

# XC-80 Umweltkompensationseinheit





## Inhalt

Rechtliche Informationen . . . . .	3	Kompensation der thermischen Materialausdehnung . . . . .	13
Einführung . . . . .	6	Thermische Materialausdehnungskoeffizienten . . . . .	13
Wellenlängenkompensation . . . . .	6	Positionierung des Materialsensors . . . . .	15
Kompensation der thermischen Materialausdehnung . . . . .	6	Schätzung der Maschinengenauigkeit im Fall des Betriebs bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C . . . . .	15
Rückseitiger Deckel . . . . .	7	Kalibrierung gemäß nationalen und internationalen Normen . . . . .	16
Anschluss und Konfiguration der XC Kompensationseinheit . . . . .	7	Schätzung der Genauigkeit des Maschinen-Feedbacksystems bei Temperierung auf 20 °C . . . . .	17
Umgebungssensoren . . . . .	7	Fertigung von Teilen, die bei 20 °C genau sein müssen . . . . .	17
Sensorsymbole . . . . .	9	Automatische Umweltkompensation . . . . .	18
LEDs . . . . .	9	Aktualisierungszyklus der XC Kompensationseinheit . . . . .	18
Sensor-LEDs . . . . .	9	Feste Materialkompensation . . . . .	19
Status-LEDs . . . . .	9	Spezifikationen . . . . .	20
Kalibrierung der XC Kompensationseinheit . . . . .	10	Einführung . . . . .	20
Wellenlängenkompensation . . . . .	11	Gewichte und Abmessungen . . . . .	21
Positionierung von Luftsensoren . . . . .	12	Artikelnummern . . . . .	21
Positionierung des Lufttemperatursensors . . . . .	12		
Sensoren für Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit . . . . .	12		



## Rechtliche Informationen

### Sicherheit

Vor der Verwendung des XL oder XM Lasersystems lesen Sie bitte die betreffende Informationsbroschüre zur Lasersicherheit: Für den XL Laser siehe Renishaw Artikel-Nr. M-9908-0363, für den XM Laser siehe Renishaw Artikel-Nr. M-9921-0202.

### EU- und UKCA-Konformitätserklärung

Renishaw plc erklärt hiermit, dass die XC-80 Umweltkompensationseinheit den grundlegenden Anforderungen und anderen relevanten Bestimmungen folgender Richtlinien und Rechtsverordnungen entspricht:

- geltende EU-Richtlinien
- relevante Rechtsverordnungen nach britischem Recht



Der vollständige Wortlaut der Konformitätserklärung ist erhältlich unter:

[www.renishaw.de/XLCE](http://www.renishaw.de/XLCE)

### Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten

Der Gebrauch dieses Symbols auf Produkten von Renishaw und/oder den beigefügten Unterlagen gibt an, dass das Produkt nicht mit allgemeinem Haushaltsmüll entsorgt werden darf. Es liegt in der Verantwortung des Endverbrauchers, dieses Produkt zur Entsorgung an speziell dafür vorgesehene Sammelstellen für Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) zu übergeben, um eine Wiederverwendung oder Verwertung zu ermöglichen. Die richtige Entsorgung dieses Produktes trägt zur Schonung wertvoller Ressourcen bei und verhindert mögliche negative Auswirkungen auf die Umwelt. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem örtlichen Entsorgungsunternehmen oder von Ihrer Renishaw-Niederlassung.





## Vorschriften für die USA und Kanada

### Erklärung zur FCC-Konformität

#### 47 CFR, Abschnitt 15.19

Dieses Gerät entspricht Teil 15 der FCC-Vorschriften. Der Betrieb unterliegt den beiden folgenden Bedingungen:

1. Das Gerät verursacht keine schädlichen Störungen und
2. Das Gerät muss auch unter Einfluss von störenden Funkwellen, einschließlich solcher Störungen, die unerwünschte Betriebszustände bewirken könnten, einwandfrei funktionieren.

#### 47 CFR, Abschnitt 15.21

Der Anwender wird darauf hingewiesen, dass jegliche Veränderungen oder Umbauten, die nicht ausdrücklich durch Renishaw plc oder eine autorisierte Vertretung genehmigt wurden, die Erlaubnis zum Betrieb des Geräts erlöschen lassen.

#### 47 CFR, Abschnitt 15.27

Diese Einheit wurde mit geschirmten Kabeln an den Peripheriegeräten geprüft. Um die Konformität gewährleisten zu können, muss diese Einheit mit geschirmten Kabeln verwendet werden.

#### 47 CFR, Abschnitt 15.105

Dieses Gerät wurde geprüft und erfüllt die Grenzwerte nach Klasse A (digitale Geräte) gemäß Teil 15 der FCC-Vorschriften. Diese Grenzwerte wurden festgelegt, um einen angemessenen Schutz gegenüber schädlichen Interferenzen zu bieten, wenn das Gerät in einem gewerblichen Umfeld verwendet wird. Dieses Gerät erzeugt und nutzt Energie im Drahtlosfrequenzspektrum und kann auch solche abstrahlen. Wenn es nicht der Anleitung entsprechend installiert wird, kann es schädliche Störungen in der Drahtloskommunikation verursachen. Der Einsatz des Gerätes in einer Wohngegend kann störende Interferenzen hervorrufen, die der Anwender auf eigene Kosten zu beseitigen hat.

### Kanada – ICES

Dieses ISM-Gerät entspricht der kanadischen Norm CAN ICES-003(A)/ NMB-003(A).

Cet appareil ISM est conforme à la norme ICES-003(A)/ NMB-003(A) du CAN.



