

XK20 Laser zur Geometriemessung





Inhalt

XK20 Hardware	3	XK20 Messmöglichkeiten	23
Grundlagen der Messung	4	Überlegungen zu den Messungen	26
Systemkomponenten	5	Methoden zur Datenanpassung	27
Systemspezifikationen	10	ISO-Normen	28
Translatorische Messungen – Genauigkeitsspezifikationen	12	Erläuterung der ISO-Standardanalyse	29
Netzteil	13	Erläuterung der Renishaw-Analyse 2012	30
Gewicht und Abmessungen	13	Anhang A	31
Strahleinheit	14	XK20 Montage-Kit	31
Anzeigeeinheit	15	Anhang B	32
M-Einheit	16	Filtern	32
Pentaprisma-Optik	17	Filterung ggü. Mittelwertbildung	33
Pentaprisma-Verschiebetisch	18	Anhang C	34
XK20 Software	19	Parallelität – kombiniert horizontal und vertikal	34
Anzeigeeinheit und Überblick über die Software	20	Anhang D	35
Aktualisierung der Software der XK20 Anzeigeeinheit	21	Rechtwinkligkeit	35
Datenübertragung	21		
Referenzschiene und sekundäre Schiene	22		

XK20 Hardware





Grundlagen der Messung

Das XK20 ist ein Lasersystem zur Geometriemessung, das verschiedene Messaufgaben ausführen kann, wie unter anderem:

- Ausrichtung von Werkzeugmaschinen während der Montage gemäß anerkannten Standards
- Einrichten von Fertigungslinien
- Serviceeinsätze, wie die Neuausrichtung von Maschinen
- Ausrichtung von Maschinen vor der Bearbeitung

Durchführbare Messungen sind u.a.:

- Geradheit
- Geradheit (lang)
- Rechtwinkligkeit
- Parallelität
- Nivellierung





Systemkomponenten

1	Strahleinheit Ein Lasersender mit einem um 360 Grad schwenkbaren Kopf und Pentaprisma-Optik.
2	S-Einheit Die „stationäre“ Einheit. Sie enthält einen positionsempfindlichen Detektor (PSD).
3	M-Einheit Die „bewegliche“-Einheit. Sie enthält einen positionsempfindlichen Detektor (PSD).
4	Anzeigeeinheit Ein Tablet mit Touchscreen, auf dem sich Messsoftware und Benutzerhandbuch befinden.
5	Magnetfuß mit minimaler Bauhöhe Ein Magnetfuß zur Befestigung von S-Einheit, M-Einheit, Pentaprisma oder Strahleinheit in Verbindung mit anderen Halterungen und Zubehörteilen.
6	Stativ-Verschiebetisch Der Stativ-Verschiebetisch ermöglicht eine präzise Verschiebung der Strahleinheit. Eine formschlüssig fixierbare Schnellspaneinrichtung ermöglicht die Montage auf einem Stativ.
7	Winkelhalterung für Strahleinheit Eine senkrechte Halterung zur Montage der Strahleinheit in einem Winkel von 90 Grad.
8	4 M6-Säulen 150-mm-Säulen, die zur Befestigung von S-Einheit, M-Einheit oder Pentaprisma-Optik in den Magnetfuß eingeschraubt werden können.
9	4 kurze M6-Säulen 70-mm-Säulen, die zur Befestigung von S-Einheit, M-Einheit oder Pentaprisma-Optik in den Magnetfuß eingeschraubt werden können.
10	Universalnetzteil-Satz (nicht abgebildet) Dieser umfasst; 1 x Netzteil und 3 x Netzkabel mit Steckern für Großbritannien, EU und USA.
11	DC-Split-Kabel (auf Seite 9 dargestellt) Dieses Kabel ermöglicht das Aufladen von drei Systemgeräten über eine einzige Stromquelle (Strahleinheit, M-Einheit und S-Einheit).



HINWEIS: Informationen zu den in den verschiedenen Konfigurationen verwendeten Teilen finden Sie in der XK20 Hardware-Anleitung (Renishaw Art. Nr. H-9971-9040).



Systemkomponenten (Fortsetzung)

1	Pentaprisma-Optik Die Pentaprisma-Optik kann für Messungen der horizontalen Parallelität und einige Rechtwinkligkeitsmessungen zum Reflektieren des Strahls um 90 Grad verwendet werden.
2	Strahleinheits-Spindelhalterung Die Strahleinheits-Spindelhalterung wird zum Befestigen der Strahleinheit in einer Spindel oder in einem Spannfutter für rotative Messungen verwendet.
3	Empfänger-Spindelhalterung Die Empfänger-Spindelhalterung wird zum Befestigen der M-Einheit oder der S-Einheit in einer Spindel oder in einem Spannfutter für rotative Messungen verwendet.
4	90-Grad-Empfängerhalterung Die 90-Grad- Empfängerhalterung kann entweder an die M-Einheit oder die S-Einheit geschraubt werden, um bei Verwendung mit Magnetfuß, Montagepfosten oder Spindelhalterungen eine 90-Grad-Montage zu ermöglichen.
5	Empfänger-Hängehalterung Die Empfänger-Hängehalterung ermöglicht das Abhängen der M-Einheit bei Montage an einem Magnetfuß mit rotierbarem Kopf.
6	Pentaprisma-Verschiebetisch Der Pentaprisma-Verschiebetisch wird mit der Pentaprisma-Optik verwendet und ermöglicht eine seitliche Anpassung während der Messungen. Der Tisch ist auf einem Magnetfuß mit minimaler Bauhöhe montiert.
7	Magnetfuß mit rotierbarem Kopf Der Magnetfuß hat einen rotierbaren Kopf, mit dem die M-Einheit bei Ebenheitsmessungen gedreht werden kann. Der Fuß besitzt einen Ein-/Aus-Schalter. Er wird zur Montage der M-Einheit oder S-Einheit in Kombination mit den M6-Säulen verwendet.
8	Stativ Das Stativ ermöglicht die stabile Aufstellung der Strahleinheit und ist höhenverstellbar.
9	Magnetische Referenzhalterung Die magnetische Referenzhalterung ermöglicht eine magnetische Befestigung der M-Einheit an der Referenzkante eines Gussteils. Die M-Einheit kann in einer festen Position oder auf dem Drehkopf der magnetischen Referenzhalterung montiert werden.
10	USB-DC-Adapter Der USB-DC-Adapter dient zum Aufladen anderer Geräte über die Anzeigeeinheit.





Strahleinheit

Die Strahleinheit enthält einen fasergekoppelten Diodenlaser, der einen stabilen Laserstrahl der Klasse 2 erzeugt.

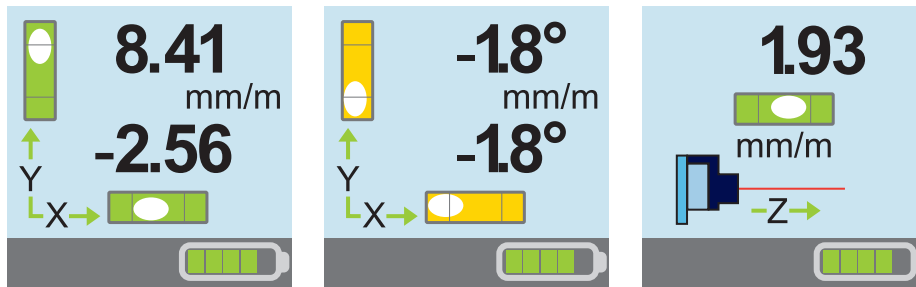
Der Ausgangsstrahl kann mithilfe der Pentaprisma-Optik im schwenkbaren Kopf zwischen zwei Ausrichtungen umgeschaltet werden.

WARNUNG: Führen Sie keine Messungen aus, während die Strahleinheit geladen wird.

Die Strahleinheit enthält eine wiederaufladbare Lithium-Ionen-Batterie und wird über das Netzteil oder über die XK20 Anzegeeinheit in Verbindung mit dem USB-DC-Adapter und dem Split-Kabel aufgeladen. Es wird empfohlen, die Strahleinheit vor oder nach jedem Gebrauch aufzuladen, um die Batterie in gutem Zustand zu halten.

Die Spezifikationen des Netzteils finden Sie auf **Seite 13**.

2 Beispiele für die Bildschirmanzeige



Die Z-Achse wird nur angezeigt, wenn die Strahleinheit wie auf dem Bildschirm gezeigt ausgerichtet ist (mit dem Renishaw Etikett nach oben).

Auf der Anzeige sind Änderungen bis zu einer Auflösung von 10 mm pro 1 m (mm/m) zu sehen; danach werden die Einheiten in Grad angezeigt werden.



1	Ein-/Ausschalten, Anzeige wechseln	5	Nickwinkel/Gierwinkel-Einstellschraube
2	Anzeige	6	Lösehebel
3	Laserkopf	7	Ladeanschluss
4	Feineinstellrad für den Kopf	8	Strahleinheits-Pentaprisma



M-Einheit und S-Einheit

Die M-Einheit ist ein drahtloses Modul, das als Hauptempfänger bei allen Messungen eingesetzt wird.

Die S-Einheit ist ein drahtloses Modul, das in erster Linie bei Messungen zur Rotationsausrichtung eingesetzt wird.

