

# *$\mu$ Line* F1

Präzisions-Laser-Interferometer

## Bedienungsanleitung



# μLine F1 (BG 840300)

Herzlichen Glückwunsch zur Wahl Ihres Status Pro μLine F1 Laser-Interferometers. Vor der ersten Inbetriebnahme sollten Sie unbedingt die Sicherheitshinweise und die Gebrauchsanweisung aufmerksam durchlesen und beachten. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg beim Einsatz Ihres neuen Messgerätes.

Bitte beachten Sie, dass sich die Bedienungsanleitung ändern kann, wenn sich an dem Produkt etwas ändert oder Verbesserungen eingepflegt worden sind. Um sicher zu stellen, dass Sie eine Bedienungsanleitung in der aktuellen Version in Händen halten, besuchen Sie bitte unsere Internetseite unter [www.statuspro.de](http://www.statuspro.de)



## Inhalt

<b>1 SICHERHEITSHINWEISE</b> .....	<b>5</b>
1.1 Laserschutzklasse .....	5
1.2 Normen .....	6
1.3 Hinweis zu Batterien / Akkumulatoren .....	6
1.4 Pflege .....	7
1.5 Wartung .....	7
1.6 Kalibrierung .....	8
1.7 Haftungsausschluss .....	8

<b>2 EINFÜHRUNG</b> .....	<b>9</b>
<b>3 INBETRIEBNAHME</b> .....	<b>10</b>
3.1 Hardwareanforderungen .....	10
3.2 Softwareinstallation .....	10
<b>4 KOMPONENTEN</b> .....	<b>11</b>
4.1 Erforderliche Komponenten .....	11
4.2 Optionale Komponenten .....	12
<b>5 VORBEREITUNG</b> .....	<b>14</b>
5.1 Software .....	14
5.2 Hardware .....	14
5.3 Messobjekt .....	14
<b>6 AUFBAU DES MESSSYSTEMS</b> .....	<b>15</b>
6.1 Grundsätzliches .....	15
6.2 Einschalten des Systems .....	15
6.3 Verbinden mit der Software .....	16
6.4 Ausrichten des Interferometers und der Optiken .....	19
6.4.1 Grundsätzliches zur Messung .....	19
6.4.2 Verstellmöglichkeiten beim Ausrichten des Interferometers .....	20
6.4.3 Positionierung des Interferometers .....	22
6.4.4 Ausrichten des Interferometers/Positionierung von RL1 .....	23
6.4.5 Ausrichtung mit Hindernis .....	24
6.4.6 Positionierung des Interferometerelementes IL1 .....	27
6.4.7 Korrektur von RL1 .....	30
6.5 Positionieren der Temperatursensoren .....	31
<b>7 MESSUNG DER POSITIONSGENAUIGKEIT</b> .....	<b>32</b>
7.1 Vibrationsmessung (Optional) .....	32
7.2 Konfiguration der Positionsgenauigkeitsmessung .....	32
7.2.1 Grundsätzliches .....	32
7.2.2 Auswahl der Messmethode .....	33
7.2.3 Automatische Punkterkennung .....	35
7.2.4 Dateiordner .....	36
7.2.5 Generierung eines CNC-Programms .....	36
<b>8 DURCHFÜHRUNG DER POSITIONSGENAUIGKEITSMESSUNG</b> .....	<b>38</b>
8.1 Ermittlung der Messdaten .....	38
8.2 Speicherung der Daten .....	39
8.3 Auswertung der Daten und Erstellen des Reports .....	39
8.4 Erstellung der CNC-Kompensation .....	40

<b>9 ZUSÄTZLICHE SOFTWAREOPTIONEN</b> .....	<b>41</b>
9.1 Hauptmenü .....	41
9.2 Geradheitsmessung mit Standardoptik .....	42
9.2.1 Grundsätzliches .....	42
9.2.2 Wahl der Optik .....	43
9.2.3 Konfiguration der Messung .....	43
9.2.4 Durchführung der Messung .....	44
9.2.5 Auswertung der Messung .....	45
9.3 Geradheitsmessung mit Kippwinkeloptik .....	46
9.3.1 Zusätzliche Komponenten .....	46
9.3.2 Ausrichtung der Optiken .....	46
9.3.3 Justierung der Elemente zueinander .....	48
9.3.4 Feinausrichten mit der Software .....	48
9.3.5 Konfiguration der Geradheitsmessung mit Kippwinkeloptik .....	49
9.3.6 Durchführung der Messung .....	50
9.3.7 Technische Grundlagen der Geradheitsmessung mit Kippwinkeloptik .....	51
9.3.8 Beachtenswertes bei der Geradheitsmessung mit der Kippwinkeloptik .....	53
9.4 Messung einer rotatorischen Achse auf ihre Fähigkeit zu positionieren .....	54
9.5 Messung der Verfahrgeschwindigkeit einer Achse .....	54
9.5.1 Ausrichtung der Optik .....	54
9.5.2 Durchführung der Messung .....	54
9.6 Messung der dynamischen Eigenschaften der Achse .....	55
9.6.1 Grundsätzliches .....	55
9.6.2 Wahl der Optik .....	55
9.6.3 Umweltsensoren .....	56
9.6.4 Konfiguration der Messung .....	56
9.6.5 Durchführung und Analyse der Messung .....	56
9.7 Messung einer Ebenheit .....	57
9.7.1 Grundsätzliches .....	57
9.7.2 Konfiguration der Ebenheitsmessung .....	58
9.7.3 Durchführung der Messung mit Messmethode Diagonal .....	58
9.7.4 Durchführung der Messung mit Messmethode Gitter .....	61
9.7.5 Analyse der Messung .....	61
9.8 Messung der Parallelität zweier Achsen .....	61
9.9 Messung der Rechtwinkligkeit .....	62

<b>10 EINSTELLUNGEN FÜR DIE MESSUNGEN</b> .....	<b>.62</b>
10.1 Aufrufen der Konfiguration .....	.62
10.2 Interface .....	.63
10.3 Allgemein .....	.64
10.4 Parameter .....	.65
10.5 Meteo .....	.65
10.6 WiMeteo .....	.66
10.7 Firmware update .....	.67
10.8 Extension Connector .....	.67
10.9 Statistics .....	.68
10.10 About .....	.68
10.11 µLevel .....	.69
<b>11 TECHNISCHE DATEN</b> .....	<b>.70</b>
<b>12 PRODUKTE UND SERVICE</b> .....	<b>.71</b>

# 1 Sicherheitshinweise

## 1.1 Laserschutzklasse

Das von einem Status Pro Laser emittierte Laserlicht besitzt eine Ausgangsleistung von < 1,0 mW. Die damit gewährleistete Laserschutzklasse 2 ist für den bestimmungsgemäßen Gebrauch der Messgeräte als sicher klassifiziert. Es sind nur geringe Sicherheitsmaßnahmen zu berücksichtigen:



### **Achtung!**

- Nicht direkt in den Laserstrahl blicken.
- Den Laserstrahl nicht auf andere Personen richten.
- Beachten Sie die gängigen Unfallverhütungsvorschriften bzw. betrieblichen Regelungen. Konsultieren Sie im Zweifel den zuständigen Sicherheitsbeauftragten.
- Das Gerät darf nicht in Feuchträumen betrieben werden.
- Direkte Wärmeeinwirkung z.B. durch Sonnenlicht ist zu vermeiden.
- Feuchtigkeit und Regen sowie extreme Hitze oder Kälte schaden dem Gerät.

**Hinweis**

Das Gerät nicht fallen lassen oder starken Erschütterungen aussetzen. Die empfindliche Mechanik und Optik könnte beschädigt werden und die Messergebnisse verfälschen. Während des Betriebs nicht die rotierenden Teile berühren!

**1.2 Normen**

Alle Status Pro Laser und Receiver sind nach folgenden CE Normen entwickelt und produziert:

- EN 55 011
- EN 55 022
- EN 61 000-4-2
- EN 61 000-4-3
- EN 60 335

**1.3 Hinweis zu Batterien / Akkumulatoren**

Wird das Gerät für einen längeren Zeitraum nicht benutzt oder nur über Netzspannung betrieben, müssen die Batterien oder die Akkus entfernt werden. Somit wird ein Auslaufen, das Zerstören der Batterien/Akkus und damit eine Beschädigung des Gerätes vermieden.

Beachten Sie die Hinweise des Ladegerätes für die Dauer eines Ladezyklus und Erhaltungsladung.