## Informationen zu den Verpackungsmaterialien

Verpackungskomponente	Material	94/62/EG Kennzeichnung	94/62/EG Nummer
Äußerer Karton	Pappe – 70 % recycelte Bestandteile	PAP	20
Innerer Karton	Pappe – 70 % recycelte Bestandteile	PAP	20
Verpackungseinsätze	Polyurethan	PU	7
Beutel	Polyethylen niedriger Dichte	LDPE	4

## REACH-Verordnung

Laut Artikel 33(1) der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 („REACH“) erforderliche Informationen zu Produkten, die besonders besorgniserregende Stoffe (Substances of Very High Concern – SVHC) enthalten, finden Sie unter: [www.renishaw.de/REACH](http://www.renishaw.de/REACH)

## China RoHS

Weitere Informationen über China RoHS finden Sie unter:  
[www.renishaw.de/calcompliance](http://www.renishaw.de/calcompliance)



## Einführung

Die XC Kompensationseinheit ist für die Messgenauigkeit Ihres Lasersystems ausschlaggebend. Durch die sehr genaue und präzise Messung der Umgebungsbedingungen kompensiert sie Schwankungen von Lufttemperatur, Luftdruck und relativer Luftfeuchtigkeit, die sich auf die Wellenlänge des Laserstrahls auswirken. Dadurch werden praktisch alle durch diese Schwankungen entstehenden Messfehler eliminiert.



## Wellenlängenkompensation

Die Sensormesswerte von der XC Kompensationseinheit werden nur zur Kompensation der Lasermesswerte bei Positionsmessungen verwendet. Findet keine Kompensation statt, können Schwankungen im Brechungsindex der Luft zu erheblichen Messabweichungen führen. Obwohl es möglich ist, die Umgebungsbedingungen manuell (beispielsweise mithilfe von Handmessgeräten) einzugeben, bietet die Verwendung der XC Kompensationseinheit den Vorteil, dass die Kompensation mit hoher Genauigkeit durchgeführt und automatisch alle 7 Sekunden aktualisiert wird.

## Kompensation der thermischen Materialausdehnung

Die XC Kompensationseinheit kann auch Eingangssignale von bis zu drei Materialsensoren verarbeiten, welche die Temperatur der zu prüfenden Maschine bzw. des Materials messen. Sofern der richtige thermische Ausdehnungskoeffizient des Materials in die CARTO Software eingegeben wurde, können Messungen auf eine Maschinen- bzw. Materialtemperatur von 20 °C normalisiert werden.

Die Umweltkompensation kann auf drei Arten erfolgen:

- Automatisch aktualisierte Umweltkompensation mit der XC Kompensationseinheit.
- Manuell aktualisierte Umweltkompensation mit der XC Kompensationseinheit.
- Kompensation mittels manuell eingegebener Daten ohne XC Kompensationseinheit.

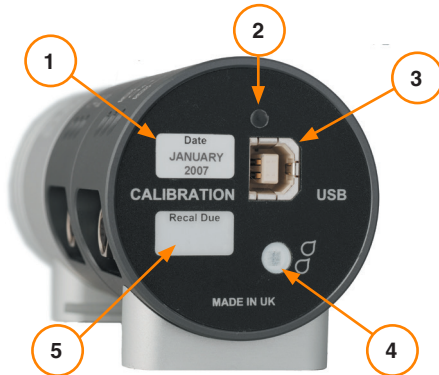
Umfassende technische Daten zur XC Kompensationseinheit sind im Abschnitt Spezifikationen zu finden.

Die XC Kompensationseinheit wird als Bestandteil eines Kits geliefert, das ein USB-Kabel, einen Lufttemperatursensor und einen Materialtemperatursensor enthält.



## Rückseitiger Deckel

Auf dem rückseitigen Deckel der XC Kompensationseinheit befinden sich:



1	Kalibrierdatum
2	Status-LED
3	USB-Buchse
4	Sensor für relative Luftfeuchtigkeit
5	Fälligkeit der Nachkalibrierung

## Anschluss und Konfiguration der XC Kompensationseinheit

Am rückseitigen Deckel der XC Kompensationseinheit befindet sich eine USB-Buchse zum Anschluss der XC Kompensationseinheit an einen PC mithilfe eines USB-Kabels (im Lieferumfang des XC Kompensatorkits). Dieser Anschluss ermöglicht die Kommunikation zwischen der XC Kompensationseinheit und dem PC sowie die Spannungsversorgung der XC Kompensationseinheit und der Sensoren.

**HINWEIS:** Installieren Sie die CARTO Software, bevor Sie die XC Kompensationseinheit an den PC anschließen. Durch die Softwareinstallation wird sichergestellt, dass der PC richtig konfiguriert ist.

## Umgebungssensoren

Die Sensoren für Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit sind im Gehäuse der XC Kompensationseinheit enthalten. Für eine Genauigkeit der XC Kompensationseinheit entsprechend der angeführten Spezifikation sollte das Gerät bei der Verwendung so stehen, dass seine lange Achse horizontal ausgerichtet ist (siehe Abbildung). Der Sensor für die relative Luftfeuchtigkeit auf der rückseitigen Abdeckung darf nicht behindert werden. Bei Nichtbeachtung der Vorgaben kann ein geringfügiger Fehler bei den Luftdruckmessungen entstehen, wodurch die Genauigkeit kompensierter Messwerte reduziert wird.



**HINWEIS:** Die relative Luftfeuchtigkeit wird nur in der Software angezeigt, wenn der Lufttemperatursensor an die XC Kompensationseinheit angeschlossen ist.



Die abgebildeten Sensoren für Lufttemperatur und Materialtemperatur sind zwei unterschiedliche Messvorrichtungen und werden komplett mit Kommunikationskabeln geliefert. Jedes Kabel besitzt eine Gewindebuchse zum Anschluss an den Sensor sowie einen Gewindestecker zum Anschluss an die entsprechende Buchse an der Seite der XC Kompensationseinheit.