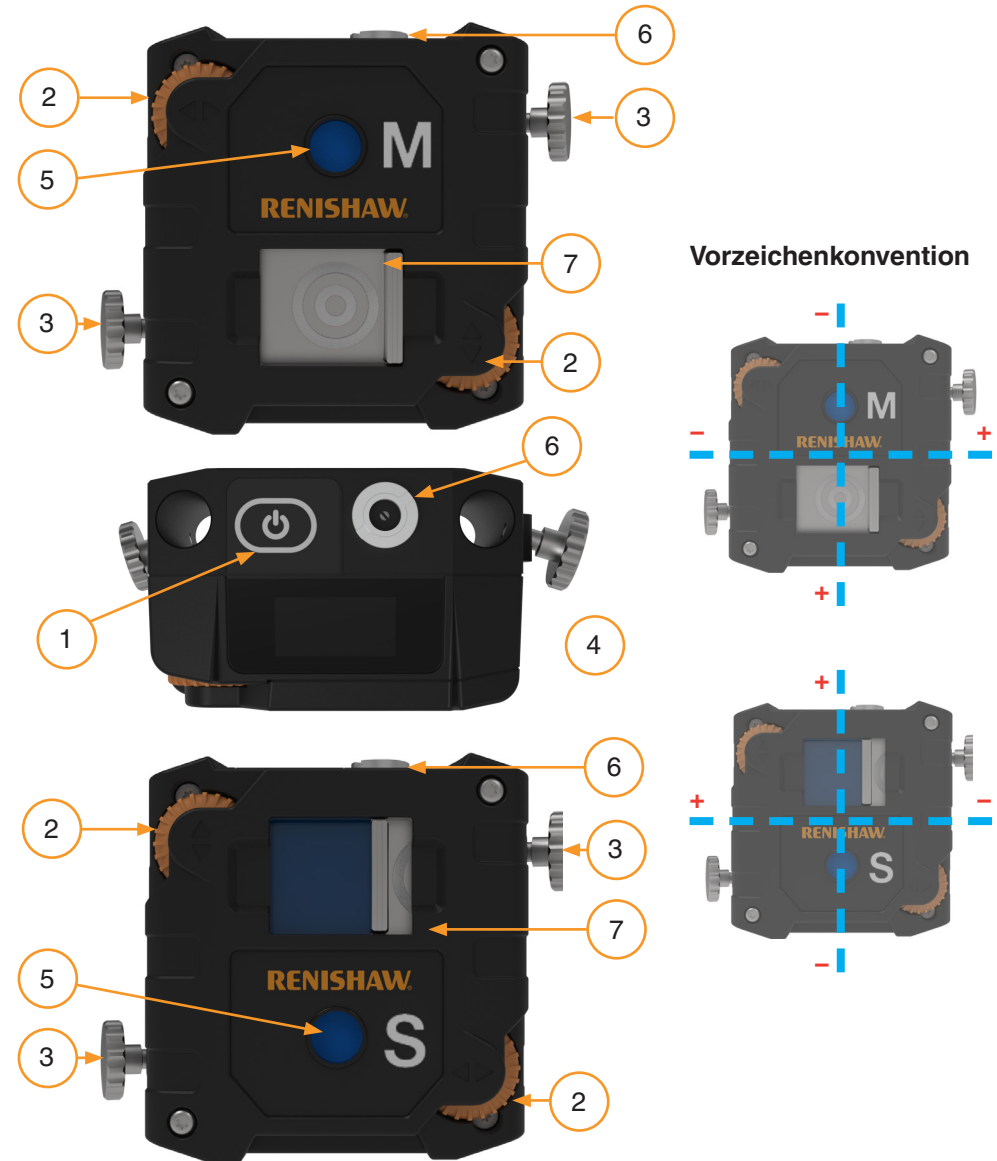
Die Positionsbestimmung erfolgt durch eine zweidimensionale positionsempfindliche Diode (PSD). Die Einheit verfügt über eine Laserdiode der Klasse 2, die die Nutzung des Geräts zusammen mit der M-Einheit ermöglicht.

WARNUNG: Führen Sie keine Messungen aus, während die M-Einheit und die S-Einheit aufgeladen werden.

Die M-Einheit und S-Einheit enthalten beide eine wiederaufladbare Lithium-Ionen-Batterie. Die M-Einheit und die S-Einheit werden über das Netzteil oder über die XK20 Anzeigeeinheit in Verbindung mit dem USB-DC-Adapter und dem Split-Kabel aufgeladen. Es wird empfohlen, die M-Einheit und die S-Einheit vor oder nach jedem Gebrauch aufzuladen, um die Batterie in gutem Zustand zu halten.

Die Spezifikationen des Netzteils finden Sie auf **Seite 13**.

1	Ein-/Aus-Schalter	4	Gerätestatusanzeige
2	Nickwinkel/Gierwinkel-Einstellvorrichtung	5	Laserausgang
3	Klemmschraube	6	Ladeanschlüsse
		7	PSD-Empfänger/Zielmarke





Anzeigeeinheit

Die Anzeigeeinheit dient zur Einrichtung der Hardware und zur Datenaufnahme.

WARNUNG: Führen Sie keine Messung aus, während die Anzeigeeinheit aufgeladen wird.

Die Anzeigeeinheit enthält eine wiederaufladbare Lithium-Ionen-Batterie und wird über die Spannungsversorgung aufgeladen. Es wird empfohlen, die Anzeigeeinheit vor oder nach jedem Gebrauch aufzuladen, um die Batterie in gutem Zustand zu halten.

Die Spezifikationen des Netzteils finden Sie auf **Seite 13**.

Aufladen

Über die Anzeigeeinheit in Verbindung mit dem USB-DC-Adapter und dem Split-Kabel können Sie mehrere Geräte aufladen.



1	Netzteil
2	USB-DC-Adapter
3	Split-Kabel



1	Batteriestatustaste
2	Ein-/Aus-Schalter
3	Datenaufnahme-Taste
4	Touchscreen
5	Batteriestatus-LEDs
6	HDMI-Anschluss
7	USB-A-Anschluss – zum Anschließen des USB-DC-Adapters zum Aufladen von Geräten
8	USB-C-Anschluss – zum Übertragen von Daten (siehe „Datenübertragung“) und zum Aufladen
9	DC-IN-Anschluss – zum Aufladen über das Netzteil



Systemspezifikationen

XK20 System

Temperaturbereich für angegebene Genauigkeit	-10 °C bis 50 °C
Empfohlenes Kalibrierintervall	2 Jahre

Strahleinheit

Messbereich des Laserstrahls	40 m
Laserausgang	Klasse 2
Abmessungen	147 mm × 136 mm × 152 mm
Gewicht	2,26 kg
Spannungsversorgung	2 × interne Lithium-Ionen-Batterien (7,4 Wh)
Betriebszeit	ca. 30 Stunden
Aufwärmzeit	15 min <i>Gilt nur, wenn das Gerät bei Raumtemperatur gelagert wurde und die Messung in derselben Umgebung erfolgt.</i>
Genauigkeit der digitalen Wasserwaage	20 µm/m +/-1 %
Auflösung der digitalen Wasserwaage	0,001 mm/m
IP-Schutzart	n.v.

M-Einheit und S Einheit

Messbereich des Laserstrahls	20 m
Laserausgang	Klasse 2
Abmessungen	76 mm × 76,4 mm × 45,9 mm
Gewicht	272 g
Spannungsversorgung	Interne Lithium-Ionen-Batterie (7,4 Wh)
Betriebszeit	ca. 24 Stunden
Aufwärmzeit	ca. 30 Minuten
Genauigkeit des Neigungsmessers	±1°
Auflösung des Neigungsmessers	0,1°
IP-Schutzart	IP 66/67 (IEC 60529)



Anzeigeeinheit

Abmessungen	269 mm × 190 mm × 49,4 mm
Gewicht	1,4 kg
Spannungsversorgung	Interne Lithium-Ionen-Batterie (68,04 Wh)
Betriebszeit	ca. 16 Stunden (nur interne Batterie)
Bildschirmgröße	8 Zoll
Reichweite des Drahtlosmoduls	30 m
IP-Schutzart	IP 66/67 (IEC 60529)

Lagerung des Systems und Transportbedingungen

Lagerung und Transport

Temperatur	-20 °C bis +50 °C
Druck	1000 mb – 700 mbar
Luftfeuchtigkeit	10 % bis 95 % RH (nicht kondensierend)



Translatorische Messungen – Genauigkeitsspezifikationen



Geradheit

Bereich	±5 mm
Genauigkeit	±0,008 A ±0,8 µm
Auflösung	0,1 µm

A = Anzeige des Geradheitsmesswertes (µm)



Rechtwinkligkeit

Bereich	±5 mm
Genauigkeit*	±0,008 A/M ±1,4/M ±4 µm/m
Auflösung	0,1 µm

* mit Kalibrierfaktor für die Rechtwinkligkeit

A = Geradheitsmesswert des am weitesten entfernten Punktes (µm)
 M = Länge der (kürzesten) Achse (m)



Parallelität

Bereich	±5 mm
Genauigkeit (i)	±0,008 A/M ±1,4/M ±2 µm/m*
Genauigkeit (ii)	±0,008 A ±1,4 ±2M µm*
Auflösung	0,1 µm

* Abstand zwischen Laser und
 Pentaprisma > 0,2 m

A = (größter) Geradheitsmesswert (µm)

M = Achslänge (m)

i. Zu verwenden, wenn der Winkel zwischen Schienen der zu untersuchende Messbereich ist.

ii. Zu verwenden, wenn die Parallelität zwischen Schienen:

- als Toleranzzone angegeben ist, die durch zwei parallel zu einer Bezugsachse (z. B. Referenzschiene) verlaufende parallele Linien definiert wird, zwischen denen die Achse des Merkmals (z. B. Messschiene) liegen muss.
- zu verstehen ist als Punkt-zu-Punktabweichung in dem Abstand zwischen den Schienen gemessen am Abstand zwischen den ersten beiden Punkten



Netzteil

Netzteil	
Eingangsspannung	100 V bis 240 V
Eingangsfrequenz	63 Hz
Maximaler Eingangsstrom	2,0 A
Ausgangsspannung	15 V
Maximaler Ausgangsstrom	4 A
Sicherheitsstandard	EN 62368