Akkumulatoren haben, bei vorschriftsmäßiger Benutzung, eine mittlere Lebenszeit von ca. 1.000 Ladezyklen. Danach, aber auch schon vorher, kann es zu Kapazitätseinbußen kommen. Tauschen Sie die Akkumulatoren aus, wenn die Kapazität der Akkumulatoren (kürzere Betriebsdauer) immer geringer wird.

**Gefahr!**

Normale Batterien dürfen nicht geladen, erhitzt oder ins offene Feuer geworfen werden (Explosionsgefahr!). Keine unterschiedlichen Batterien/Akkumulatoren einsetzen.

Verwenden Sie immer nur eine Sorte des jeweiligen Typs! Niemals alte und neue Batterien/Akkumulatoren gemeinsam verwenden.



### Hinweis

Leisten Sie einen Beitrag zum Umweltschutz! Leere Batterien und Akkumulatoren (Akkus) gehören nicht in den Hausmüll. Sie können bei der Sammelstelle für Altbatterien bzw. Sondermüll abgegeben werden. Informieren Sie sich bei den zuständigen Stellen!

## 1.4 Pflege

Ihr Messgerät ist für den industriellen Einsatz entwickelt worden und ist gegen Spritzwasser und Staub geschützt. Zur Reinigung des Gehäuses sollte ein weiches Baumwolltuch, gegebenenfalls mit milder Seifenlauge, verwendet werden. Laserempfangs- oder Laseraustrittsöffnungen bzw. -flächen sollten nur mit einem weichen und staubfreien Tuch gereinigt werden. Verwenden Sie zur Reinigung keine Papiertücher oder Materialien, welche diese Oberflächen verkratzen könnten. Verhindern Sie zur optimalen Betriebsbereitschaft, dass diese Oberflächen, sowie die Anschlüsse verschmutzt werden bzw. mit Öl oder Fett in Berührung kommen.

## 1.5 Wartung

Die mechanischen Teile Ihres Messgerätes sind einem natürlichen Verschleiß ausgesetzt. Im Fall von Störungen ist der Hersteller zu kontaktieren. Das Gerät nicht eigenständig öffnen. Bei eigenmächtigen Eingriffen in das Gerät durch nicht autorisierte Personen erlischt der Garantieanspruch. Die Lagerung muss stets im trockenen Zustand erfolgen. Gerät immer nur in dem dafür vorgesehenen Original-Koffer transportieren.

Nutzen Sie unser R&K Formular für einen reibungsfreien Ablauf der Reparatur! Sie finden dieses Formular unter:

[www.statuspro.de/doc/Formulare/FORM\\_ReparaturKalibrierung\\_1032\\_D.pdf](http://www.statuspro.de/doc/Formulare/FORM_ReparaturKalibrierung_1032_D.pdf)



### Hinweis

Um im Kundendienstfall die Identifizierung Ihres Gerätes zu erleichtern, immer die Seriennummer vom Typenschild angeben. Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für Schäden, die durch unsachgemäße Wartungs- und Reparaturarbeiten Dritter entstanden sind.

## 1.6 Kalibrierung



Um eine einwandfreie Funktion Ihres Status Pro Messgerätes und dessen hochgenaue Kalibrierung sicherzustellen und damit Ausfällen des Systems vorzubeugen, raten wir dringend dazu, die Serviceintervalle einhalten. Es wird empfohlen, Ihr Messgerät spätestens alle 12 Monate zur Kalibrierung und Überprüfung zum Status Pro R&K Service einzuschicken.

Ihr Messgerät wird daraufhin kalibriert, auf Fehler und Beschädigungen überprüft und gegebenenfalls neue verfügbare Firmware aufgespielt. Damit ist sichergestellt, dass Sie immer mit exakt kalibrierter Messtechnik auf dem neuesten Stand arbeiten und einwandfreie Messergebnisse erzielen können. Der nächste planmäßige Kalibrierungstermin ist auf Ihrem Messgerät anhand des Service-Aufklebers abzulesen. Nutzen Sie unser R&K Formular für einen reibungsfreien Ablauf der Kalibrierung! Sie finden dieses Formular unter:

[www.statuspro.de/doc/Formulare/FORM\\_ReparaturKalibrierung\\_1032\\_D.pdf](http://www.statuspro.de/doc/Formulare/FORM_ReparaturKalibrierung_1032_D.pdf)

## 1.7 Haftungsausschluss

Die Status Pro GmbH haftet nicht für Schäden, die durch unsachgemäße Benutzung entstanden sind. Zur sachgerechten Verwendung gehört auch die Kenntnis des vorliegenden Handbuchs. Beachten Sie deshalb die Anweisungen in diesem Handbuch und in den technischen Unterlagen der Messgeräte genau. Für Fehler, die auf Nichtbeachten der Bedienungsanleitung zurückzuführen sind, können wir keine Gewährleistung übernehmen.

## 2 Einführung

Das Laser-Interferometer-System  $\mu$ Line F1 wird in Polen unter der Qualitätsnorm ISO 9001 seit 2011 produziert. Durch ständige Weiterentwicklungen ist ein hochpräzises Messsystem entstanden, das keinen Vergleich zu scheuen braucht. Eine hohe Fertigungsqualität in Verbindung mit modernster Sensorik garantiert ein hervorragendes Messsystem zur Vermessung von Abständen (Positionierung), Geradheiten, Geschwindigkeiten und Ebenheiten. Der Haupteinsatzzweck ist hier die Vermessung von Werkzeugmaschinen und Messmaschinen.

Das  $\mu$ Line F1 System kann über USB oder Bluetooth mit einem PC verbunden werden. Das System ist speziell für den Einsatz von Positionierungen entwickelt worden. Durch ein patentiertes Verfahren lassen sich auch Geradheiten vermessen.

Das  $\mu$ Line F1 ist ein Zwei-Frequenz-Lasermesssystem. Die Software wurde unter den Betriebssystemen Win NT/2k/XP und Windows 7 getestet. Die Messungen entsprechen den Normen ISO/DIS 230, PN-93 M55580 für die Reporte und Diagramme. Weiterhin können statistische Ergebnisse analog der Normen ISO 230-2, VDI/DGQ 3441, NMTBA, BSI BS 4656 Part 16 und PN-93 M55580 ausgegeben werden.

Der Laser selbst ist ein Laser der Klasse 2, getestet nach den internationalen Normen.

### Betriebsbedingungen

- Der Laser darf nicht starken Magnetfeldern ausgesetzt werden.
- Der Laser darf nicht aufgeschraubt oder demontiert werden.
- Der Laser darf nicht herunterfallen.
- Halten Sie die Optiken sauber und achten Sie darauf, die Optiken nicht zu verkratzen.
- Säubern Sie die Optiken am besten mit reinem Alkohol.
- Achten Sie auf ein sauberes Arbeitsumfeld.

# 3 Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme muss die Software auf einem geeigneten PC installiert werden.

## 3.1 Hardwareanforderungen

- Windows NT/XP/Vista/Windows 7 Betriebssystem
- Pentium iV Prozessor ab 1GHz
- SVGA Grafikkarte mit mind. 800x 600 Bildpunkten
- USB 2.0 oder Bluetooth 2.0 (für die kabellose Anbindung)
- WiFi 802.11b/g (Für die WiFi Version)

## 3.2 Softwareinstallation

Die Software wird durch ein Klick auf das entsprechende Symbol installiert:  
Folgen Sie dem Setup und installieren Sie die Datenbank (BDE/Borland).  
In den meisten Fällen ist die Installation automatisch und die Fragen müssen lediglich mit „ja“ beantwortet werden.

Nach der Installation sollte das Programm nicht sofort gestartet werden. Bei der Verbindung über USB erkennt Windows das und installiert evtl. benötigte Treiber.



Meldung nachdem das USB device gefunden wurde.



Meldung nach der Installation der Treiber.

Die Software kann nun durch ein Klick auf das folgende Symbol gestartet werden:



HPI Software

# 4 Komponenten

Je nach Paket kann der Lieferumfang variieren! Alle erforderlichen Komponenten sind in dem Basispaket enthalten, optionale Komponenten teilweise in anderen Paketen. Bitte vergleichen Sie Ihren Kofferinhalt mit Ihrem Lieferschein!

