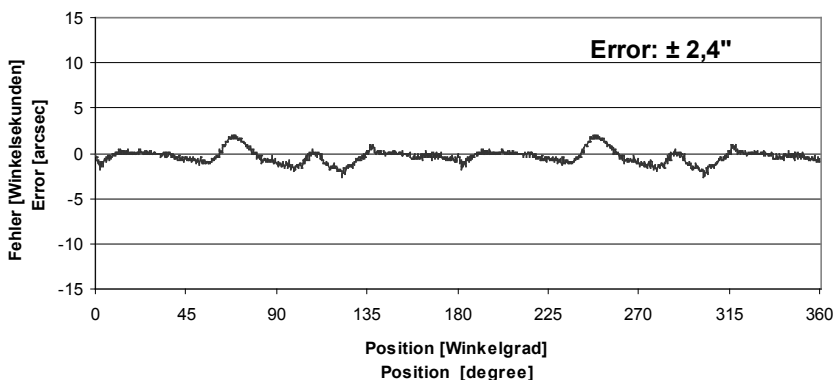
Messflansch montiert mit 10µm Exzentrizität, Zweikopfabtastung mit MHS- oder CHS-System

Measuring flange mounted with 10 µm eccentricity, double head scanning with MHS- or CHS-system

Bei der Verwendung des CHS- oder MHS- Winkelmesssystems mit 2-Kopf-Kalibrierung und dem identischen Messflansch mit unveränderter Exzentrizität von 10µm ergibt sich ein Genauigkeitsverlauf wie unten dargestellt. Der Fehler durch die Exzentrizität hat keinen Einfluss mehr, die anderen systematischen Messabweichungen wurden halbiert.

With a CHS- or MHS angle measuring system with double head scanning and an identical measuring flange with unchanged eccentricity of 10µm the deviation is as shown below.

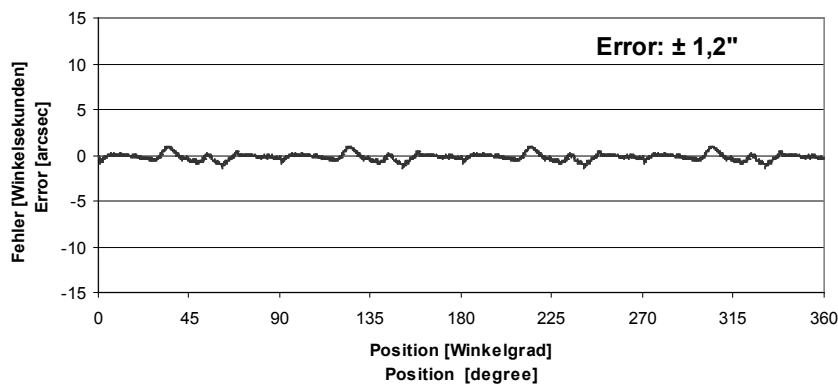
The influence of eccentricity is completely eliminated, the error of the measuring flange is halve the value compared to single head scanning.



Messflansch montiert mit 10µm Exzentrizität, Vierkopfabtastung mit CHS-System Measuring flange mounted with 10 µm eccentricity, quadruple head scanning with CHS-system

Durch die 4-Kopf-Kalibrierung an einem CHS-Winkelmesssystem wird die absolute Genauigkeit der Winkelmessung **nochmals um Faktor 2 erhöht**, wie im folgenden Diagramm ersichtlich.

*With a quadruple head calibration on a CHS-angle measuring system the absolute accuracy of the position is increased **again by a factor of 2**, as shown in the diagram below.*



Die Resultate der Diagramme zeigen, welche hohe absolute Genauigkeit bei einer Winkelmessung erreichbar ist.
The diagrams above show the high accuracy which can be achieved in angle position measurement.

In untenstehender Tabelle sind nochmals die erreichbaren Systemgenauigkeiten für verschiedene Messflanschgrößen zusammengestellt.
The obtainable system accuracies for different sizes of the measuring flange are shown in the table below.

WMF-101 / WMR-101		System accuracy		
Messflansch- / Messringgröße Size of measuring flange / measuring ring	Aussendurchmesser Outer diameter	Standard Einkopfabtastung Standard single head encoder	CHS-11x MHS-21x Zweikopfabtastung 2-head-calibration	CHS-11x Vierkopfabtastung 4-head-calibration
	[mm]	[arcsec]	[arcsec]	[arcsec]
512	163,0	± 12,0	± 6,0	≤± 3,0
720	229,2	± 9,0	± 5,0	≤± 3,0
900	286,5	± 7,0	± 4,0	≤ ±2,0
1024	325,9	± 6,0	± 3,0	≤ ±2,0
1440	458,4	± 4,5	± 2,2	≤ ±2,0
2048	651,9	± 3,0	< ±2,0	≤ ±2,0

Headquarter:



AMO GmbH

A-4963 St. Peter am Hart, Nöfing 4 - Austria

Phone: +43 7722 658 56-0

Fax: +43 7722 658 56-11

e-mail: office@amo.at

www.amo-gmbh.com

Branches:

Germany:

AMO GmbH

Zweigniederlassung Deutschland
Bussardstrasse 10
D 78655 Dunningen

Phone: +49 7403 913 283

Fax.: +49 7403 913 267

e-mail: M.Koblitz@amo-gmbh.com

USA:

AMO Corporation

9580 Oak Ave Parkway Suite 7-162
Folsom, CA 95630

Phone: +1 916 791 2001

Fax: +1 916 720 0430

E-mail: sales@amosin.com

Homepage: www.amosin.com

Italy:

AMO Italia s.r.l.

20037 Paderno Dugnano MI - Italia
Via Magretti 22

Phone: +39 029 108 23 41

E-mail: info@amoitalia.it

Homepage: www.amoitalia.it

Authorized distributors and sales partners in other countries:

Please look at www.amo-gmbh.com