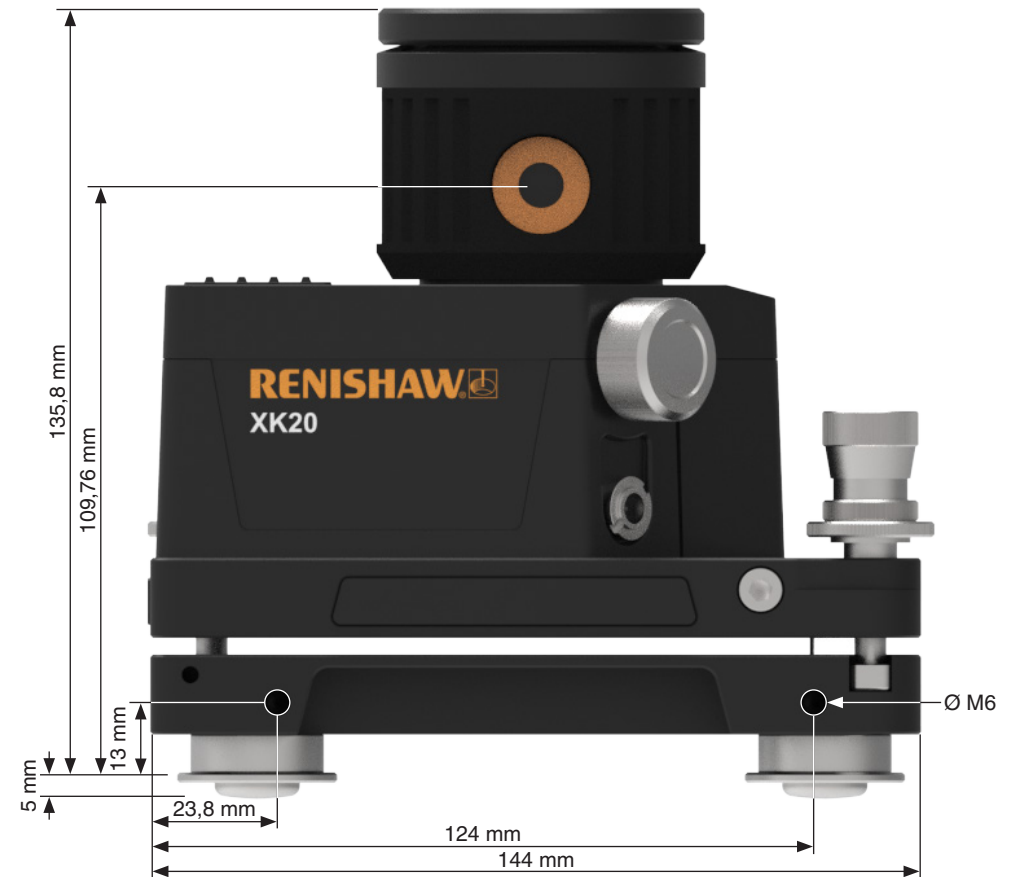
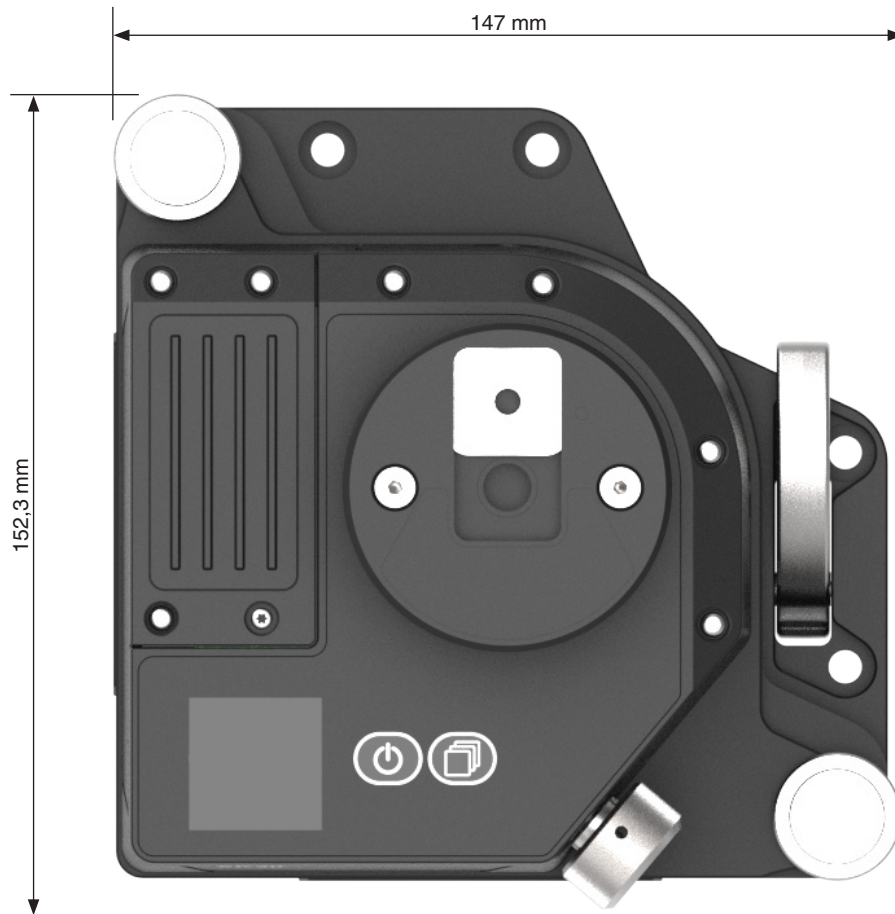
HINWEIS: Das Netzteil wurde für die Verwendung mit dem XK20 System qualifiziert. Verwenden Sie keine andere Netzteile. Falls ein Netzteil beschädigt werden oder verloren gehen sollte, können Sie ein neues Netzteil im **Online-Shop von Renishaw** bestellen oder Ihre **Renishaw-Niederlassung** kontaktieren.

Gewicht und Abmessungen

Einheit	Gewicht (ungefähr)
XK20 System	Max. 25 kg
Strahleinheit	2,26 kg
Anzeigeeinheit	1,4 kg
M-Einheit	272 g
S-Einheit	272 g



Strahleinheit



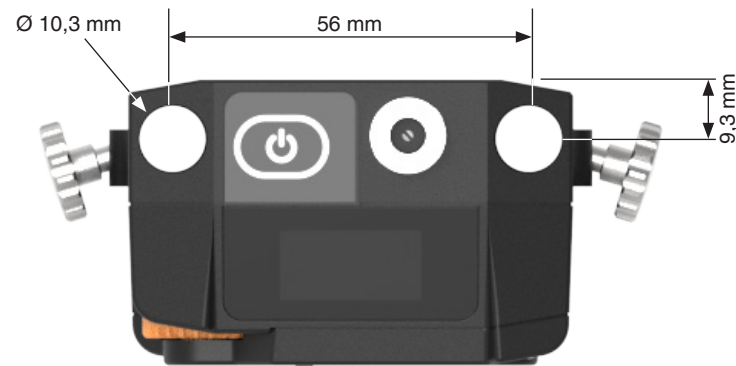


Anzeigeeinheit



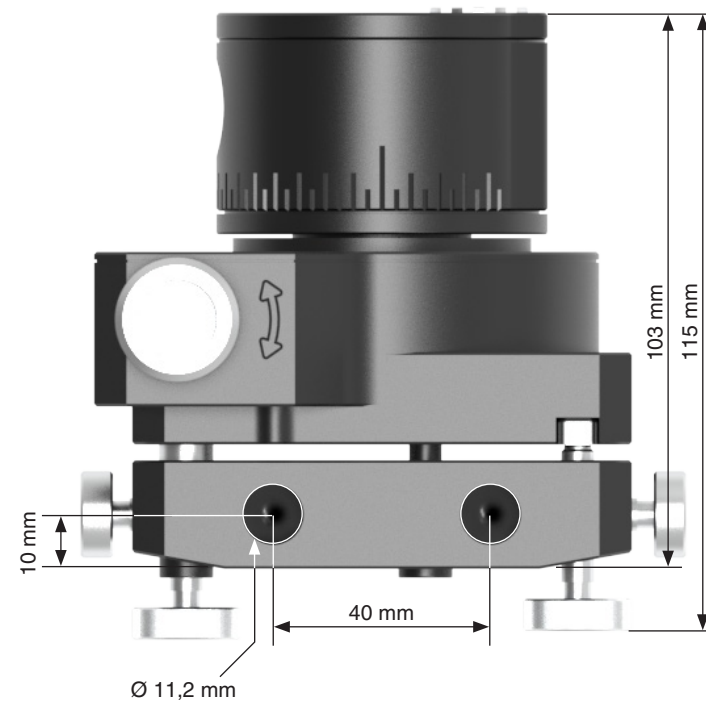
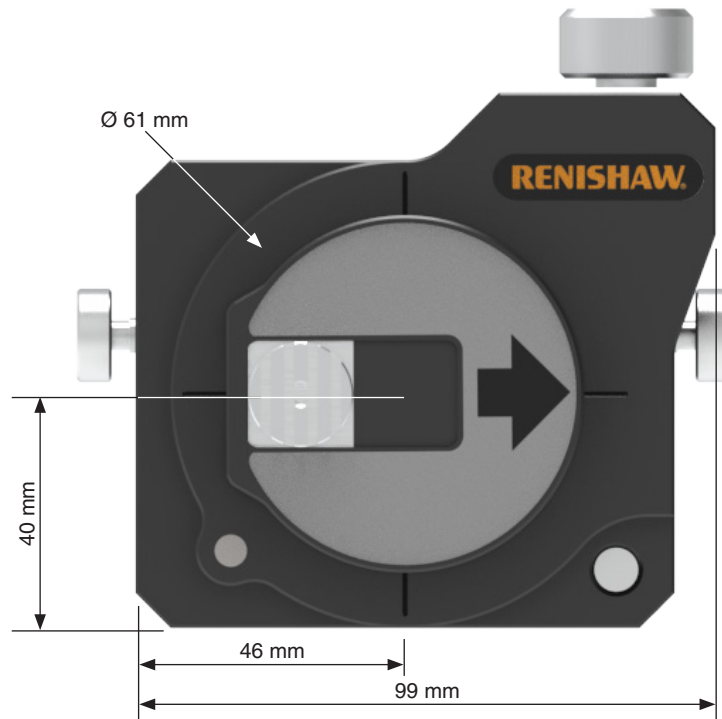


M-Einheit



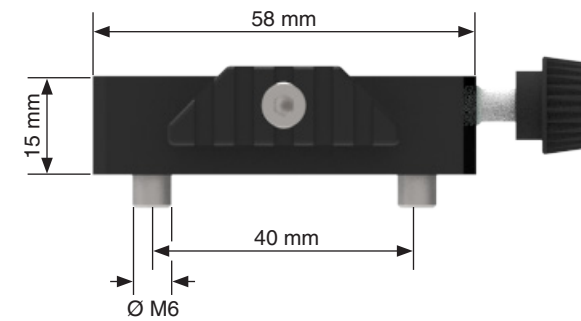
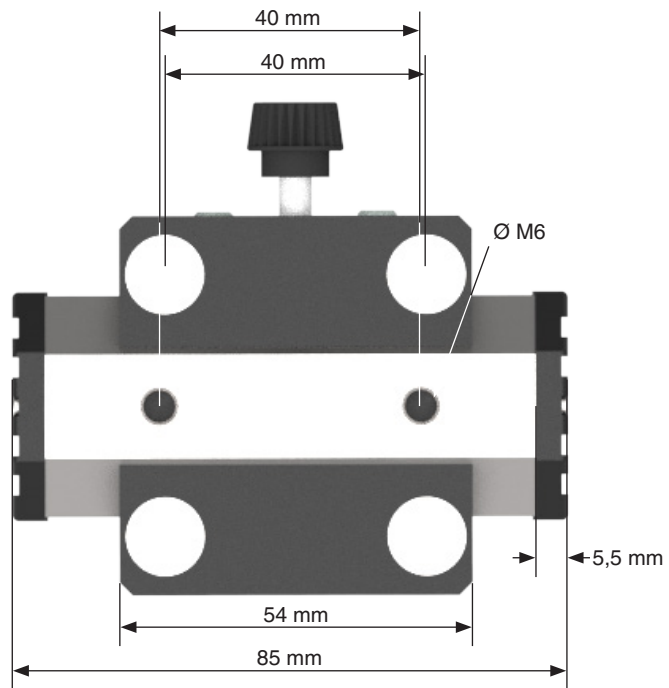