## 4.1 Erforderliche Komponenten

Für die Positionsgenauigkeitsmessung mit dem Interferometer  $\mu$ Line sind folgende Komponenten erforderlich:

Laserinterferometer  
(BG 840200)



Netzteil  
(BT 840220)



Temperatursensoren  
(BT 840290)



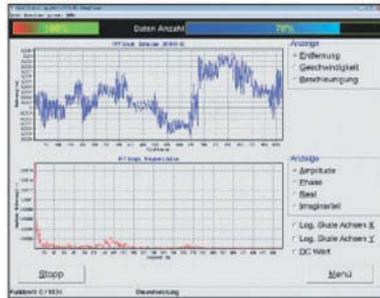
Interferometerelement IL1  
(BT 840270)



Reflektorelement RL1  
(BT 840280)



Software  
(SW 840200)



Die optischen Elemente *Interferometerelement* und *Reflektorelement* können auf den Magnetstativen befestigt werden. Sie können entweder direkt an die Gelenkhalterung oder an die ebenfalls im Koffer enthaltenen Befestigungsstangen montiert werden. Die *Temperatursensoren* enthalten eine Batterie, die gewechselt werden kann, indem die obere Kappe entfernt wird und die darunterliegende Batterieklappe entfernt wird.

## 4.2 Optionale Komponenten

Die folgenden Komponenten können je nach Anwendungsfall verwendet werden:



UM1 Magnethalter  
(BT 840260)

Adapterstangen 50 mm (BT 840395)  
und 100 mm (BT 840400)  
mit Adapterblock HB1 (BT 840405)



Stativ  
(BT 840230)



USB-Kabel  
(BT 840300)



Fernbedienung  
(BT 840310)



Ist es nicht möglich das Interferometer direkt mittels der Magnete an der Unterseite stabil zu montieren, ist das *Stativ* zu verwenden.

Der Vorteil bei Verwendung des Stativs ist, dass die Ausrichtung des Systems erleichtert wird.

Sollte es nicht möglich oder erlaubt sein, eine Verbindung zwischen dem Interferometer und dem PC (Laptop), auf dem die Vermessungssoftware installiert ist, per Bluetooth herzustellen, kann eine Verbindung über das mitgelieferte *USB-Kabel* hergestellt werden.

Die *Fernbedienung* kann zur Auslösung der Messung verwendet werden, sofern eine Messung mit *automatischer Messwerterfassung* nicht möglich oder erwünscht ist.

Die *Fernbedienung* enthält eine Knopfzelle zur Energieversorgung. Diese kann ersetzt werden durch Öffnen des Gehäuses.

## 5 Vorbereitung

### 5.1 Software

Die Software muss vor Beginn der Messung auf einem geeigneten Rechner installiert werden.

### 5.2 Hardware

Soll eine Verbindung zu dem Interferometer via Bluetooth hergestellt werden, so ist es erforderlich, dass der gewählte Rechner über einen Bluetooth-Empfänger verfügt. Falls von Werk aus nicht vorhanden, kann dieser kostengünstig nachgerüstet werden (Plug & Play).

### 5.3 Messobjekt

Ein geeignetes Messobjekt muss gewählt werden. Die Ermittlung von Positionsgenauigkeiten linearer Maschinenachsen ist der geeignete Einsatzzweck des Interferometers. Je nach Umfang der Messung muss die Maschine, bzw. Achse, für einige Zeit freien Zugang bieten. Während der Messung ist die Anwesenheit einer zur Maschinenbedienung berechtigten Person erforderlich. Ausreichende Platzverhältnisse zur Installation der benötigten optischen Elemente sind erforderlich.

# 6 Aufbau des Messsystems

## 6.1 Grundsätzliches

Das Interferometer, sowie die beiden optischen Elemente IL1 und RL1 müssen an der zu vermessenden Achse positioniert werden. Dabei muss das Interferometer parallel zu der Achse ausgerichtet werden, d.h. der Abstand des Laserstrahls zur Achse muss an jeder Position gleich sein.

## 6.2 Einschalten des Systems

Verbinden Sie das Netzkabel mit dem Interferometer und schalten Sie es ein, indem Sie den oberen Knopf (markiert auf Abbildung 1) für etwa 3 Sekunden drücken.



Abb. 1: Einschaltknopf Interferometer

Status	Bedeutung
Rot	Stromversorgung gewährleistet, System nicht eingeschaltet.
Rot – hochfrequent	Stromversorgung gewährleistet, System kann nicht gestartet werden. Fehler in der Firmware liegt vor. Hersteller informieren.
Orange/Grün – niederfrequent	System eingeschaltet – Stabilisierungsphase 1
Orange/Grün – hochfrequent	System eingeschaltet – Stabilisierungsphase 2
Grün – niederfrequent	System eingeschaltet – Stabilisierungsphase 3
Orange	System stabilisiert, Strahlengang nicht ausgerichtet.
Grün	System stabilisiert, Strahlengang ausgerichtet. System ist messbereit.

### 6.3 Verbinden mit der Software

Starten Sie die Messsoftware durch doppelklicken der Verknüpfung, siehe Abbildung 2. Das Startfenster der Software erscheint wie auf Abbildung 3 zu erkennen. Klicken Sie auf den mit dem roten Pfeil markierten Button und überprüfen Sie, ob Ihr Interferometer in der „Device List“ ausgewählt (blau hinterlegt) ist. Die sechsstellige Nummer am Ende des Namens ist die Seriennummer des Interferometers. Sie finden Diese auf der Rückseite auf einem Aufkleber.



Abb. 2: Verknüpfung Messsoftware



Ist das Interferometer in der „Device list“ ausgewählt, können Sie die Verbindung herstellen indem Sie auf den Button „Connect“ klicken.

Abb. 3: Startfenster der Messsoftware



Nach einer kurzen Ladephase befinden Sie sich im Hauptmenü, siehe Abbildung 4.

Abb. 4: Hauptmenü

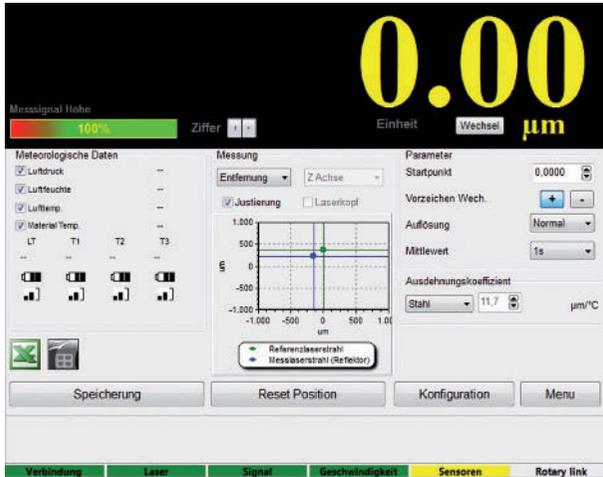


Abb. 5: Software-Anzeige

Im Hauptmenü wird der Messmodus gewählt und Einstellungen werden vorgenommen. Zur Ausrichtung des Interferometers sowie der Optiken klicken Sie auf „Anzeige“, siehe Abbildung 5.

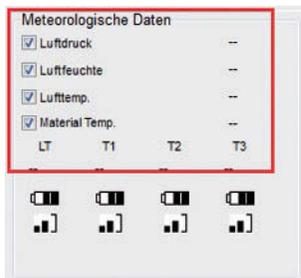


Abb. 6: Meteorologische Daten oben

In dem Feld „Meteorologische Daten“ sehen Sie die zur Kompensation der Messdaten verwendeten meteorologischen Daten, siehe Abbildung 6. Sie können wählen, ob diese Daten durch die mitgelieferten Sensoren LT/T1/T2/T3 ermittelt werden sollen, oder manuell von Ihnen eingegeben werden. Dazu müssen Sie in dem Kontrollkasten links neben der entsprechenden Variable den Haken setzen oder entfernen.

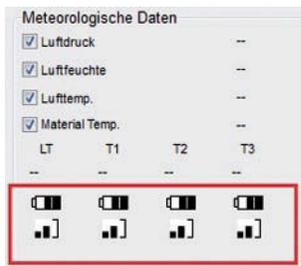
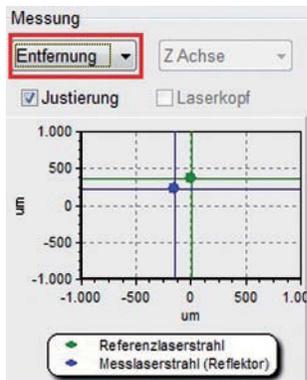


Abb. 7: Meteorologische Daten unten

Der Sensor LT ermittelt die Umgebungsbedingungen wie Lufttemperatur, Luftdruck und Luftfeuchte. Die Sensoren T1/T2/T3 ermitteln die Materialtemperatur. Die Symbole unterhalb der Temperaturwerte, Abbildung 7, zeigen die aktuelle Batteriekapazität sowie die Verbindungsqualität der einzelnen Sensoren an. Die Sensoren werden automatisch eingeschaltet und mit der Software verbunden. Dies kann einige Minuten in Anspruch nehmen. Nach Beendigung der Software werden die Sensoren automatisch wieder abgeschaltet.