Im Standardlieferungsumfang jeder XC Kompensationseinheit von Renishaw sind ein Materialtemperatursensor und ein Lufttemperatursensor enthalten.

Bei Maschinen mit langen Achsen können bis zu drei Materialtemperatursensoren an die XC Kompensationseinheit angeschlossen werden. Zusätzliche Materialtemperatursensoren sind als Kit auf Anfrage bei Ihrer Renishaw-Niederlassung erhältlich.



Die Luft- und Materialtemperatursensoren werden mit 5 m langen Kabeln geliefert. Diese können nach Bedarf bis zu einer maximalen Kabellänge von 60 m zusammengeschlossen werden; die Sensoren können an bestimmten Positionen auf der Maschine für die Messung platziert werden. Zusätzliche und Ersatz-Sensoren und Kabel sind auf Anfrage bei Ihrer Renishaw-Niederlassung erhältlich.

Die Kabel sind mit abnehmbaren Bezeichnungen versehen, damit sich leicht erkennen lässt, welches Kabel an welchen Sensor angeschlossen ist. Die Kabel müssen bei der Aufbewahrung an den jeweiligen Sensoren angeschlossen bleiben; der Systemkoffer ist entsprechend ausgestattet.

Die Temperatursensoren enthalten Magnete zur Anbringung an Stahl- oder Gusseisenflächen, besitzen aber auch eine Durchgangsbohrung zum Anschrauben, falls erforderlich.

Die Luft- und Materialtemperatursensoren funktionieren nur, wenn sie an die richtigen Buchsen an der XC Kompensationseinheit angeschlossen sind. Den unterschiedlichen Sensortypen entsprechende Symbole sind auf der Seite der XC Kompensationseinheit dargestellt. Der Lufttemperatursensor muss an der Buchse angeschlossen werden, an der das nachfolgend abgebildete Lufttemperatursymbol zu sehen ist. Materialtemperatursensoren können an jeder Buchse angeschlossen werden, die mit einem Materialtemperatursymbol gekennzeichnet ist.





## Sensorsymbole

Die Sensorsymbole für Luft- und Materialtemperatur sind auch seitlich an den Sensoren abgebildet.



**HINWEIS:** Es gibt keine Buchsen für Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit, da diese Sensoren in das Gehäuse der XC Kompensationseinheit eingebaut sind.

## LEDs

### Sensor-LEDs

Seitlich an der XC Kompensationseinheit befinden sich unter den Sensorsymbolen sechs Sensor-LEDs, die den Sensoren für Luftdruck, relative Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur und Materialtemperatur (drei Sensoren) entsprechen. Die Farbe der LED zeigt an, wann ein Messwert vom Sensor erfasst wird, und anschließend die Gültigkeit dieser Messung.

Die XC Kompensationseinheit fragt jeden Sensor der Reihe nach 7 Sekunden lang im Dauerzyklus ab. Bei der Abfrage der einzelnen Sensoren leuchtet die jeweilige LED gelb. Bei Erhalt eines gültigen Messwertes vom Sensor leuchtet die LED grün. Falls der Sensor nicht angeschlossen oder fehlerhaft ist, leuchtet die LED rot. Die für die Wellenlängenkompensation verwendeten Werte werden nach jeder Sensormessung (alle 7 Sekunden) aktualisiert.

### Status-LEDs

An der rückseitigen Blende der XC Kompensationseinheit befindet sich eine Status-LED. Diese LED leuchtet rot, wenn die Spannungsversorgung zu der Einheit hergestellt wird (wenn sie über ein USB-Kabel an den Computer angeschlossen wird), und wechselt auf grün, wenn sie messbereit ist.



## Kalibrierung der XC Kompensationseinheit

Zur Gewährleistung der spezifizierten Genauigkeit des Kalibriersystems von Renishaw wird empfohlen, die XC Kompensationseinheit und die zugehörigen Sensoren jährlich zu kalibrieren. Eine häufigere Kalibrierung empfiehlt sich bei Geräten, die unter extremen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden oder bei denen eine Beschädigung vermutet wird. Die Anforderungen Ihres Qualitätssicherungsprogrammes oder nationale/lokale Bestimmungen können auch ein häufigeres Nachkalibrieren vorschreiben. An der rückseitigen Blende der XC Kompensationseinheit befindet sich ein Feld zur Angabe des Fälligkeitsdatums für die Nachkalibrierung.

---

**VORSICHTSHINWEIS:** Die XC Kompensationseinheit und die Sensoren dürfen weder harten Stößen, Vibrationen oder Extremtemperaturen noch Druck oder Feuchtigkeit während Aufbewahrung, Transport und Gebrauch ausgesetzt werden (**siehe Spezifikationen auf Seite 18**); die Kalibrierung würde durch jeden dieser Faktoren ihre Gültigkeit verlieren.

---

Die Berechnungen zur Unsicherheit der Kalibrierung wurden gemäß Dokument EA-4/02 der Europäischen Kooperation für Akkreditierung durchgeführt.

Alle Kalibrierungen fallen in den Anwendungsbereich des EN ISO 9001:2000 Qualitätssicherungssystems von Renishaw. Das System ist von einer vom United Kingdom Accreditation Service (UKAS) akkreditierten Prüfstelle geprüft und zertifiziert. UKAS-Akkreditierungen werden in vielen Ländern weltweit von der jeweils zuständigen nationalen Behörde anerkannt.

Nähere Informationen zum Kalibriervorgang sind in den mit Ihrem System gelieferten Kalibrierzertifikaten oder unter [www.renishaw.de/certificates](http://www.renishaw.de/certificates) zu finden.