Pentaprisma-Optik





Pentaprisma-Verschiebetisch



XK20 Software





Anzeigeeinheit und Überblick über die Software

Abkürzungen

In der Software wird eine Reihe von Abkürzungen verwendet. Auch wenn sie im Kontext klar verständlich sind, wird in der folgenden Tabelle die ausgeschriebene Bedeutung aufgeführt:

Abkürzung	Ausgeschriebene Bedeutung
Std. Dev.	Standardabweichung
Pos	Position
H	Horizontal
V	Vertikal
Ref	Referenzmarke
Sec	Sekundär
M-H	M-Einheit – horizontal
M-V	M-Einheit – vertikal
H Ref	Horizontale Referenz
V Ref	Vertikale Referenz
H Sec	Horizontal sekundär
V Sec	Vertikal sekundär
H Par	Horizontale parallele Geradheit
V Par	Vertikale parallele Geradheit
Max	Maximum
Min	Minimum



HINWEIS: Bei Verwendung der Anzeigeeinheit XK20 finden Sie Software-Updates auf der Renishaw-Website (www.renishaw.com/calsoftware). Weitere Informationen finden Sie unter „**Aktualisierung der Software der XK20 Anzeigeeinheit**“.

Bei Verwendung eines Tablets von Drittanbietern kann die Software installiert werden; Updates sind im entsprechenden App-Store verfügbar. Suchen Sie nach „CARTO XK20“.



Aktualisierung der Software der XK20 Anzeigeeinheit

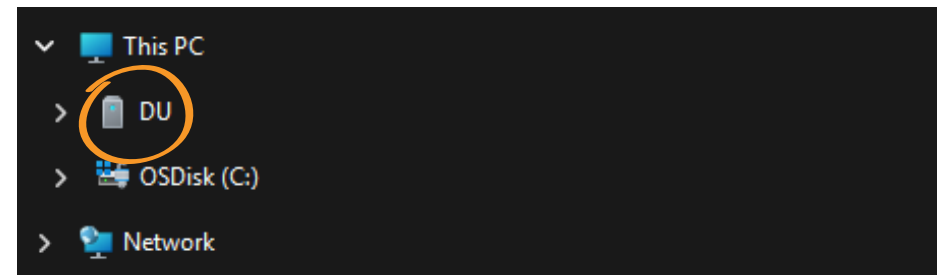
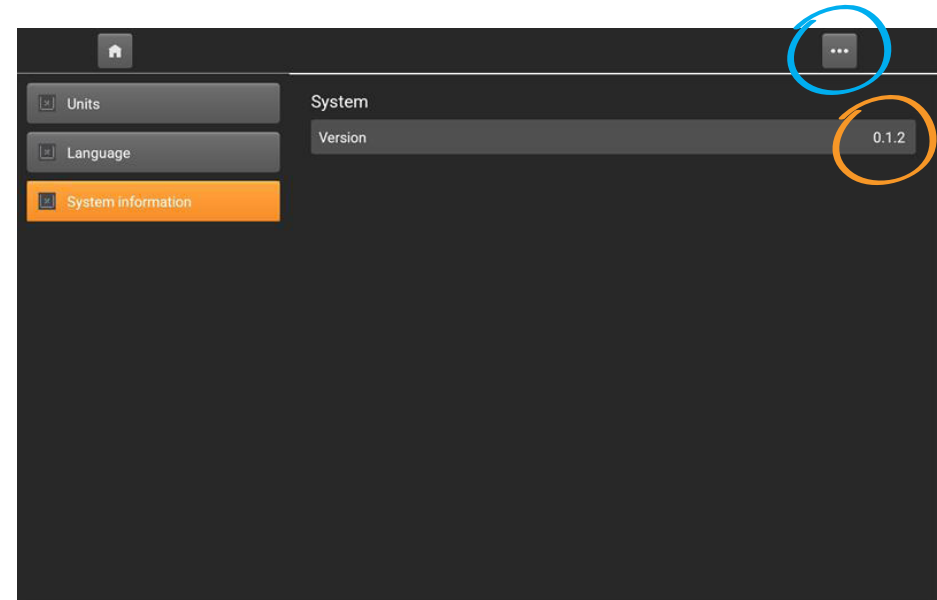
Die Software der Anzeigeeinheit muss manuell über einen USB-Stick* aktualisiert werden. Es wird empfohlen, regelmäßig auf der Renishaw-Website nach Software-Updates zu suchen. Ihre Renishaw-Niederlassung sendet Ihnen möglicherweise auch entsprechende Mitteilungen zu.

1. Laden Sie die Software von der Renishaw-Website (www.renishaw.com/calsoftware) herunter und kopieren Sie diese auf einen leeren USB-Stick.
2. Achten Sie darauf, dass die Anzeigeeinheit ausgeschaltet ist. Stecken Sie den USB-Stick ein.
3. Schalten Sie die Anzeigeeinheit ein. Die Anzeigeeinheit lädt bis zum Startbildschirm.
4. Schalten Sie die Anzeigeeinheit aus. Entfernen Sie den USB-Stick nach dem Ausschalten.
5. Schalten Sie die Anzeigeeinheit ein. Überprüfen Sie in den Einstellungen, ob die Versionsnummer aktualisiert wurde.

* Renishaw liefert keinen USB-Stick.

Datenübertragung

Das Anzeige-Tablet hat dieselbe Funktion wie eine Festplatte. Daten können vom Gerät auf einen Computer mithilfe eines USB-C-Kabels übertragen werden. Auf die Dateien auf der Anzeigeeinheit kann über das Datei-Explorer-System des Computers zugegriffen werden.

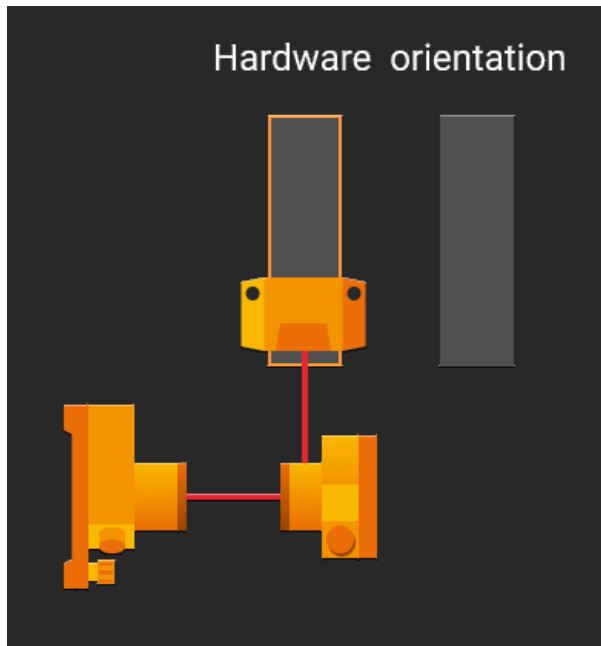




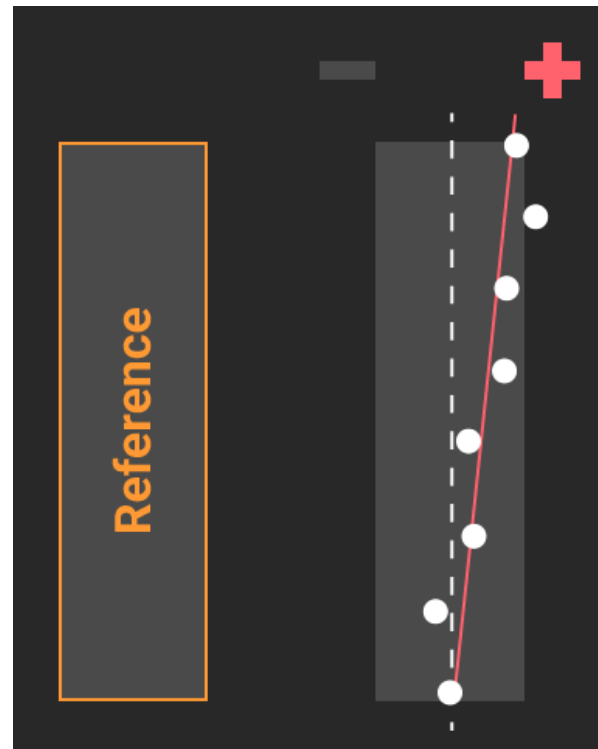
Referenzschiene und sekundäre Schiene

Beim Messen zweier Schienen verwendet die Software die Begriffe „Referenzschiene“ und „sekundäre Schiene“. Die Referenzschiene wird als Erstes gemessen. Diese Schiene wird nicht angepasst. Die sekundäre Schiene wird als Zweites gemessen und ggf. den Messergebnissen entsprechend angepasst.

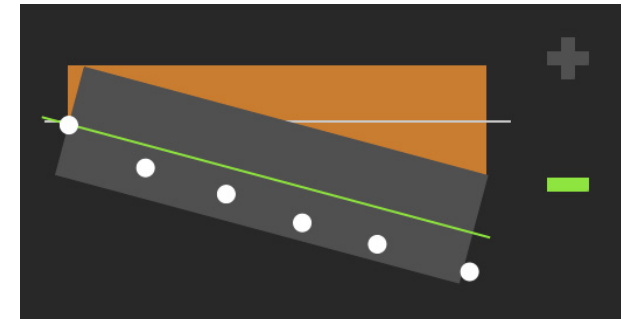
Der Unterschied zwischen den beiden Schienen wird visuell hervorgehoben – eine komplette Schiene ist orange oder orange umrahmt – manchmal auch mit Beschreibungen auf dem Bildschirm. Hier einige Beispiele dafür:



Horizontale Parallelität – Definitionsbildschirm



Horizontale Parallelität – Ergebnisbildschirm



Vertikale Parallelität – Ergebnisbildschirm

XK20 Messmöglichkeiten





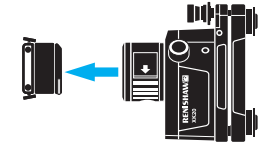
Messmethoden

Geradheit



Messung der vertikalen und horizontalen Geradheit entlang einer Achse. Wird beim Aufbau von Maschinen verwendet, um die Genauigkeit der Montage und die Ausrichtung von Tischen und Führungen zu gewährleisten.