Im Feld „Messung“, Abbildung 8, muss im ersten Drop-Down-Button „Entfernung“ ausgewählt sein. In dem Feld daneben können Sie die zu vermessende Achse eintragen. Möchten Sie zwischen *Justierung* und *Laserkopf* wechseln müssen Sie zuerst den Haken in dem jeweils anderen Kontrollfeld entfernen. Näheres dazu in Kapitel 7.4.3 und 7.4.8.

Abb. 8: Messung



Im Feld „Parameter“, Abbildung 9, müssen Sie den Mittelwert über den Drop-Down-Button auswählen. Unter normalen Umständen sollten Sie hier „0.1s“ einstellen. Für die Temperaturkompensation ist außerdem der Ausdehnungskoeffizient wichtig. Wählen Sie dafür den Werkstoff der zu vermessenden Achse aus (bei Werkzeugmaschinen überwiegend *Stahl*).

Abb. 9: Parameter

Am unteren Ende des Bildschirms befindet sich die Status-Leiste. Die Bedeutung der einzelnen Balken können Sie der folgenden Tabelle entnehmen:

Feld	Beschreibung	Erforderliche Aktion
<b>Connection</b>	Keine Verbindung zum Interferometer.	Start/Neustart des Interferometers. Manuell Verbindung in der Konfiguration herstellen.
<b>Connection</b>	Interferometer ist ordnungsgemäß mit der Software verbunden.	Keine Aktion erforderlich.
<b>Laser</b>	Interferometer ist ausgeschaltet.	Start des Interferometers durch Klick auf das Feld.
<b>Laser</b>	Interferometer ist eingeschaltet aber nicht einsatzbereit.	Warten bis Interferometer einsatzbereit ist.
<b>Laser</b>	Betrieb des Interferometers nahe des instabilen Bereiches.	Nach Beendigung der laufenden Messung durch Klicken auf das Feld dem Interferometer ermöglichen, einen neuen stabilen Zustand zu erreichen.

Feld	Beschreibung	Erforderliche Aktion
 Laser	Interferometer ist einsatzbereit und arbeitet störungsfrei.	Keine Aktion erforderlich.
 Signal	Signalstärke zu gering.	Neuausrichtung der optischen Elemente. Zur Löschung des Fehlers Klick auf das Feld.
 Signal	Signalstärke ausreichend, aber nicht kalibriert.	Blockieren des Strahlengangs zwischen Interferometerelement und Reflektorelement damit das Interferometer die Parameter kalibrieren kann.
 Laser	Signalstärke ausreichend.	Keine Aktion erforderlich.
 Velocity	Gemessene Geschwindigkeit zu hoch.	Auf das Feld Klicken um den Fehler zu löschen.
 Velocity	Gemessene Geschwindigkeit im Messbereich.	Keine Aktion erforderlich.
 Sensors	Keine Umweltsensoren erkannt.	Warten Sie 3 Minuten nachdem das System eingeschaltet wurde. Überprüfen der Entfernung zwischen Sensoren und Interferometer. Überprüfen der Stromversorgung der Sensoren.
 Sensors	Mindestens ein Umweltsensor ist einsatzbereit.	Keine Aktion erforderlich.
 Rotary	Rotary-Encoder ist nicht erkannt.	Überprüfen des Betriebszustandes des Rotary-Encoders (Eingeschaltet?)
 Rotary	Rotary-Encoder ist vorhanden, es besteht aber keine Verbindung.	Doppelklick auf das Feld, um eine Verbindung herzustellen.
 Rotary	Rotary Encoder ist verbunden.	Keine Aktion erforderlich.

## 6.4 Ausrichten des Interferometers und der Optiken

### 6.4.1 Grundsätzliches zur Messung

Auf Abbildung 10 ist schematisch der Aufbau des Messsystems zu erkennen. Das Interferometer muss vor der zu vermessenden Achse positioniert werden. Das Interferometer ist Quelle und Empfänger zugleich. Der Laserstrahl verlässt das Interferometer durch die linke Öffnung. Im *Interferometerelement IL1* wird der Strahl teilreflektiert, das bedeutet, ein Teil wird reflektiert, der andere wird durchgelassen. Dieser Teil wird im *Reflektorelement RL1* reflektiert. Durch die rechte Öffnung des Interferometers treffen die Strahlen ein.

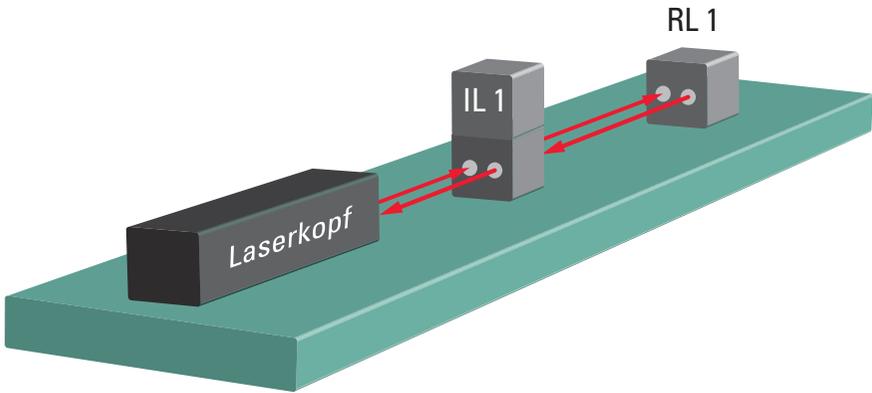


Abb. 10: Schematischer Messaufbau

Durch eine Variation des Abstandes zwischen IL1 und RL1 interferieren die Strahlen unterschiedlich miteinander.

Gemessen wird mit dem Interferometer eine *relative* Entfernungsänderung zwischen RL1 und IL1. RL1 befindet sich auf dem bewegenden Teil der zu vermessenden Achse und IL1 wird an der Maschine befestigt, darf sich aber relativ zum Maschinenbett nicht bewegen.

### 6.4.2 Verstellmöglichkeiten beim Ausrichten des Interferometers

Auf Abbildung 11 sind die Stellschrauben des Interferometers zu erkennen. Diese können verwendet werden, um den Winkel des Laserstrahls relativ zur zu vermessenden Achse zu verstellen. Beachten Sie, dass die Möglichkeiten, die Winkel zu korrigieren, konstruktiv begrenzt sind. Durch Drehen der Stellschrauben wird der Laserkopf in einer Gleitführung verschoben. Durch die feste Lagerung an der Vorderseite wird der Laserkopf so in seiner Neigung verstellt.



Abb. 11: Stellschrauben Neigungs-ausrichtung

Aufgrund des begrenzten Arbeitsweges der Gleitführung, sollten Sie vor dem Beginnen des Ausrichtens beachten, dass der Laserkopf sich in etwa der Mitte der beiden Führungen befindet. Damit ist gewährleistet, dass Sie in beide Richtungen maximalen Arbeitsweg zur Verfügung haben.

Verwenden Sie das Stativ, haben Sie weitere Möglichkeiten die Ausrichtung vorzunehmen. Auf Abbildung 12 sind die Verstellmöglichkeiten bei Verwendung des Stativs gekennzeichnet.

Beachten Sie auch hierbei, dass die Feineinstellungen sich in etwa der Mitte Ihres Arbeitsbereiches befinden. Wichtig ist, dass die Ausrichtung von grob nach fein geschieht.

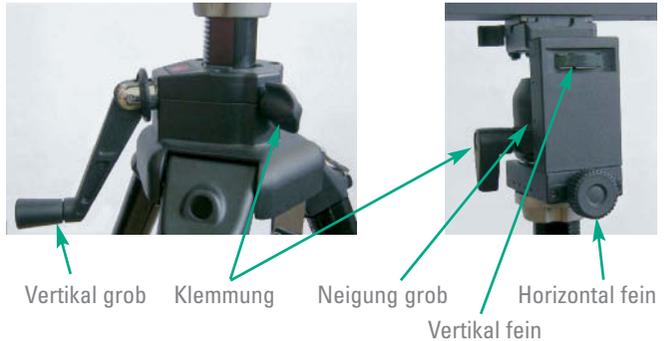


Abb. 12: Ausrichtung mit dem Stativ

#### **Die Reihenfolge ist dabei für die vertikale Ausrichtung:**

Einstellen der Stativhöhe durch Variation der Beinlänge → Einstellen der Höhe der Aufnahmevorrichtung über Handkurbel (*Vertikal grob* auf Abbildung 12) am Stativ (*Anschließend Klemmung nicht vergessen*) → Feineinstellung der Höhe des Interferometers über Stellschraube an der Aufnahmevorrichtung (*Vertikal fein* auf Abbildung 12)

#### **Reihenfolge für die horizontale Ausrichtung:**

Veränderung des Standortes des Stativs (Verschieben) → Feineinstellung über Stellschraube an der Aufnahmevorrichtung (*Horizontal fein* auf Abbildung 12)

#### **Reihenfolge für die Neigungsausrichtung:**

Einstellung des Winkels durch manuelle Bewegung im Kugelgelenk (*Neigung grob* auf Abbildung 12) der Aufnahmevorrichtung (anschließend Klemmung nicht vergessen)  
 → Feineinstellung durch Drehung der Stellschrauben (Abbildung 11)

Verwenden Sie kein Stativ, haben Sie weniger Verstellmöglichkeiten, die Ausrichtung wird somit schwieriger.