Die Fehler und Unsicherheiten, die auf die Normalisierung von Messwerten auf eine Materialtemperatur von 20 °C zurückzuführen sind, sind in der Systemgenauigkeit nicht berücksichtigt. Diese Fehler und Unsicherheiten hängen davon ab, ob der Materialtemperatursensor innerhalb der Spezifikationen liegt (wie durch ein aktuelles Kalibrierzertifikat von Renishaw belegt), sowie von der Genauigkeit des Wertes des Ausdehnungskoeffizienten, der in die Kalibriersoftware eingegeben wird, dem Temperaturdifferenzial von 20 °C und der korrekten Platzierung der Sensoren.

Renishaw bietet einen umfassenden Kalibrier- und Reparaturservice für XC Umweltkompensationseinheiten und die zugehörigen Sensoren am Standort in Großbritannien an. Vergleichende Nachkalibrierungen des XL Lasersystems werden von Renishaws Niederlassungen in den USA, Deutschland und China angeboten. Nähere Informationen erhalten Sie von Ihrer Renishaw-Niederlassung oder auf der Website [www.renishaw.de](http://www.renishaw.de).



## Wellenlängenkompensation

Die Genauigkeit linearer Positionsmessungen hängt von der Genauigkeit ab, mit der die Wellenlänge des Laserstrahls bekannt ist. Diese wird durch die Qualität der Laserstabilisierung sowie die Raumumgebungsparameter bestimmt. Insbesondere die Werte von Lufttemperatur, Luftdruck und relativer Luftfeuchtigkeit wirken sich auf die Wellenlänge (in Luft) des Laserstrahls aus.

Falls die Schwankung der Wellenlänge nicht kompensiert wird, können Fehler bei der linearen Lasermessung bis zu 50 ppm betragen. Selbst in einem temperierten Raum kann die Schwankung im täglichen Atmosphärendruck eine Veränderung der Wellenlänge von über 20 ppm verursachen. Als Anhaltspunkt gilt dabei, dass ein Fehler von ungefähr 1 ppm bei jeder nachfolgend angegebenen Veränderung der Umgebungsbedingungen auftritt:

Lufttemperatur	1°C
Luftdruck	3,3 mbar (0,098 in Hg)
Relative Luftfeuchtigkeit (bei 20 °C)	50 %
Relative Luftfeuchtigkeit (bei 40 °C)	30 %

**HINWEIS:** Diese Werte gelten im ungünstigsten Fall und sie sind nicht ganz unabhängig von der Werten der anderen Parameter.

Diese Fehler können mithilfe einer XC Umweltkompensationseinheit reduziert werden.

Die XC Kompensationseinheit misst die Lufttemperatur, den Druck und die Feuchtigkeit und berechnet dann den Brechungsindex der Luft (und damit die Laserwellenlänge) anhand der Edlen-Gleichung. Die Ausgabewerte des Lasersystems werden dann automatisch korrigiert, um Schwankungen der Laserwellenlänge zu kompensieren. Der Vorteil eines automatischen Systems ist, dass keine Benutzereingriffe nötig sind und die Kompensation häufig aktualisiert wird.

Die Wellenlängenkompensation findet nur bei linearen Messungen Anwendung. Bei anderen Messungen (zum Beispiel: Winkel, Ebenheit, Geradheit) spielen Umwelteinflüsse eine wesentlich geringere Rolle, da Umgebungsveränderungen sowohl den Messstrahl als auch den Referenzstrahl ähnlich stark beeinflussen.



## Positionierung von Luftsensoren

### Positionierung des Lufttemperatursensors

---

**VORSICHTSHINWEIS:** Zur Gewährleistung der thermischen Stabilisierung sollte sich der Lufttemperatursensor bis zu 15 Minuten vor Messbeginn in der Messumgebung befinden.

---

Der Lufttemperatursensor muss so nah wie möglich am Messpfad des Laserstrahls und ungefähr auf halber Strecke entlang der Verfahrachse platziert werden. Die Sensoren dürfen nicht in der Nähe örtlich konzentrierter Wärmequellen, z. B. Motoren, oder in kalter Zugluft platziert werden.

Kontrollieren Sie bei der Messung langer Achsen, ob Lufttemperaturgefälle vorhanden sind. Falls sich die Lufttemperatur um mehr als 1 °C entlang der Achse verändert, verwenden Sie einen Lüfter zur Luftumwälzung. Dies ist vor allem bei langen vertikalen Achsen wichtig, bei denen Lufttemperaturgefälle wahrscheinlicher sind. Sensorsignalleitungen dürfen nicht in der Nähe von starken elektrischen Störquellen wie Hochleistungs- oder Linearmotoren verlegt werden.

Zur Vereinfachung der Montage besitzen die Lufttemperatursensoren eine Durchgangsbohrung zum Anschrauben an einer Fläche.

### Sensoren für Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit

Die Sensoren für Luftdruck und Luftfeuchtigkeit sind in der XC Umweltkompensationseinheit eingebaut. Im Allgemeinen ist es nicht nötig, den Luftdruck oder die relative Luftfeuchtigkeit in der unmittelbaren Nähe des Strahlpfades zu messen. Das liegt daran, dass große Druck- und Feuchtigkeitsschwankungen für einen signifikanten Messfehler nötig sind und es sollte über den gesamten Arbeitsbereich keine erhebliche Schwankung geben. Jedoch sollte der Sensor für die relative Luftfeuchtigkeit fern von Wärmequellen oder Zugluft positioniert werden.

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Feuchtigkeitssensor bei der Montage nicht behindert wird.

Bei der Kalibrierung vertikaler Achsen mit einer Länge von über 10 m wird auch empfohlen, den Drucksensor auf halber Strecke der Verfahrachse zu platzieren.