Hierzu wird die Position des Laserstrahls der Strahleinheit gemessen, während die M-Einheit an der zu prüfenden Achse verfahren wird.

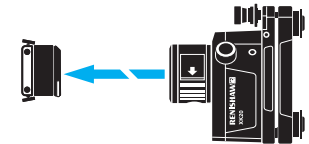


Geradheit (lang)



Messung der vertikalen und horizontalen Geradheit entlang einer Achse. Wird beim Aufbau von Maschinen verwendet, um die Genauigkeit der Montage und die Ausrichtung von Tischen und Führungen zu gewährleisten.

Hierzu wird die Position des Laserstrahls der Strahleinheit gemessen, während die M-Einheit an der zu prüfenden Achse verfahren wird.

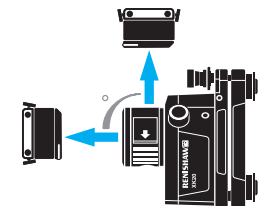


Rechtwinkligkeit



Messung der Rechtwinkligkeit zwischen zwei Maschinenachsen. Dies wird typischerweise verwendet, um sicherzustellen, dass Maschinenachsen und -betten im richtigen Winkel zueinanderstehen, um Schienensysteme von Maschinen auszurichten oder wenn getrennte Maschinenbaugruppen zueinander ausgerichtet werden müssen.

Hierzu werden zwei Geradheitsmessungen im Winkel von 90 Grad zueinander ausgeführt.





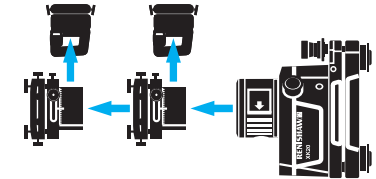
Messarten (Fortsetzung)



Parallelität

Misst die Geradheitsabweichung oder den Gesamtwinkel der Fehlausrichtung zwischen zwei nominal parallelen Achsen. Kommt typischerweise während der Fertigung von Werkzeugmaschinenstrukturen zum Einsatz.

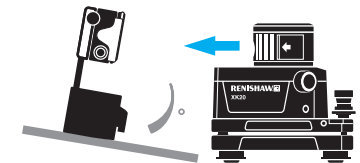
Dabei wird die optionale Pentaprisma-Optik verwendet, um den Strahl an den Achsen entlang zu führen und Messungen mit der M-Einheit aufzunehmen, während die Strahleinheit als feste Referenz behalten wird.



Nivellierung

Messung der Maschinennivellierung in Bezug auf die Schwerkraft oder auf eine andere Maschinenoberfläche. Diese Messung wird normalerweise verwendet, um Maschinentische auszurichten und die Maschinenstruktur auf allmähliche Verformung über einen längeren Zeitraum zu kontrollieren. Sie kann außerdem verwendet werden, um eine Maschine in Bezug auf eine andere zu nivellieren.

Hierzu wird die Höhe der Struktur an mehreren Punkten mit dem ausgehenden Laserstrahl der Strahleinheit verglichen.





Überlegungen zu den Messungen

Steigungsfehler

Ein Steigungsfehler ist die Folge einer ungenügenden Ausrichtung. Er kann durch die folgenden Schritte reduziert werden:

1. Minimieren Sie die Fehlausrichtung des Strahls zur Achse, um den PSD-Messsystemfehler zu reduzieren, indem Sie darauf achten, dass die Software-Zielmarke entlang der gesamten Schiene grün bleibt.
2. Mit einer Geraden durch die Endpunkte wird der Steigungsfehler beseitigt.

PSD-Messsystemfehler

Starke Fehlausrichtungen des Lasers gegenüber der Achse erhöhen den PSD-Messsystemfehler, der charakteristisch für die PSD-Technologie ist. Durch das Ausrichten des Strahls besser als die empfohlene Ausrichttoleranz wird dieser Fehler minimiert. Eine Ausrichtung des Strahls so nah wie möglich an der PSD-Mitte minimiert diesen Fehler ebenfalls.

Einstellung der Spindelachse

Bei dem Verfahren zur Einstellung der Spindelachse wird der Laserstrahl parallel zur Achse der zu messenden Spindel ausgerichtet. Dies ergibt einen Bezugspunkt, von dem aus der Richtungsfehler der Spindel gemessen werden kann.

Ausrichtung

Ausrichtung ist das Verfahren, bei dem der Laserstrahl parallel zu der zu messenden Achse ausgerichtet wird. Dies ergibt einen Bezugspunkt, von dem aus die Geradenabweichung entlang der Achse gemessen werden kann. Eine optimale Ausrichtung reduziert den Steigungsfehler und den PSD-Messsystemfehler.

Umgebung

Die Umgebungsbedingungen während einer Messung beeinflussen die Messgenauigkeit erheblich. Die aufgeführten Faktoren können Rauschen und Drift in den Messergebnissen hervorrufen. Sie sollten so weit wie möglich reduziert oder beseitigt werden, bevor Sie beginnen.

- Thermische Stabilität
- Stöße und Vibrationen
- Luftturbulenzen

Sobald der Fehler minimiert ist, können weitere Störungen mit dem **Detektorwert-Filter (Einzelheiten in Anhang D)** reduziert werden.

Ausrichttoleranzen

Versuchen Sie, den Laserstrahl innerhalb der folgenden Toleranzen auszurichten, um den Steigungsfehler und die Effekte des PSD-Messsystemfehlers zu minimieren:

Softwaretoleranz

Achten Sie darauf, dass die Software-Zielmarke entlang der zu messenden Achse grün bleibt. Für numerische Werte tippen Sie auf die Software-Zielmarke auf dem Bildschirm.

Geometrische Toleranz

$\pm 100 \mu\text{m}^*$ an der zu messenden Achse.

Dies wird durch das Aufleuchten der Zielmarke zur Justage in Grün bestätigt.

Rotationstoleranz

Die Korrektur der Spindelrichtung sollte $\pm 100 \mu\text{m}^*$ über eine 180-Grad-Drehung betragen.

* Unter zulässigen Umgebungsbedingungen



Methoden zur Datenanpassung

Gerade durch Endpunkte

Es wird eine Gerade zwischen dem ersten und dem letzten Endpunkt gezogen und vom Datensatz subtrahiert.

Anpassung nach Methode der kleinsten Quadrate

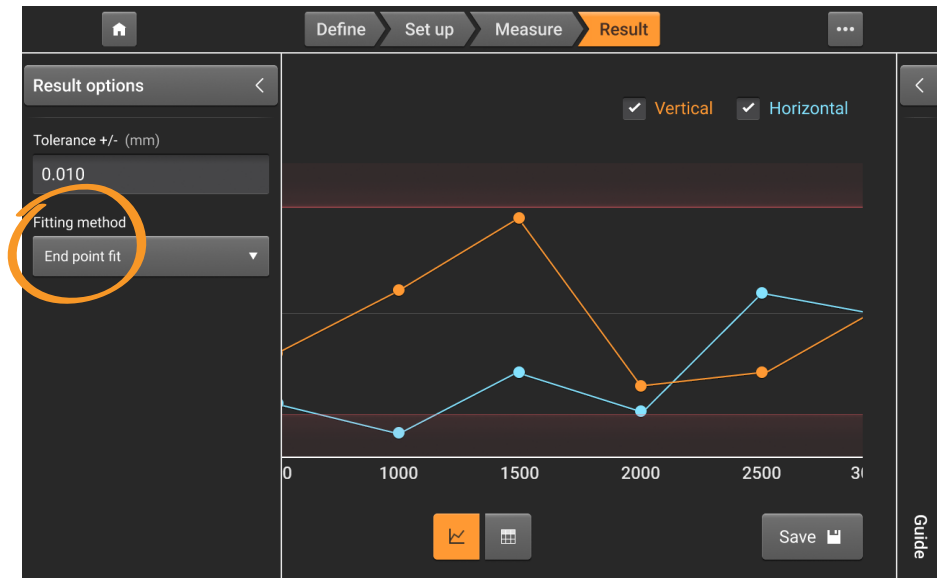
Es wird die Best-Fit-Gerade durch alle Datenpunkte mithilfe der Methode „Kleinste Quadrate“ berechnet und dann entfernt.

Null zuerst

Es wird nur die Startposition begrenzt und die Abweichungen werden nur um diesen Punkt angepasst.

Rohdaten

Es wurde keine Anpassungsmethode angewendet und der auf der PSD gemessene Positionswert wird an jeder Position gemeldet.





ISO-Normen

Die International Organisation for Standardisation (ISO) veröffentlicht eine Reihe international anerkannter Richtlinien, die eine einheitliche Leistungsqualität sicherstellen. Das XK20 erfüllt die ISO 230, in der die Verwendung von Lasern zur Messung einer Reihe geometrischer Merkmale von Werkzeugmaschinen spezifiziert wird.

Darüber hinaus kann XK20 Datenanalysen gemäß den folgenden Normen für den Werkzeugmaschinenbau bereitstellen:

- ISO 10791
- ISO 3070

Beachten Sie dabei, dass jede ISO-Norm für einen bestimmten Maschinentyp spezifisch ist. Beispielsweise kann ISO 10791:1:2015 nur als Referenz für Maschinen mit waagerechter Spindel als waagerechte Z-Achse verwendet werden.