### 6.4.3 Positionierung des Interferometers

Positionieren Sie das Interferometer vor oder auf der zu vermessenden Achse. Beachten Sie dabei, dass später vor dem Interferometer noch das Interferometerelement IL1 positioniert werden muss. Sie müssen den Platz hierfür einkalkulieren um zu vermeiden, dass Sie durch den Aufbau Messlänge verlieren.

Verwenden Sie für die Positionierung des Interferometers die an der Unterseite befindlichen Magneten oder das Stativ.

Richten Sie das Interferometer grob parallel zu der zu vermessenden Achse aus. Dabei können Sie beispielsweise ein Blatt Papier zur Hand nehmen und den Abstand zur Achse an zwei möglichst weit entfernten Stellen grob überprüfen. Vgl. Abbildung 13  $a_1$  und  $a_2$ . Verwenden Sie für die grobe Ausrichtung nicht die Stellschrauben, diese benötigen Sie zur Feinausrichtung.

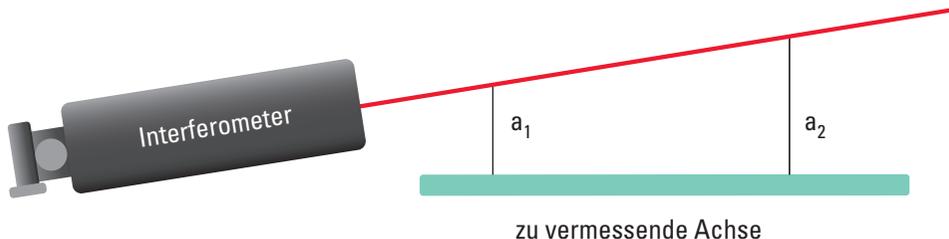


Abb. 13: Winkelfehler in der Ausrichtung

Im Laserkopf sind Libellen integriert, die Ihnen eine Information zur momentanen Lage des Interferometers gegenüber dem Wasser liefern. Setzen Sie in der Software im Feld „Messung“ bei Laserkopf einen Haken, um die Werte angezeigt zu bekommen.

Beachten Sie hierbei, dass die zu vermessende Achse möglicherweise nicht im Wasser steht und außerdem die Libellen keine genauen Messwerte liefern. Die Werte dienen lediglich der Orientierung.

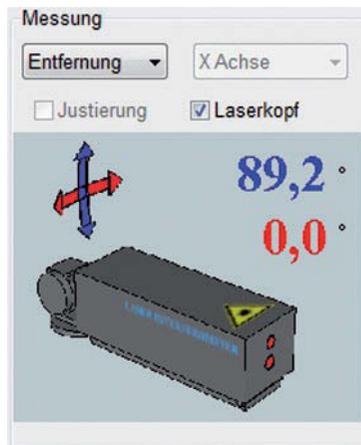


Abb. 14: Neigungsinformation der Software

### 6.4.4 Ausrichten des Interferometers/Positionierung von RL1



Drehen Sie die Zieloptiken am Interferometer und dem Reflektorelement so, dass die weißen Flächen in einer waagerechten Ebene stehen, wie auf Abbildung 15 am Beispiel des Interferometers dargestellt. Der unteren Abbildung entspricht dabei der Zustand, den Sie zum Ausrichten verwenden müssen, der obere Zustand muss für die Messung eingenommen werden.



Abb. 15: Zieloptik Interferometer:  
oben geöffnet; unten geschlossen

Montieren Sie das Reflektorelement auf dem beweglichen Teil der Maschine (Kreuztisch, Ausleger, Führungswagen etc.). Verfahren Sie mit der Achse an den Punkt, an dem die Positionsmessung beginnen soll (üblicherweise der Anschlag der Achse, bedeutet maximaler Weg in eine Richtung) und montieren Sie RL1 so, dass die beiden weißen Flächen in einer Ebene mit denen des Interferometers stehen und die Abbildung des Laserstrahls (roter Punkt auf Abbildung 16) auf dem Reflektorelement genau in der Mitte der linken weißen Markierung erscheint. Verwenden Sie hierzu entweder den Gelenkarm oder die Befestigungsstangen wie in Kapitel 1.1 erwähnt. Umso näher Sie mit dem Reflektor an das Interferometer herankommen, desto einfacher ist die Ausrichtung.



Abb. 16:  
RL1-Punkt mittig



Abb. 17:  
RL1-Punkt nach  
oben verschoben

Verfahren Sie die zu vermessende Achse jetzt in Richtung entfernend vom Interferometer. Die Abbildung des Laserstrahls wandert dabei aus der Mitte heraus, wie Abbildung 17 beispielhaft zeigt.

Auf Abbildung 18 ist zu erkennen, wodurch es zu der Verschiebung der Abbildung des Laserstrahls kommt. Die durchgehende Linie symbolisiert dabei die momentane Lage des Laserstrahls in Relation zur Achse. Die gestrichelte Linie deutet die optimale Lage des Laserstrahls an.

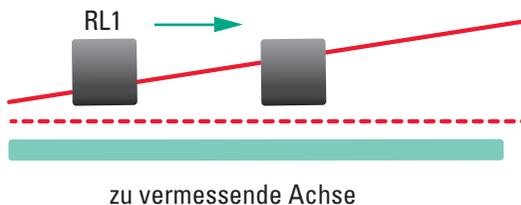


Abb. 18: Beispiel eines Winkelfehlers; gestrichelte Linie zeigt Sollverlauf

Der Winkel muss korrigiert werden. Dafür verwenden Sie die in Kapitel 7.4.2 beschriebenen Stellschrauben am Interferometer. Korrigieren Sie den Winkel bis die Abbildung des Laserstrahls wieder mittig in der linken weißen Markierung erscheint.

Verfahren Sie die Achse nun erneut auf die Anfangsposition. Ist die Abbildung des Laserstrahls nun wieder außermittig, müssen Sie entweder das Interferometer parallel verschieben, siehe Kapitel 7.4.2, oder die Position des Reflektors verändern bis die Abbildung des Laserstrahls wieder in der Mitte der weißen Markierung erscheint. Anschließend wiederholen Sie den ganzen Vorgang bis die Abbildung an jeder Position der Achse in der Mitte der weißen Markierung erscheint, wie in Abbildung 16 dargestellt ist.

Entscheidend bei der Ausrichtung des Interferometers ist, dass wenn das Reflektorelement nah am Interferometer ist und die Lage des Laserstrahls korrigiert werden soll, muss dies über eine Parallelverschiebung erfolgen, siehe Kapitel 7.4.2. Ist das Reflektorelement von dem Interferometer weiter entfernt, müssen Sie die Lage über eine Neigungsänderung korrigieren. Nach abgeschlossener Ausrichtung muss die Abbildung des Laserstrahls an jeder Position von RL1 in der Mitte der weißen Markierung liegen (Abbildung 16).

### 6.4.5 Ausrichtung mit Hindernis

Die Ausrichtung ist umso leichter je näher Sie an das Interferometer mit dem Reflektor herankommen. Bei einigen Applikationen kann es sein, dass Sie nicht nah an das Interferometer herankommen.