## Kompensation der thermischen Materialausdehnung

Die internationale Referenztemperatur, die von der Gemeinschaft der Kalibrierlaboratorien verwendet wird, beträgt 20 °C und KMGs und Werkzeugmaschinen werden normalerweise in Bezug auf diese Temperatur kalibriert. Da sich die meisten Maschinen temperaturbedingt ausdehnen oder zusammenziehen, können in einer normalen Werksumgebung, in der eine exakte Maschinentemperatur nicht gewährleistet werden kann, Fehler bei der Kalibrierung entstehen.

Zur Vermeidung dieses Kalibrierfehlers ist die Software für Linearmessungen mit einer als Wärmedehnungskompensation oder „Normalisierung“ bezeichneten mathematischen Korrektur ausgestattet, die auf die linearen Lasermesswerte angewendet wird. Die Software normalisiert Messungen anhand des Ausdehnungskoeffizienten, der manuell eingegeben werden muss, und einer durchschnittlichen Maschinentemperatur, die mittels der XC Kompensationseinheit gemessen wird. Die Korrektur schätzt die Laserkalibrierergebnisse, die erzielt worden wären, wenn die Maschinenkalibrierung bei exakt 20 °C durchgeführt worden wäre.

### Thermische Materialausdehnungskoeffizienten

Der Betrag, um den sich die meisten Materialien infolge einer Temperaturveränderung ausdehnen oder zusammenziehen, ist sehr gering. Aus diesem Grund wird der thermische Ausdehnungskoeffizient in Teilen pro Million pro Grad C (ppm/°C) angegeben. Diese Koeffizienten geben den Betrag an, um den sich das Material pro Grad ansteigender oder abfallender Materialtemperatur ausdehnt bzw. zusammenzieht. Beispielsweise bedeutet ein thermischer Ausdehnungskoeffizient von 11 ppm/°C, dass pro 1 °C Anstieg der Materialtemperatur eine Materialausdehnung von 11 ppm stattfindet, was 11 Mikrometern pro Meter Material entspricht.

Eine falsche Kompensation thermischer Materialausdehnung ist eine der Hauptfehlerquellen bei linearen Abstandsmessungen in nicht temperierten Umgebungen. Die Ausdehnungskoeffizienten üblicher Konstruktionswerkstoffe sind verhältnismäßig groß im Vergleich zu den Koeffizienten, die mit Fehlern bei der Wellenlängenkompensation und Fehlern bei der Laserstrahlausrichtung einhergehen.

Die normalisierte Messung wird einen auf die Messgenauigkeit des Materialtemperatursensors zurückzuführenden Fehler aufweisen. Die Größe dieses Fehlers hängt von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der zu prüfenden Maschine ab. Der Materialtemperatursensor besitzt eine Genauigkeit von  $\pm 0,1$  °C. Dementsprechend würde der Fehler bei der Normalisierung der Messung im Falle eines thermischen Ausdehnungskoeffizienten von 10 ppm/°C der zu prüfenden Maschine  $\pm 1$  ppm betragen. Dieser Fehler wird der Messgenauigkeit des Systems ( $\pm 0,5$  ppm) bei Verwendung der XC Umweltkompensationseinheit hinzugerechnet.

Da jedoch die beiden Fehler unkorreliert sind, ist ihre kombinierte Auswirkung die Quadratwurzel aus der Summe ihrer Quadrate und nicht ihre arithmetische Summe. Daher wird die normalisierte Messgenauigkeit in dem vorgenannten Beispiel  $\pm 1,2$  ppm für das Lasersystem und die XC Kompensationseinheit betragen.

Zusätzliche Messfehler treten auf, wenn ein falscher thermischer Ausdehnungskoeffizient in die Software eingegeben wird. Da die Werte der thermischen Ausdehnungskoeffizienten unterschiedlicher Maschinen um 10 ppm/°C oder mehr schwanken können, sollte sorgfältig darauf geachtet werden, dass die richtigen Werte eingegeben werden. Fragen Sie gegebenenfalls den Maschinenhersteller um Rat.



Der Ausdehnungskoeffizient des Feedbacksystems der Maschine wird normalerweise in die Software eingegeben, sofern Sie nicht die Genauigkeit gefertigter Teile bei Temperierung auf 20 °C schätzen. Die nachfolgende Tabelle liefert typische Ausdehnungskoeffizienten für verschiedene Materialien, die im Bau von Maschinen und zugehörigen Positionsmessgeräten verwendet werden.

**HINWEIS:** Da Materialausdehnungskoeffizienten mit der Materialzusammensetzung und -behandlung variieren können, sind diese Werte nur Richtwerte und sollten nur verwendet werden, wenn keine Daten vom Hersteller vorliegen.

Besondere Vorsicht ist bei der Ermittlung des Ausdehnungskoeffizienten geboten, wenn zwei Materialien mit unterschiedlichen Koeffizienten miteinander verbunden sind. Beispielsweise im Fall eines Ritzel-Zahnstangen-Rückmeldesystems kann der Ausdehnungskoeffizient vorwiegend durch die Gusseisenschiene bestimmt werden, an der das Ritzel befestigt ist. Bei großen Gantry-Maschinen mit Schienen im Boden kann der Ausdehnungskoeffizient der Schiene durch die hemmende Wirkung des Betonfundaments reduziert werden. Außerdem sind viele moderne Maßverkörperungen aus einer Reihe unterschiedlicher Materialien zusammengesetzt, beispielsweise kann ein Glasmaßstab auf einem Aluminiummaßstab aufgeklebt und der wiederum an einem gusseisernen Maschinenteil montiert sein. In solchen Fällen kann die Auswahl des geeigneten Koeffizienten schwierig sein. Fragen Sie den Hersteller der Maßverkörperung und/oder der Maschine, auf der sie eingesetzt wird, diesbezüglich um Rat.