Die folgende Tabelle enthält weitere Details:

Standard	Titel	Untertitel	Beschreibung	Hinweise
ISO 230-11:2018	Prüfregeln für Werkzeugmaschinen.	Geeignete Messinstrumente für geometrische Tests.	Diese Norm dokumentiert die Eigenschaften von Präzisionsmessgeräten zur Prüfung der geometrischen Genauigkeit von Werkzeugmaschinen.	
ISO 10791-1:2015	Prüfbedingungen für Bearbeitungszentren.	Teil 1: Geometrische Prüfungen für Maschinen mit waagerechter Spindel (waagerechte Z-Achse)	Diese Norm legt die geometrischen Prüfungen und Toleranzen für Bearbeitungszentren mit horizontalen Spindeln fest.	Auf Winkelmessungen (Autokollimatoren) basierende Methoden (ISO 230-1:2012, 12.1.3) dürfen nicht angewendet werden, da diese Methoden auf die Messungen von funktionalen Oberflächen beschränkt sind.
BS ISO 10791-2:2023	Prüfbedingungen für Bearbeitungszentren.	Geometrische Prüfungen für Maschinen mit senkrechter Spindel (senkrechte Z-Achse).	Diese Norm legt die geometrischen Prüfungen und Toleranzen für Bearbeitungszentren mit vertikalen Spindeln fest.	Auf Winkelmessungen (Autokollimatoren) basierende Methoden (ISO 230-1:2012, 12.1.3) dürfen nicht angewendet werden, da diese Methoden auf die Messungen von funktionalen Oberflächen beschränkt sind.
BS ISO 3070-1:2007	Werkzeugmaschinen – Prüfbedingungen für Waagrecht-Bohr-Fräsmaschinen – Prüfung der Genauigkeit.	Maschinen mit Tisch und festem Ständer	Diese Norm legt geometrische Prüfungen und Toleranzen für horizontale Spindelbohr- und Fräsmaschinen mit festem Ständer und beweglichem Tisch fest.	
BS ISO 3070-2:2016	Werkzeugmaschinen – Prüfbedingungen für Waagrecht-Bohr-Fräsmaschinen – Prüfung der Genauigkeit.	Maschinen mit verschiebbarem Ständer in der X-Achse.	Diese Norm legt geometrische Prüfungen und Toleranzen für horizontale Spindelbohr- und Fräsmaschinen mit verschiebbarem Ständer in der X-Achse fest.	
BS ISO 3070-3:2007	Werkzeugmaschinen – Prüfbedingungen für Waagrecht-Bohr-Fräsmaschinen – Prüfung der Genauigkeit.	Maschinen mit Kreuzbett und beweglichem Ständer.	Diese Norm legt geometrische Prüfungen und Toleranzen für horizontale Spindelbohr- und Fräsmaschinen mit Maschinen mit Kreuzbett und beweglichem Ständer fest.	



Erläuterung der ISO-Standardanalyse

Globale Abweichung

Dies ist die Abweichung, die über die gesamte Messlänge auftritt. Jede Norm legt eine Toleranz für eine bestimmte Messlänge fest. Die für Ihre Messlänge relevante Toleranz für die Einhaltung der globalen Abweichung finden Sie in der entsprechenden ISO-Norm.

Maximale/minimale lokale Abweichung

Dies ist die Abweichung, die entlang einer definierten Prüfstrecke auftritt, die in der ausgewählten spezifischen Norm definiert ist. Beispielsweise beträgt die definierte Prüfstrecke für ISO 10791-2 300 mm. Die maximal/minimal zulässige Abweichung gemäß ISO 10791-2 beträgt +/- 0,007 mm über einen Abschnitt von 300 mm. Liegt das Ergebnis außerhalb dieser Toleranz, wird es rot hervorgehoben.

ISO 10791-2 (0.007mm/300mm) ▼

Deviation	V (mm)	Section (mm)
Global	0.016	0-2000
Max local	0.013	800-1100
Min local	0.003	1600-1900

Deviation	H (mm)	Section (mm)
Global	0.037	0-2000
Max local	0.037	600-1100
Min local	0.002	1600-1900



Erläuterung der Renishaw-Analyse 2012

Nach der Messung werden die zugehörigen Statistiken in einer Tabelle angezeigt.

Max und Min

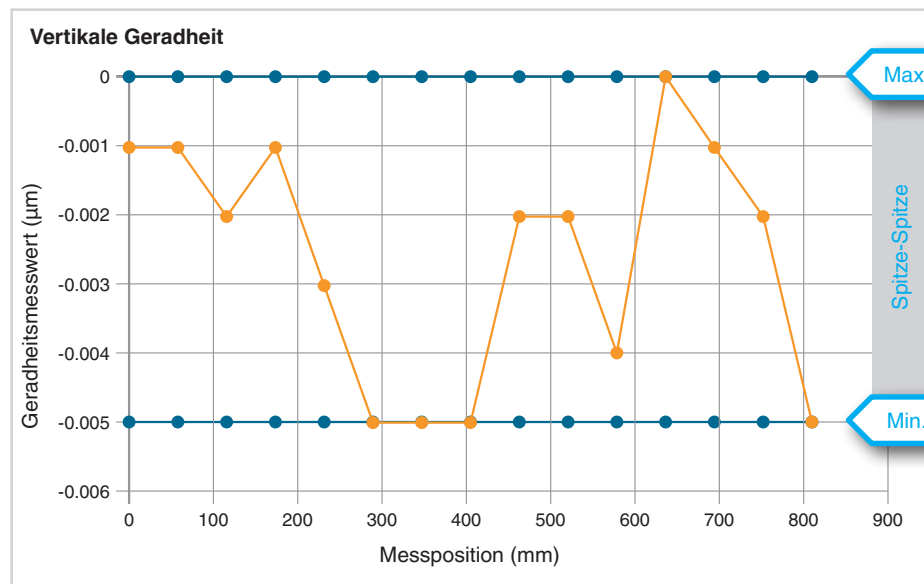
„Max“ und „Min“ bezeichnen die höchsten und niedrigsten Geradheitsabweichungen entlang den gemessenen Achsen.

Spitze-Spitze

Die Differenz zwischen den höchsten und niedrigsten Geradheitswerten.

Statistic	V	H
Peak-Peak (mm)	0.035	0.016
Standard Deviation (mm)	0.013	0.008
Max (mm)	0.007	0.011
Min (mm)	-0.028	-0.012

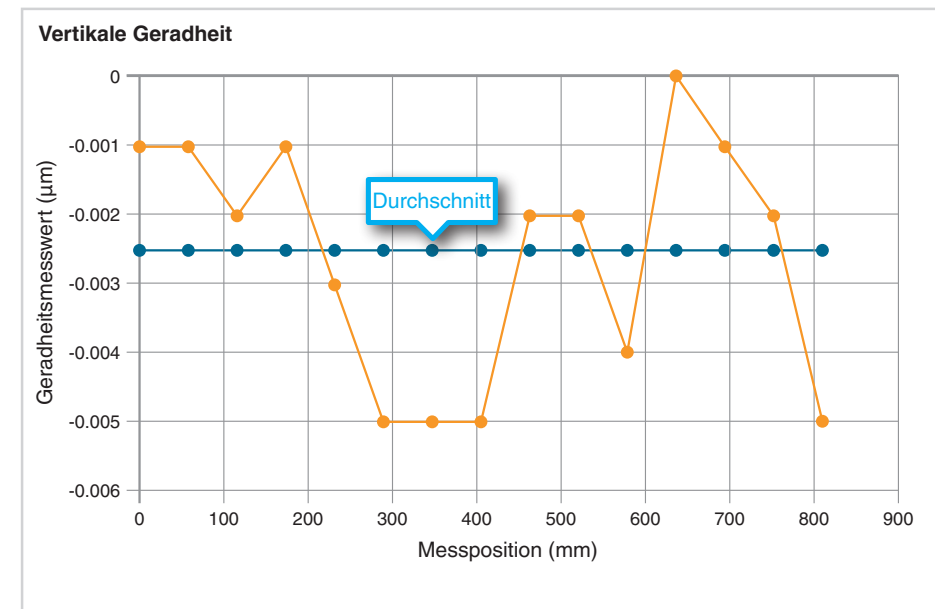
Diese Werte sind hilfreich, um die Toleranzgenauigkeit einer Ausrichtung zu ermitteln und die Größe der Abweichung entlang einer Achse in Erfahrung zu bringen.



Abweichung vom Durchschnitt

Standardabweichung (STD)

Die Standardabweichung (STD) gibt die Abweichung/Streuung vom Durchschnitt an. Sie steht für das Gleichmaß der Geradheit, d. h. je kleiner die STD, desto besser die Geradheit. Eine Achse mit einem sehr kleinen STD-Wert würde daher als sehr „gerade“ angesehen werden.