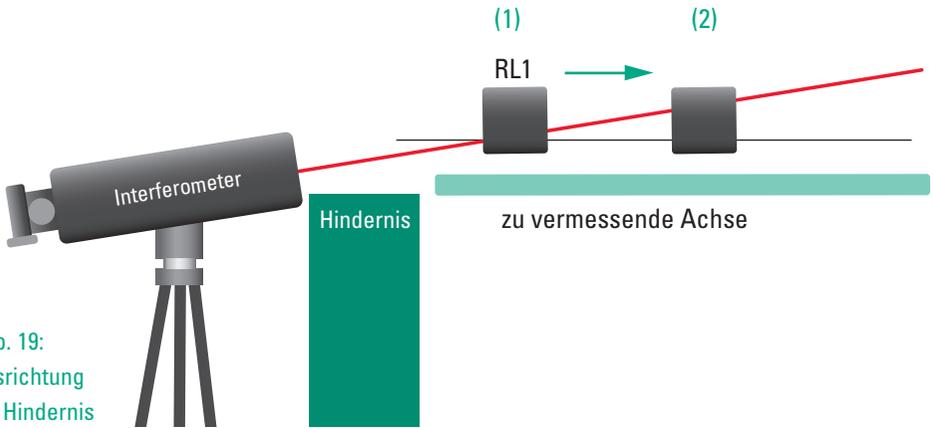


Abb. 19:  
Ausrichtung  
mit Hindernis

Auf Abbildung 19 ist ein solcher Fall schematisch dargestellt. Ein Hindernis erfordert, dass das Interferometer nicht am Anfang des Fahrweges der zu vermessenden Achse positioniert werden kann. Wird jetzt an der rechten Position (2) der Versatz des Punktes über eine Neigungsveränderung so korrigiert, dass er in der gleichen Position ist wie zuvor in der linken Position (1), dann ist der Winkelfehler des Laser zwar geringer geworden, die Ausrichtung aber dennoch nicht abgeschlossen, siehe Abbildung 20. Durch mehrfache Wiederholung der Ausrichtungsprozedur wie in Kapitel 7.4.4 beschrieben kann die Ausrichtung zwar erfolgen, dies kann aber eine Menge Zeit in Anspruch nehmen.

Zur Zeitersparnis kann die Überkompensation angewendet werden, d.h. die Neigung wird mehr verändert, als es der Versatz des Punktes auf RL1 nach Verschiebung von (1) zu (2) suggeriert.

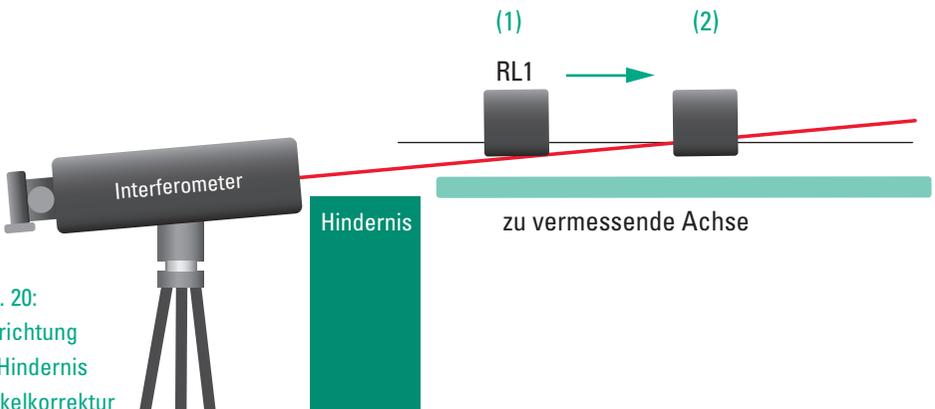


Abb. 20:  
Ausrichtung  
mit Hindernis  
Winkelkorrektur

Auf Abbildung 21 ist die Überkompensation veranschaulicht. Der Laserstrahl des Interferometers verläuft jetzt parallel zur Achse. Die Überkompensation erfordert eine gewisse Erfahrung in der Ausrichtung, kann die Dauer bis zur Messbereitschaft des Systems aber enorm verkürzen.

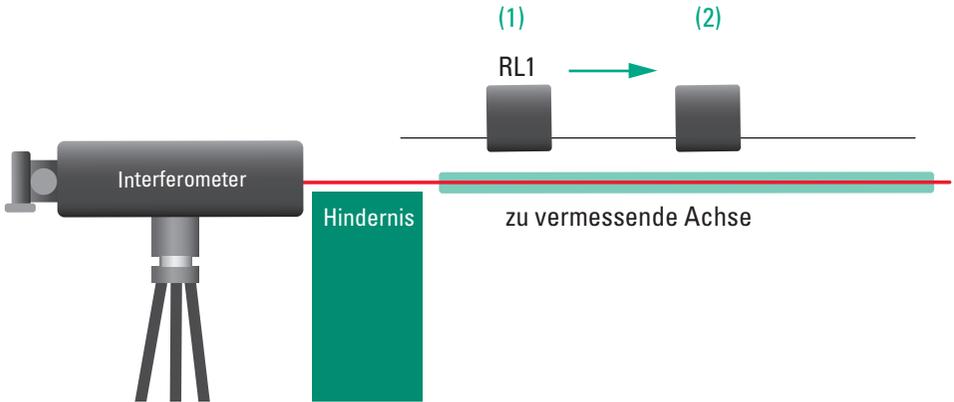


Abb. 21: Ausrichtung mit Hindernis Winkelkorrektur mit Überkompensation

Nach der Überkompensation muss entweder das Reflektorelement verschoben werden oder das Interferometer parallel verschoben werden. Auf Abbildung 22 ist das Interferometer parallel verschoben worden.

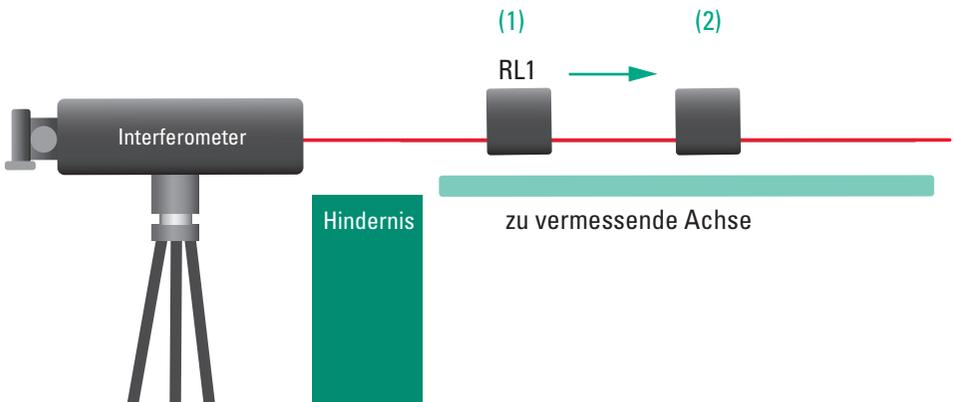


Abb. 22: Ausrichtung mit Hindernis abgeschlossen

### 6.4.6 Positionierung des Interferometerelementes IL1

Das Interferometerelement IL1 wird wie auf Abbildung 10 auf Seite 20 in den Strahlengang zwischen Interferometer und Reflektorelement positioniert. Es ist richtungsempfindlich, das bedeutet für die Ermöglichung der Messung ist es entscheidend in welcher Ausrichtung es positioniert wird. Auf Abbildung 23 ist das Interferometerelement abgebildet.

Die Libelle auf der Oberseite kann als Hilfsmittel bei der Ausrichtung verwendet werden. Für einen Messaufbau, bei dem die Platzverhältnisse an der Maschine äußerst begrenzt sind, kann der um 90° abgelenkte Strahl verwendet werden. Dieser kommt aus der Unterseite des Interferometerelementes heraus. Bei Verwendung dieses Messaufbaus erhöhen sich die Dauer und die Anforderungen an die Ausrichtung immens. Dieser Aufbau sollte nur verwendet werden, wenn die Umstände an der Maschine keine andere Möglichkeit zulassen.

Der Aufkleber auf Abbildung 24 zeigt den Strahlengang innerhalb des Interferometerelementes. Der Strahl oben links ist der vom Interferometer emittierte. Ein Teil wird reflektiert und der andere verlässt das Interferometerelement, wird in RL1 reflektiert und kommt wieder rein (unten rechts). Anschließend verlassen beide Strahlen das Interferometerelement (unten links).



Abb. 23: Interferometerelement IL1

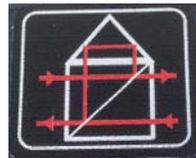


Abb. 24: Strahlengang IL1

Ohne Berücksichtigung des Strahlengangs können Sie sich an dem „Lasertex“-Aufkleber orientieren wie er auf Abbildung 25 oben zu sehen ist. Positionieren Sie das Interferometerelement so, dass der Aufkleber in Richtung Interferometer zeigt.

Drehen Sie die Zieloptik auf die Ausrichtungsposition (entsprechend Abbildung 25). Die Zieloptik auf der Seite, die in Richtung Reflektorelement zeigt, sollte „geöffnet“ bleiben, d.h. die weiß markierten Flächen stehen senkrecht.