Material	Anwendung	Ausdehnungskoeffizient ppm/°C
Eisen/Stahl	Maschinenbauteile, Zahnstangenantriebe, Kugelumlaufspindeln	11,7
Aluminiumlegierung	Leichte KMG-Maschinenkonstruktionen	22
Glas	Wegmesssysteme mit Glasmaßstäben	8
Granit	Maschinenkonstruktionen und -tische	8
Beton	Maschinenfundamente	11
Invar	Messsysteme/Konstruktionen mit geringer Ausdehnung	< 2
Thermisch stabiles Glas	Messsysteme/Konstruktionen mit Nullausdehnung	< 0,2



## Positionierung des Materialsensors

**VORSICHTSHINWEIS:** Zur Gewährleistung der thermischen Stabilisierung sollte der Materialtemperatursensor 25 Minuten vor Beginn der Messung am Material befestigt werden.

Bei der Anordnung der Materialtemperatursensoren ist zunächst festzulegen, welches vorrangige Ziel mit der Kompensation der Materialausdehnung verfolgt wird. In der Regel ist dies eine von vier möglichen Zielsetzungen:

3. Schätzung der linearen Positioniergenauigkeit, die beim Betrieb der Maschine in einer Raumumgebung von 20 °C erhalten werden würde. Dies ist häufig die Zielsetzung während Maschinenbau, Abnahme, Inbetriebnahme oder Nachkalibrierung, und in den meisten Fällen entspricht sie den Bestimmungen einer nationalen oder internationalen Norm für die Maschinenabnahme.
4. Durchführung einer Kalibrierung entsprechend einer nationalen oder internationalen Norm für die Maschinenabnahme.
5. Schätzung der linearen Genauigkeit, die das Maschinen-Feedbacksystem erreichen könnte, wenn das Feedbacksystem auf einer Temperatur von 20 °C wäre. Dies ist bei der Fehlerdiagnose im Feedbacksystem nützlich.
6. Schätzung der Genauigkeit der von der Maschine produzierten Teile, wenn diese Teile zur Prüfung auf 20 °C gebracht werden. Dies ist besonders bei der Produktion genauer Nichteisenteile in nicht temperierten Umgebungen wichtig, wo Maschinenrückmeldungen und Ausdehnungskoeffizienten des Werkstücks stark abweichen.

Die Unterschiede zwischen diesen Zielsetzungen sind oft erheblich, vor allem wenn sich das Positionsmessgerät der Maschine während des Maschinenbetriebs erhitzt (zum Beispiel eine Kugelumlaufspindel) oder wenn der Ausdehnungskoeffizient des Werkstücks von dem des Positionsmessgerätes stark abweicht, beispielsweise im Fall eines Aluminiumwerkstücks und Wegmesssystemen mit Glasmaßstab.

Der mit der XC Kompensationseinheit gelieferte Materialtemperatursensor besitzt einen starken Magnetfuß zur Befestigung an der zu prüfenden Maschine. Stellen Sie einen guten thermischen Kontakt zwischen dem Materialtemperatursensor und dem gemessenen Material sicher.

### Schätzung der Maschinengenauigkeit im Fall des Betriebs bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C

Platzieren Sie den Materialtemperatursensor bzw. die Materialtemperatursensoren auf dem Maschinentisch oder einem anderen großen Teil des Maschinenaufbaus, der sich nicht in der Nähe von Wärmequellen (wie Motoren, Getrieben, Lagergehäusen, Auslassöffnungen) befindet. Stellen Sie den Materialausdehnungskoeffizienten auf den des Feedbacksystems ein.



## Kalibrierung gemäß nationalen und internationalen Normen

Beachten Sie das in der gewählten Norm festgelegte Kalibrierverfahren. Es enthält Informationen zur Positionierung des Materialsensors, dem zu verwendenden Ausdehnungskoeffizienten und dem durchzuführenden Maschinenaufwärmzyklus. Falls eine Prüfung der thermischen Drift ebenfalls in der Norm vorgesehen ist, muss diese durchgeführt werden.

Falls die Luft- und die Maschinentemperatur stark voneinander abweichen, ist davon auszugehen, dass erhebliche Temperaturunterschiede zwischen der Temperatur von Materialoberfläche und -kern bestehen. Unter diesen Umständen ist darauf zu achten, dass die Materialtemperatursensoren so platziert werden, dass sie die Kerntemperatur messen. Die Temperatur kann an verschiedenen Punkten mit bis zu drei Materialsensoren gemessen werden und der angewandte Kompensationsfaktor wird auf einem Mittelwert basieren.

Es ist nicht immer notwendig, Materialsensoren auf der Kugelumlaufspindel oder dem Feedbacksystem zu platzieren.

### Beispiel:

Falls die Materialsensoren auf (oder sehr nahe an) der Kugelumlaufspindel platziert werden, werden die Lasermesswerte unter Annahme einer Betriebstemperatur der Kugelumlaufspindel von 20 °C kompensiert. Doch selbst wenn die Betriebsumgebung der Maschine 20 °C betrüge, wäre die tatsächliche Betriebstemperatur der Kugelumlaufspindel aufgrund der durch den Maschinenbetrieb erzeugten Wärme höher als 20 °C.

Zum Beispiel: Wenn eine Maschine in einer Umgebung bei 25 °C kalibriert wird, ist die Kugelumlaufspindel aufgrund der Wärme, die durch den Betrieb der Spindel und des Motors erzeugt wird, 5 °C wärmer als die Umgebung, also 30 °C warm. Die Anordnung des Materialsensors (bzw. der Materialsensoren) an der Kugelumlaufspindel führt in einer solchen Situation zu einer Überkompensation.

Platzieren Sie den Sensor (bzw. die Sensoren) auf einem großen Teil der Maschine, um einen Temperaturmesswert zu gewährleisten, der die durchschnittliche Umgebungstemperatur um die Maschine während der letzten paar Stunden wiedergibt.