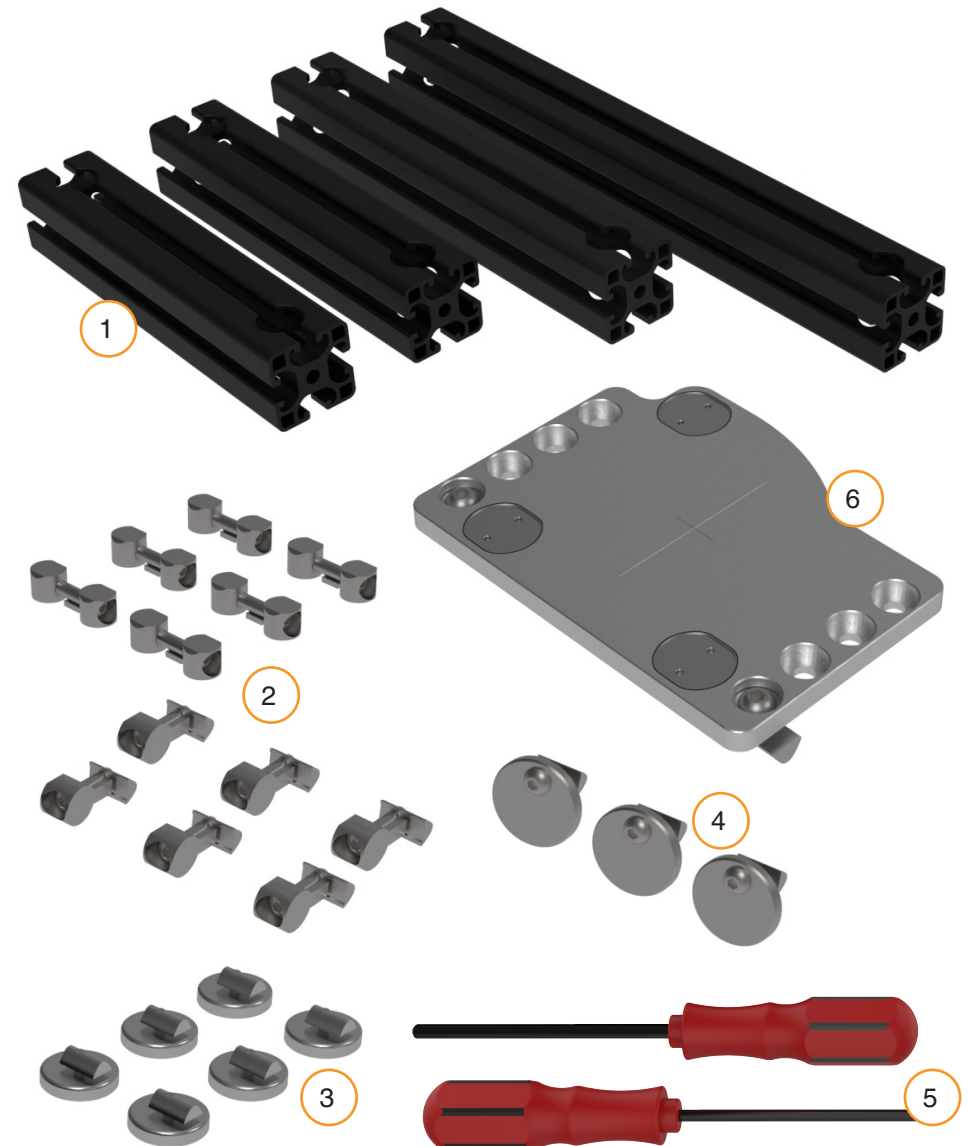


Anhang A

XK20 Montage-Kit

1	Profile Aluminium-Kastenprofile (350 mm, 250 mm und 2 × 200 mm), die mit den mitgelieferten Verbindern in zahlreichen Variationen miteinander verbunden werden können.
2	12 Profilverbinder 6 Universalbefestigungen und 6 Universal-Stoßverbinder zum Verbinden der Profile.
3	6 × Magnete Diese Magnete dienen zur sicheren Befestigung der Profile an einem Maschinenbett oder Gussteil.
4	3 Distanzscheiben Diese Scheiben dienen zur Positionierung der Profile auf dem Maschinenbett und verhindern seitliche Bewegungen.
5	Sechskantschraubendreher (4 mm, 5 mm) Sechskantschraubendreher zum Befestigen der Profilverbinder, Distanzscheiben und Magnete.
6	Halterung zur Profilmontage der Strahleinheit Mit der Halterung kann die Strahleinheit an einem Profil befestigt werden, um eine vielseitigere Montage zu ermöglichen. Die Strahleinheit kann mit den integrierten Magnetfüßen an der Platte befestigt werden. Die Platte verfügt über 8 Durchgangsbohrungen zur Befestigung an einem Profil mit den mitgelieferten Verbindern.

HINWEIS: Informationen zu den in den verschiedenen Konfigurationen verwendeten Teilen finden Sie in der *XK20 Hardware-Anleitung* (Renishaw Art. Nr. H-9971-9040).



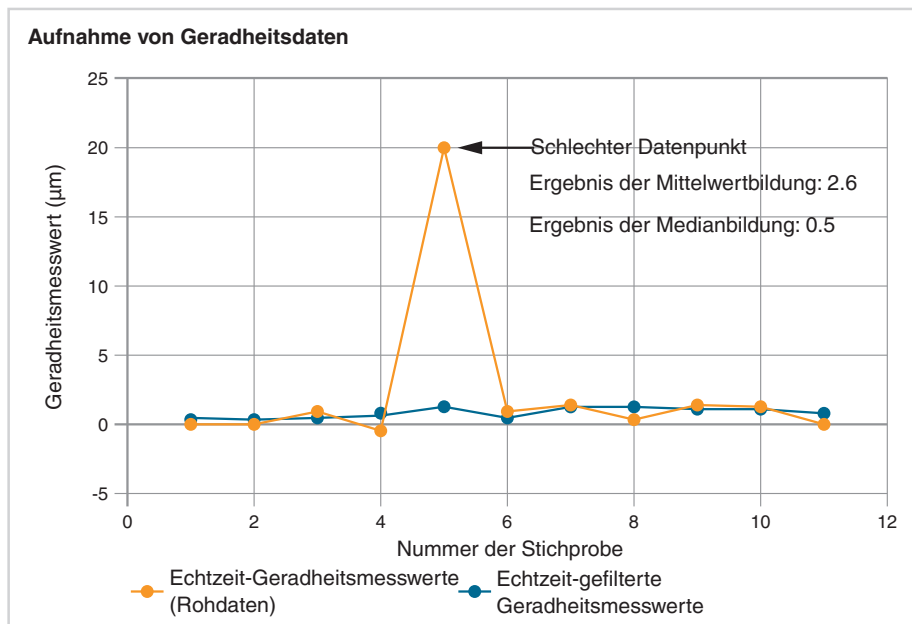


Anhang B

Filtern

Medianfilter bei Datenaufnahme

Während der Datenaufnahme wird eine Stichprobe der Daten genommen und das System gibt den Medianwert der Stichprobe aus. Die Stichprobengröße ist abhängig von der Filterebene.



Echtzeit-Geradheitsmesswerte (Rohdaten)	Echtzeit-gefilterte Geradheitsmesswerte
0	= Median (0, 0, 0,5) = 0
0	= Median (0, 0,5, -0,5) = 0
0.5	= Median (0,5, -0,5, 20) = 0,5
-0.5	0.5
20	1
0.5	0.5
1	1
0	1
1	1
1	1
0	0.5

Medianfilter bei
Datenaufnahme



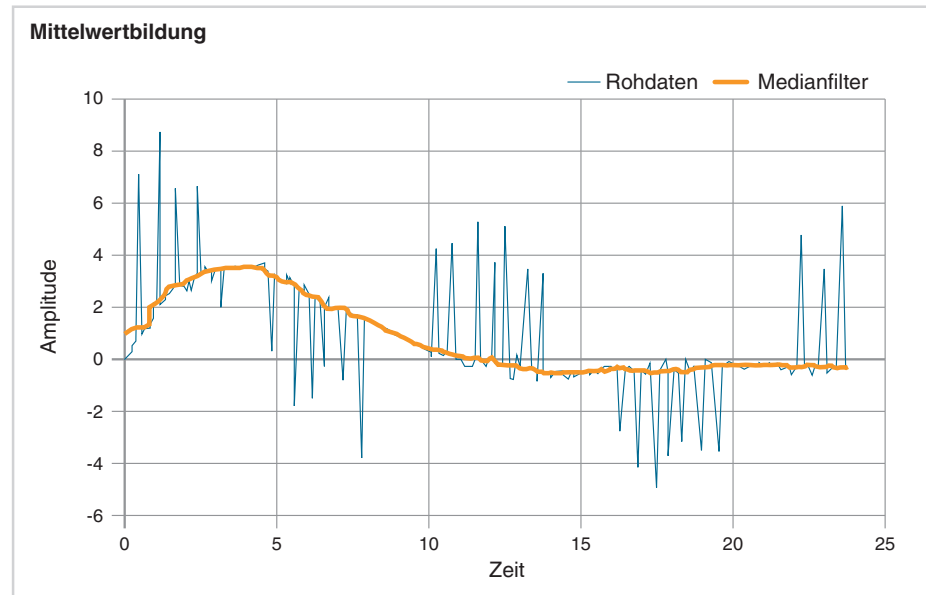
Filterung ggü. Mittelwertbildung

Das XK20 verwendet einen Medianfilter anstelle einer Mittelwertbildung. Dies liegt daran, dass Medianfilter sich besser zur Glättung plötzlicher Schwankungen eignen, die durch Luftturbulenzen und willkürliche Schwingungen verursacht werden.

Bei der Mittelwertbildung wird während der Datenaufnahme (z. B. 6 Sekunden dauernde Mittelwertbildung) der Durchschnitt aller Datenpunkte über einen Zeitraum von 6 Sekunden ausgegeben. Das bedeutet, dass auch verrauschte Daten in das Ergebnis einfließen. Bei einem Medianfilter hingegen werden verrauschte Datenpunkte durch den Median-Datenpunkt in der Stichprobe ersetzt.

Niedrig	2 Sekunden
Mittel	6 Sekunden
Hoch	10 Sekunden

HINWEIS: Wenn Sie im Vergleich zu Laserinterferometern andere Ergebnisse erhalten, ist dies teilweise auf die Medianfilterung zurückzuführen.



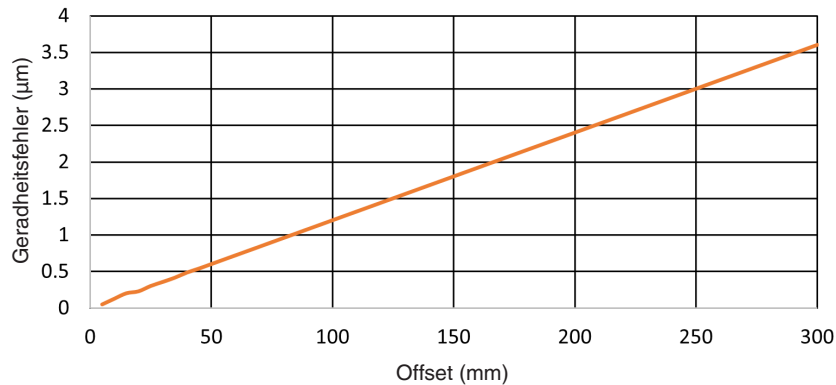


Anhang C

Parallelität – kombiniert horizontal und vertikal

Bei der Messung der kombinierten Parallelität zwischen zwei Schienen kann der echte Geradheitsfehler durch den Rollwinkel des Schlittens entlang der Bewegungsachse beeinflusst werden. Dieser Rollwinkelfehler des Schlittens in Kombination mit dem Versatz der M-Einheit gegenüber dem Schlitten kann dazu führen, dass der gemessene Geradheitsfehler größer erscheint als der echte Geradheitsfehler. Aus diesem Grund ist es wichtig, den Offset der M-Einheit gegenüber der Werkstückmessung zu minimieren.

Auswirkung des Offsets der M-Einheit auf den echten Geradheitsfehler bei einem bekannten Rollwinkelfehler der Schiene



Dies basiert auf einem Beispiel mit einer Schiene und einem Schlitten mit einem bekannten Rollwinkelfehler von 20 Bogensekunden.



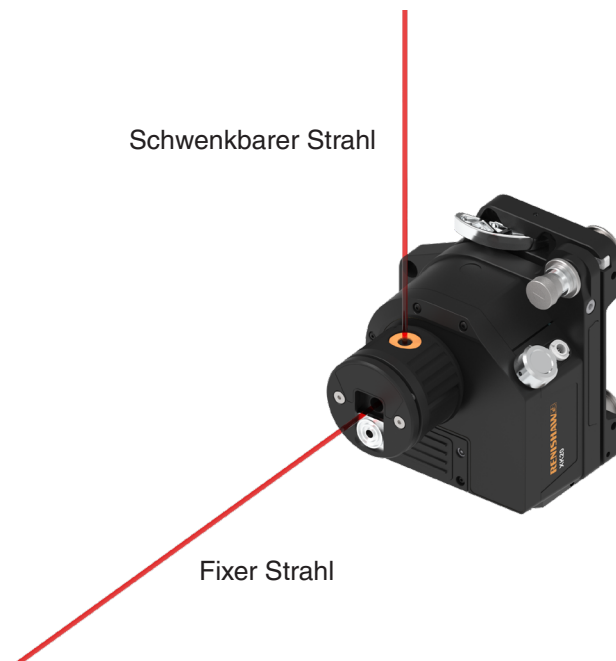
Anhang D

Rechtwinkligkeit

Wird auf Rechtwinkligkeit geprüft, muss die Software die Ausrichtung der M-Einheit sowohl auf der Referenz- als auch auf der sekundären Achse kennen. Dadurch kann die Software die Vorzeichenkonvention der Daten von der PSD anpassen und den korrekten Rechtwinkligkeits-Winkel ausgeben.