Das Interferometerelement darf sich nicht auf dem beweglichen Teil der Achse befinden. Es muss während der Messung fixiert sein und darf sich relativ zur Achse nicht bewegen. Es sollte nach Möglichkeit eine starre Verbindung zur Achse/Maschine hergestellt werden, da somit eine Bewegung der Achse während des Verfahrens nicht als Fehler in der Positionsgenauigkeit interpretiert wird.

Steht die zu vermessende Achse in etwa zum Wasser (waagrecht), kann bei der Ausrichtung mit Hilfe der Libelle das Interferometerelement ebenfalls zum Wasser ausgerichtet werden. Das erleichtert die weitere Ausrichtung.

Die Abbildung des Laserstrahls (roter Punkt) muss in der Mitte der weißen Markierung erscheinen, wie in Abbildung 26 dargestellt.

Ist dies der Fall öffnen Sie die Zieloptik, indem Sie die Blende um 90° drehen und die weißen Markierungen senkrecht stehen. Jetzt können Sie auf dem Interferometer die Abbildung des reflektierten Strahls erkennen.



Abb. 25: „Lasertex“-Aufkleber auf dem Interferometerelement



Abb. 26: Ausrichtung Interferometerelement

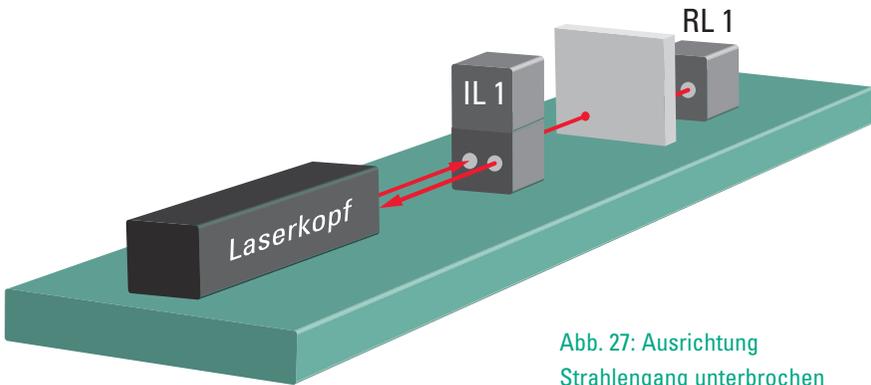


Abb. 27: Ausrichtung  
Strahlengang unterbrochen

Eventuell sind bereits zwei Abbildungen (rote Punkte) zu sehen. Verdecken Sie den Strahlengang zwischen RL1 und IL1 wie auf Abbildung 27 schematisch verdeutlicht. Durch Verhinderung der Reflexion an RL1 kommt am Interferometer nur noch der Strahl an, der am Interferometerelement reflektiert wurde. Die bei Verdeckung des Strahlengangs zwischen RL1 und IL1 bestehende Abbildung ist die vom Interferometerelement und somit die in diesem Schritt der Ausrichtung zu beachtende.

Durch feine Korrektur der Position und Neigung des Interferometerelementes ist der reflektierte Strahl zu verschieben bis seine Abbildung auf dem Interferometer in der Mitte der linken weißen Markierung liegt.

Auf Abbildung 28 ist das Interferometer dargestellt, zu erkennen ist die Abbildung des im Interferometerelement reflektierten Laserstrahls in der Mitte der weißen Markierung. In diesem Fall ist die Ausrichtung des Interferometerelementes abgeschlossen.



Abb. 28: Ausrichtung Interferometer

### 6.4.7 Korrektur von RL1

Drehen Sie die Zieloptik am Reflektorelement so, dass die weißen Markierungen senkrecht zueinander stehen.



Abb. 29: Zweite Abbildung auf dem Interferometer nach Drehen der Zieloptik von RL1

Auf dem Interferometer ist jetzt eine zweite Abbildung zu erkennen. Sie ist von dem Laserstrahl, der am Reflektorelement RL1 reflektiert wird (zweiter roter Punkt auf Abbildung 29). Durch Verdecken des Strahlengangs zwischen RL1 und IL1 können Sie erkennen, welche Abbildung von dem an RL1 reflektierten Strahl stammt. Die bei Verdecken des Strahlengangs verschwundene Abbildung ist die hier zu beachtende.

Durch feine Korrektur der Position des Reflektorelementes ist der Strahlenweg des reflektierten Strahls zu verändern bis seine Abbildung auf dem Interferometer in der Mitte der linken weißen Markierung liegt.

### 6.4.8 Feinausrichtung mit der Software



Abb. 30: Interferometer messbereit

Drehen Sie die Zieloptik am Interferometer um 90° (Abbildung 30). Der obere Knopf leuchtet grün, das bedeutet, dass beide Strahlen im Interferometer detektiert werden. Sollte dies nicht der Fall sein, muss die Ausrichtung überprüft und gegebenenfalls gemäß der Anleitung wiederholt werden.

Setzen Sie nun in der Software im Menü „Anzeige“ im Feld „Messung“ bei „Justierung“ einen Haken. Wie in Abbildung 31 zu sehen ist, erscheint ein

Diagramm in dem zwei Punkte unterschiedlicher Farben abgebildet sind. Zur besseren Übersicht sind die Punkte mit waagerechten und senkrechten Linien jeweils der gleichen Farbe markiert (Kreuz).

Diese Punkte geben die Position des jeweiligen eintreffenden Strahls auf dem Detektor des Interferometers wieder. Der grüne Punkt stellt die Position des eintreffenden Refe-

renzlaserstrahls dar. Dieser Punkt darf sich nicht bewegen wenn die Achse verfahren wird. Der blaue Punkt gibt die Position des Messlaserstrahls, der von RL1 reflektierte Strahl, wieder. Entscheidend für die Durchführung der Positionsgenauigkeitsmessung sind dabei zwei Dinge.

Die beiden Punkte müssen innerhalb des Diagramms sein, da ansonsten das Messsignal zu gering ist und die Messung nicht zuverlässig durchgeführt werden kann. Ist ein Punkt außerhalb des Diagramms wird dies durch einen Pfeil in die entsprechende Richtung angezeigt, siehe Abbildung 32.

Außerdem sollte die Abweichung des Messlaserstrahls beim Verfahren der Achse möglichst gering sein. Bewegt sich der blaue Punkt beim Verfahren der Achse in eine Richtung konstant, ist das Interferometer nicht exakt parallel zur Achse ausgerichtet. Verwenden Sie zur Korrektur die Stellschrauben am Interferometer.

Befinden sich an jeder Position der zu vermessenden Achse die beiden Punkte auf dem Diagramm und ändert sich der Abstand der beiden Punkte nicht um mehr als etwa  $500\mu\text{m}$ , ist die Ausrichtung abgeschlossen. Verschenden Sie keine Zeit durch Ausrichtung auf die letzten  $\mu\text{m}$ . Wenn der Messlaserstrahl auf einem Verfahrweg von  $1\text{m}$  um  $500\mu\text{m}$  abweicht, ergibt sich nach Pythagoras ein Fehler in der Positionsgenauigkeitsbestimmung von  $0,13\mu\text{m}$ .

## 6.5 Positionieren der Temperatursensoren

Die Temperatursensoren (T1, T2, Tx, ...) werden an der zu vermessenden Achse positioniert. Sie können mit den unterseitig angebrachten Magneten direkt an der Achse befestigt werden. Der Sensor für die Erfassung der Umgebungsbedingungen TH sollte in der Nähe des Interferometers positioniert werden.

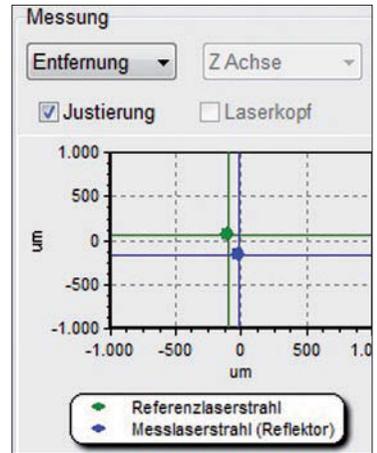


Abb. 31: Justierung in der Software

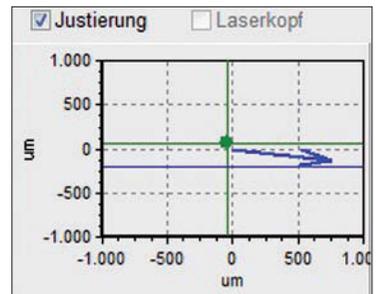


Abb. 32: Messlaserstrahl außerhalb des Diagramms

# 7 Messung der Positionsgenauigkeit

## 7.1 Vibrationsmessung (Optional)

Vor der Messung der Positionsgenauigkeit der Maschine ist es sinnvoll, eine Vibrationsmessung durchzuführen. Sollte die Maschine großen Erregerkräften ausgesetzt sein, könnte es die Qualität der Positionsgenauigkeitsmessung negativ beeinflussen. Gemessen werden Schwingungen (Entfernungsänderungen) zwischen IL1 und RL1.