System	Betrieb
Kompensation	Spezifikationen



## Schätzung der Genauigkeit des Maschinen-Feedbacksystems bei Temperierung auf 20 °C

Dieses Verfahren wird häufig zu Diagnosezwecken verwendet, beispielsweise wenn die Maschine die Kalibrierung nach Zielsetzung 1 oder 2 nicht bestanden hat und die Genauigkeit des Feedbacksystems bei 20 °C überprüft werden muss. Der Laserstrahl muss so nah wie möglich zur Achse des Feedbacksystems ausgerichtet werden (zur Minimierung des Abbe'schen Fehlers).

Der bzw. die Materialtemperatursensor(en) müssen auf (oder sehr nah an) dem Feedbacksystem platziert werden und der Ausdehnungskoeffizient muss auf den des Feedbacksystems eingestellt werden. Die Temperatur kann an verschiedenen Punkten mithilfe von bis zu drei Materialsensoren gemessen werden.

## Fertigung von Teilen, die bei 20 °C genau sein müssen

Falls eine Werkzeugmaschine stets zur Bearbeitung von Werkstückmaterialien verwendet wird, deren Ausdehnungskoeffizienten von dem des Feedbacksystems stark abweichen (beispielsweise Aluminiumlegierungen, Kohlefaserverbundstoffe, Keramik), kann es vorteilhaft sein, den Ausdehnungskoeffizienten des Werkstücks und nicht den des Maschinen-Feedbacksystems zu verwenden. Auch wenn dadurch keine Kalibrierung erreicht wird, welche die Leistung der Maschine bei 20 °C wiedergibt, kann die Genauigkeit der Werkstücke verbessert werden, wenn sie für die Messung auf 20 °C gebracht werden.

Der bzw. die Materialtemperatursensor(en) müssen so platziert werden, dass sie eine der erwarteten Werkstücktemperatur ähnliche Temperatur messen. Dies ist häufig auf dem Tisch der Maschine der Fall, jedoch müssen möglicherweise andere Faktoren wie die Art des verwendeten Kühlmittelsystems und die Zerspanleistung berücksichtigt werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass diese Art von Kalibrierung unter typischen Bedingungen durchgeführt wird, und sie kann nur wirklich erfolgreich sein, wenn die Temperatur und Ausdehnungskoeffizienten der verschiedenen Werkstücke relativ konstant sind.

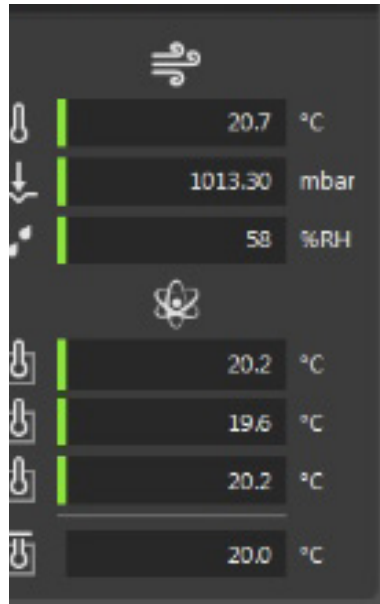


## Automatische Umweltkompensation

Die automatische Umweltkompensation verbindet die Kompensation der Laserwellenlänge mit der Kompensation der thermischen Materialausdehnung. Falls eine Kalibrierung in einer Umgebung stattfindet, in der mit variablen atmosphärischen Bedingungen während der Messung zu rechnen ist, dann wird eine automatische Umweltkompensation dringend empfohlen.

Zur Durchführung der automatischen Kompensation:

1. Schließen Sie zunächst die Luft- und Materialtemperatursensoren an den entsprechenden Buchsen auf der Seite der XC Kompensationseinheit an. Siehe **Umgebungssensoren (auf Seite 5)** für nähere Informationen.
2. Schließen Sie die XC Kompensationseinheit mithilfe des mitgelieferten USB-Kabels am PC an.
3. In Capture wird die XC Geräteanzeige signalisieren, dass die XC Kompensationseinheit zur Verfügung steht. Die Umweltkompensation wird automatisch durchgeführt.



Die Messwerte der XC Kompensationseinheit werden alle 7 Sekunden erfasst und dienen zur entsprechenden Kompensation der Lasermesswerte. Siehe **Aktualisierungszyklus der XC Kompensationseinheit** für nähere Informationen.

Zur Festlegung der Standardeinheiten für die Umgebungsparameter wählen Sie „Mehr“ > „Einstellungen“ > „Einheiten der Umgebungsbedingungen“.

### VORSICHTSHINWEIS

Vor Beginn eines Kalibrierlaufs:

Stellen Sie sicher, dass die zu kalibrierende Maschine ausreichend bewegt wurde, um den Antrieb und die Maßverkörperung der zu kalibrierenden Achse aufzuwärmen.

Vergewissern Sie sich, dass der korrekte Wert für den thermischen Ausdehnungskoeffizienten eingegeben wurde. Hierzu ist der Parameter für die Kompensation der Materialausdehnung einzustellen.

### Aktualisierungszyklus der XC Kompensationseinheit

Alle 7 Sekunden wird ein Messwert von einem der sechs Umgebungssensoren erfasst und an den PC weitergeleitet. Mit diesem Messwert wird der Umweltkompensationsfaktor aktualisiert. Die Reihenfolge, in der die Messwerte der Umgebungssensoren erfasst werden, lautet: Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Luftdruck und Materialtemperatur (drei Sensoren).



## Feste Materialkompensation

Bei bestimmten Maschinenanwendungen muss der Benutzer möglicherweise einen festen Materialtemperaturwert für die Kompensation eingeben; ein Beispiel hierfür ist eine Maschine mit einem eingebauten Materialsensor (bzw. -sensoren) und einem Kühlsystem, um das Bett temperiert zu halten.