Verwendung der Hardware

Richten Sie die XK20 Strahleinheit so aus, dass der fixe Strahl entlang der Referenzachse verläuft. Der schwenkbare Strahl wird zum Messen der sekundären Achse verwendet.



Anwendungsgenerator Rechtwinkligkeit

Geben Sie beim Einrichten der Software die Ausrichtung der mit der Anwendung verbundenen Hardware ein. Das Definieren der Einrichtung läuft bei Prüfungen auf horizontale Rechtwinkligkeit und vertikale Rechtwinkligkeit unterschiedlich ab.

- Horizontale Rechtwinkligkeit – das Bild basiert auf einer Draufsicht der Hardwareeinrichtung.
- Vertikale Rechtwinkligkeit – das Bild basiert auf einer Seitenansicht der Hardwareeinrichtung.

Nicht festgelegt	Referenzschiene Option 1	Referenzschiene Option 2
Hardware orientation	Hardware orientation	Hardware orientation
Standardmäßig wird keine Auswahl für die Hardwareeinrichtung getroffen.	Wählen Sie den zur Hardwareeinrichtung passenden Schnittpunkt. Die Software erkennt dann eine Achse „1“ (Referenz) und „2“ (sekundär).	Wechseln Sie die Referenzachse in der Software gemäß Hardwareeinrichtung, indem Sie das XK20-Symbol auswählen.



XK20 Rechtwinkligkeitsoptionen

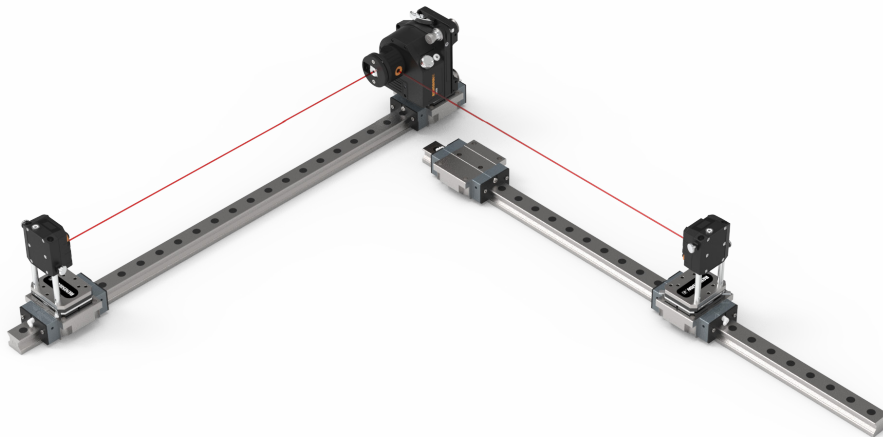
Beim Prüfen auf Rechtwinkligkeit kann zwischen zwei Messmethoden gewählt werden.

Es ist wichtig, den richtigen Modus zu verwenden, da der Einrichtungsprozess für horizontale und vertikale Rechtwinkligkeit nicht identisch ist.

Horizontale Rechtwinkligkeit

Verwenden Sie diesen Modus, wenn sich die Referenzschiene und die sekundäre Schiene auf einer horizontalen Ebene befinden, die relativ zum Boden verläuft.

Die Software erkennt die Ausrichtung der M-Einheit und ordnet die korrekte Vorzeichenkonvention zu, wenn eine der vier Kanten der M-Einheit in Richtung Boden zeigt.

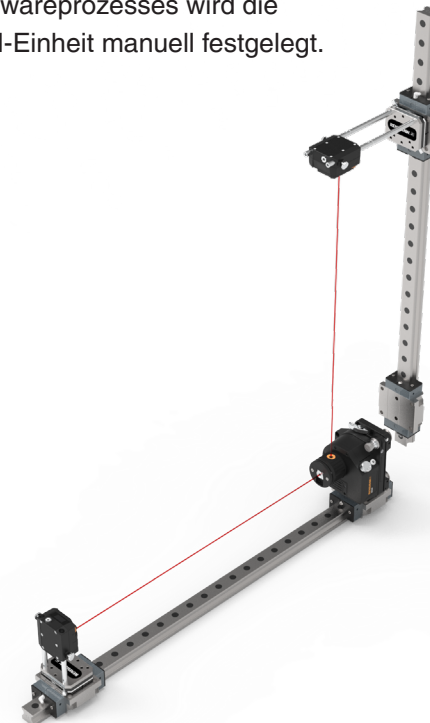


Vertikale Rechtwinkligkeit

Verwenden Sie diesen Modus, wenn eine der Schienen vertikal zum Boden verläuft.

Bei der Erfassung der vertikalen Achse zeigt die M-Einheit in Richtung Boden oder davon weg (je nach Einrichtung). Die Neigungsmesser können die Ausrichtung dieser Einrichtung nicht messen.

Während des Softwareprozesses wird die Ausrichtung der M-Einheit manuell festgelegt.



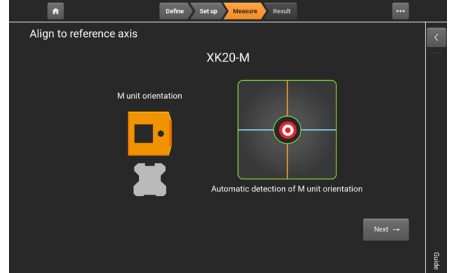
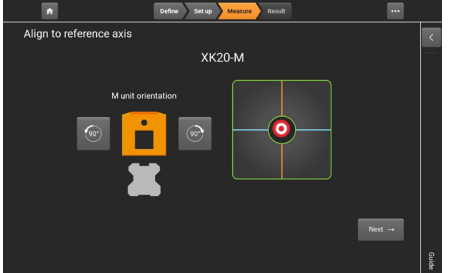


Neigungsmesser der M-Einheit

Die XK20 M-Einheiten verfügen über einen integrierten Neigungsmesser, durch den die Software die Ausrichtung bezogen auf die Schwerkraft messen kann. Einige Anwendungen automatisieren die Softwareeinrichtung, sodass der M-Einheit die richtige Vorzeichenkonvention zugewiesen ist.

Ausrichtung der M-Einheit

Die M-Einheit kann in beliebiger Ausrichtung relativ zur Schiene montiert werden. Allerdings muss die Ausrichtung dem Tablet bekannt sein. Die Software weist die entsprechenden Geradheitsabweichungen jeder Schiene zu, um sicherzustellen, dass der korrekte rechtwinklige Winkel berechnet wird.

Horizontale Rechtwinkligkeit	Vertikale Rechtwinkligkeit
Es werden die integrierten Neigungsmesser verwendet, um die Ausrichtung der M-Einheit relativ zum Boden zu erkennen.	Die integrierten Neigungsmesser können nicht verwendet werden. Daher wird die Ausrichtung der M-Einheit manuell festgelegt. Horizontale Schiene – Legen Sie in der Software fest, dass die Ausrichtung der M-Einheit relativ zum Boden verläuft. Vertikale Schiene – Legen Sie in der Software fest, dass die Ausrichtung der M-Einheit relativ zur Schiene verläuft.
	

Vertikale Rechtwinkligkeit setzt voraus, dass sich die M-Einheit parallel zum Boden auf den vertikalen Achsen befindet. Dadurch wird die Funktion der Neigungsmesser unterbunden und die Software kann so die Ausrichtung automatisch erkennen.

Legen Sie beim Einrichten des Prüfprozesses die Ausrichtung der M-Einheit relativ zur Schiene fest, indem Sie die rotativen Umschaltflächen in der Software verwenden.

www.renishaw.de/Renishaw-Weltweit



© 2025 Renishaw plc. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument darf ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von Renishaw weder ganz noch teilweise kopiert oder reproduziert werden oder auf irgendeine Weise auf ein anderes Medium oder in eine andere Sprache übertragen werden.

RENISHAW® und das Symbol eines Messtasters sind eingetragene Marken der Renishaw plc. Renishaw Produktnamen, Bezeichnungen und die Marke „apply innovation“ sind Warenzeichen der Renishaw plc oder deren Tochterunternehmen. Andere Markennamen, Produkt- oder Unternehmensnamen sind Marken des jeweiligen Eigentümers.

Renishaw plc. Eingetragen in England und Wales. Nummer im Gesellschaftsregister: 1106260. Eingetragener Firmensitz: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, Großbritannien.

Renishaw GmbH

T +49 (0)7127 9810

E germany@renishaw.com

Renishaw (Austria) GmbH

T +43 2236 379790

E austria@renishaw.com

Renishaw (Switzerland) AG

T +41 55 415 50 60

E switzerland@renishaw.com

ZWAR HABEN WIR UNS NACH KRÄFTEN BEMÜHT, FÜR DIE RICHTIGKEIT DIESES DOKUMENTS BEI VERÖFFENTLICHUNG ZU SORGEN, SÄMTLICHE GEWÄHRLEISTUNGEN, ZUSICHERUNGEN, ERKLÄRUNGEN UND HAFTUNG WERDEN JEDOCH UNGEACHTET IHRER ENTSTEHUNG IM GESETZLICH ZULÄSSIGEN UMFANG AUSGESCHLOSSEN. RENISHAW BEHÄLT SICH DAS RECHT VOR, ÄNDERUNGEN AN DIESEM DOKUMENT UND AN DER HIERIN BESCHRIEBENEN AUSRÜSTUNG UND/ODER SOFTWARE UND AN DEN HIERIN BESCHRIEBENEN SPEZIFIKATIONEN VORZUNEHMEN, OHNE DERARTIGE ÄNDERUNGEN IM VORAUS ANKÜNDIGEN ZU MÜSSEN.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern in diesem Dokument die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Artikel-Nr.: F-9971-9041-02-A

Veröffentlicht: 12.2025