Zur Verwendung einer festen Materialtemperatur öffnen Sie die CARTO Capture Software und gehen Sie zur Registerkarte „Definieren“.

Wählen Sie „Maschine“ und anschließend „Festgelegte Materialtemperatur“, um den festen Temperaturwert einzugeben.



# Spezifikationen

## Einführung

Dieser Abschnitt gibt zusammen mit dem Abschnitt „Gewichte und Abmessungen“ die physikalischen und betrieblichen Spezifikationen der verschiedenen Systemkomponenten an.

Renishaw behält sich gemäß seinem Grundsatz der kontinuierlichen Produktverbesserung das Recht vor, das Aussehen oder die technischen Daten des Produktes ohne Vorankündigung zu ändern.

Systemlagerung	
Lagertemperatur	-25 °C bis 70 °C
Luftfeuchtigkeit bei Lagerung	0 % bis 95 % nicht kondensierend
Luftdruck bei Lagerung	10 mbar bis 1200 mbar

XC Umweltkompensationseinheit und Sensoren	
Messbereich des Lufttemperatursensors	0 °C bis 40 °C
Messgenauigkeit des Lufttemperatursensors	±0,2 °C
Messbereich des Luftdrucksensors	650 mbar bis 1150 mbar
Messgenauigkeit des Luftdrucksensors	±1,0 mbar <sup>#</sup>
Messbereich des Sensors für relative Luftfeuchtigkeit	0 % bis 95 % (nicht kondensierend)
Messgenauigkeit des Sensors für relative Luftfeuchtigkeit	±6 %
Genauigkeit der Wellenlängenkompensation	±0,5 ppm <sup>†*</sup>
Messbereich des Materialtemperatursensors	0 °C bis 55 °C
Messgenauigkeit des Materialtemperatursensors	±0,1 °C
Aktualisierungsintervall der automatischen Kompensation	7 Sekunden
Aktualisierungsintervall des Einzelsensors	42 Sekunden
Empfohlene Frist zur Nachkalibrierung	12 Monate
Ausgangssignal	USB2-kompatibel
Spannungsversorgung	Versorgung über USB Maximaler Stromverbrauch = 100 mA
<sup>#</sup> XC Kompensationseinheit in horizontaler Orientierung <sup>†</sup> Die Genauigkeitswerte berücksichtigen nicht die Fehler, die durch die Normalisierung der Messwerte auf eine Materialtemperatur von 20 °C entstehen. <sup>*</sup> k=2 (Vertrauensniveau von 95 %) EA-4/02, ISO	



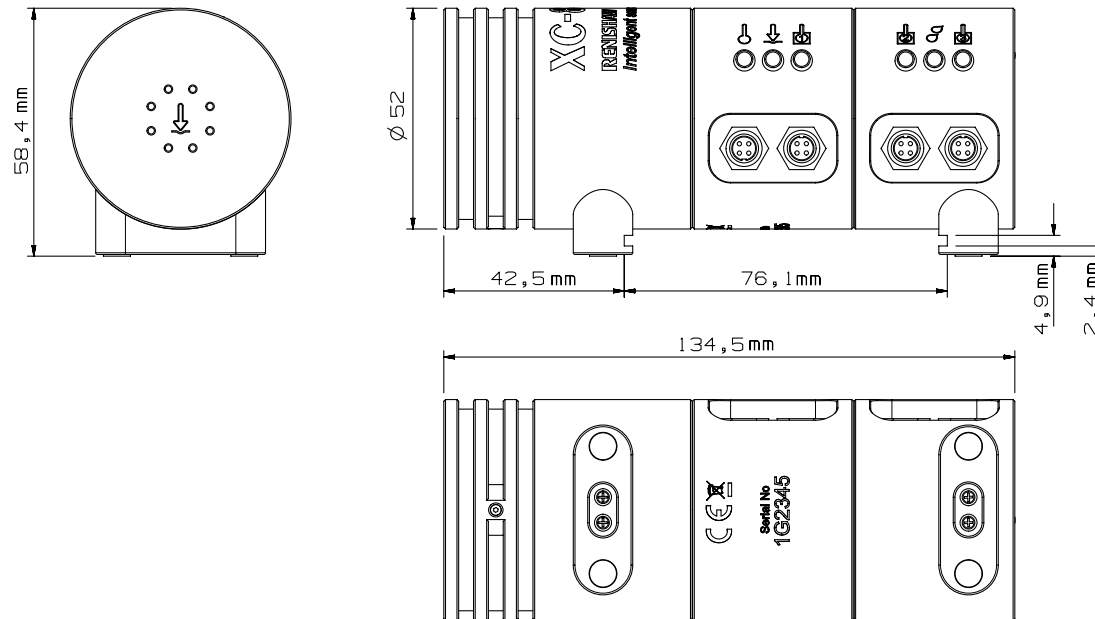
## Gewichte und Abmessungen

XC Umweltkompensationseinheit (Abmessungen in mm).

Beschreibung	Gewicht
XC-80 Kompensationseinheit	490 g
Lufttemperatursensor	48 g
Materialtemperatursensor	45 g


## Artikelnummern

Artikelnummer (Gruppe)	Bestandteile	Artikelnummer (einzeln)
A-9908-0510 XC-80 Kompensatorkit	XC-80 Kompensationseinheit	n.v.
	Materialtemperatursensor und Kabel	A-9908-0879
	Lufttemperatursensor und Kabel	A-9908-0879
	XC Montageplatte	A-9908-0892
	USB-Kabel	A-9908-0286



[www.renishaw.de/xc80](http://www.renishaw.de/xc80)

 #renishaw

 +49 (0) 7127 9810

 [germany@renishaw.com](mailto:germany@renishaw.com)

© 2016– 2024 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

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.

Artikel-Nr.: F-9908-0073-01-E  
Veröffentlicht: 02.2024