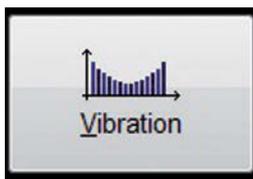


Abb. 33: Vibration-Button

Klicken Sie dazu im Hauptmenü der Software auf „Vibration“ (Button auf Abbildung 33). Wählen Sie im Feld „Anzeige“ „Entfernung“ und im Feld „Messung Typ“ „Einzelmessung“ aus. In den beiden Drop-Down-Buttons selektieren Sie im oberen „4s“ für die Dauer der Messung und „0s“ für den Mittelwert, siehe Abbildung 34. Starten Sie die Messung durch Klicken auf den gleichnamigen Button. Nachdem die Messung beendet ist, erscheinen zwei Graphen. Interessant ist dabei vor allen Dingen der Untere. Er gibt Auskunft darüber, welchen Einfluss (Amplitude) harmonische Schwingungen bestimmter Frequenz auf die Gesamtschwingung haben. Interessant sind hierbei die Netzfrequenz und deren Vielfache. Ist die Amplitude dieser groß, deutet das auf einen störenden Einfluss von am Netz betriebenen Aggregaten hin, wie z.B. Transformatoren, Elektromotoren, Aktoren, etc.

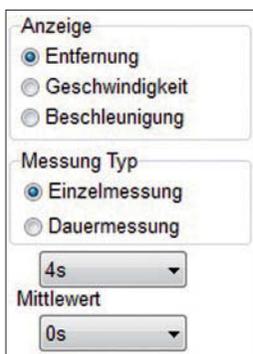


Abb. 34: Konfiguration der Vibrationsmessung

## 7.2 Konfiguration der Positionsgenauigkeitsmessung

### 7.2.1 Grundsätzliches

Die Positionsgenauigkeitsmessung dient der Ermittlung wie genau die zu vermessende Achse in der Lage ist, reproduzierbar positionieren zu können. Die zu vermessende Achse wird dazu mehrfach auf einen Sollwert positioniert und dieser anschließend mit dem vom Interferometer gemessenen Istwert verglichen.

Die Fähigkeit zur Positionierung ist richtungsabhängig, d.h. es ist entscheidend von welcher Richtung aus eine Position angefahren werden soll. Durch Wechsel der anliegenden Zahnflanke bei Wechseln der Drehrichtung eines Getriebes entsteht eine Hysterese, das sogenannte Umkehrspiel. Das Umkehrspiel wird gemessen und dokumentiert.

### 7.2.2 Auswahl der Messmethode

Klicken Sie im Hauptmenü auf „Positionierung“ (Button auf Abbildung 35) und anschließend in der oberen Leiste auf „Bearbeiten“. In dem geöffneten Menü wählen Sie „Konfiguration“ und dann den Reiter „Messung“. Auf der rechten Seite in dem Feld „Messmethode“ sehen Sie die vier zur Auswahl stehenden Messmethoden. Wählen Sie „Linear“ aus, sofern durch interne Firmenvorgaben nicht anders vorgegeben. Bei Zyklus in Serie wählen Sie „3“ aus.



Abb. 35: Positionierung-Button

Wenn Sie auf den Button „Linear“ klicken, öffnet sich ein Fenster mit dem Schema der Messmethode. Dieses Fenster können Sie schließen.

Im Feld „Istwert Aufnahme (Messwert)“ können Sie durch Markierung im entsprechenden Feld wählen, ob bei der Positionsgenauigkeitsmessung der Messwert automatisch oder manuell erfasst wird. Bei Auswahl der automatischen Erfassung wird der Messwert bei Erfüllung bestimmter Kriterien automatisch erfasst. Die Eingabe dieser Kriterien folgt im nächsten Kapitel.

Im Feld „Sollwerteingabe“ können Sie wählen, ob der Sollwert zu einem bestimmten Istwert aus einer Liste übernommen wird oder ob er automatisch berechnet wird, entsprechend den Kriterien beschrieben im nächsten Kapitel.

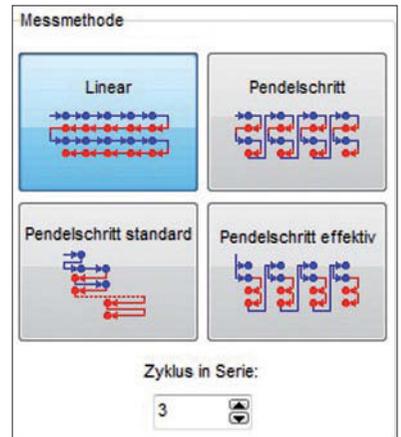
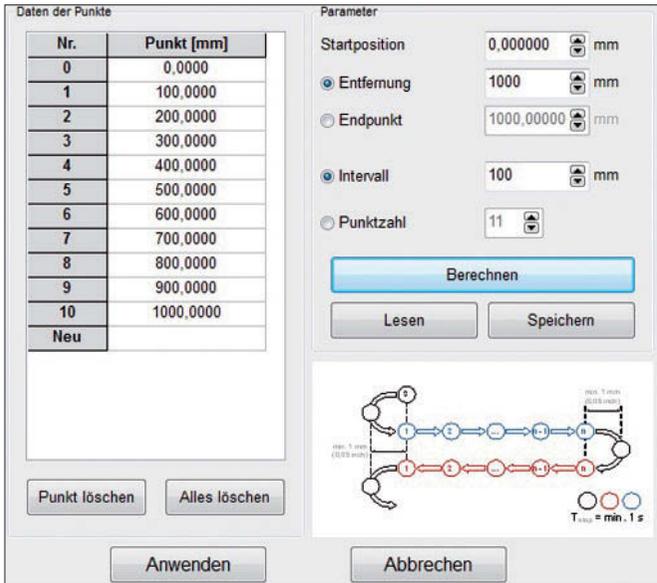


Abb. 36: Auswahl der Messmethode

Durch Klicken auf „Von der Liste“ öffnet sich das Fenster zu sehen auf Abbildung 37.



In diesem Fenster können Sie die Sollwerte, an denen Messwerte erfasst werden, eingeben. Sie können entweder durch Eingeben der entsprechenden Parameter berechnet oder manuell eingegeben werden. Für die Berechnung müssen Sie die Startposition sowie zwei zusätzliche Parameter eingeben. Die jeweils anderen Parameter werden automatisch berechnet. Auf Abbildung 37 ist zu sehen, wie die Berechnung beispielhaft aussehen kann. Der Parameter

Abb. 37: Punkte aus Liste

„Startposition“ ist dabei die Position der Achse an der mit der Messung begonnen wird.

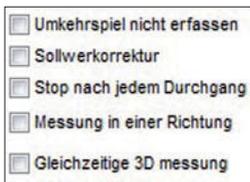


Abb. 38: Aktivierbare Optionen

Nach Eingabe der Parameter werden durch Klicken auf den Button „Berechnen“ die Punkte in die Liste eingetragen. Sobald in der Liste alle Punkte, an denen gemessen werden soll, eingetragen sind, können Sie durch Klicken des Buttons „Anwenden“ das Fenster schließen. Die auf Abbildung 38 abgebildeten Optionen können Sie durch Setzen eines Haken je nach Bedarf aktivieren. Standardmäßig sind diese Optionen deaktiviert.

### 7.2.3 Automatische Punkterkennung

Im Konfigurationsmenü können Sie durch Klicken des Reiters „Messpunkt Aufnahme“ (Abbildung 39) die Parameter für die automatische Punkterkennung festlegen.

„Maximaler Fehler“ steht dabei für die Abweichung die der Istwert maximal zum Sollwert haben darf, um von der Software als Messpunkt erkannt zu werden.

Bei Positionierung der Achse an einer bestimmten Stelle ist davon auszugehen, dass die Bauteile eine gewisse Zeit nachschwingen. In dem Feld „Vibrationen weniger als“ können Sie eingeben wie groß die Schwankung der Messwerte absolut maximal sein darf, damit der Punkt automatisch erfasst wird. „Punktaufnahme nach“ ist die Zeitdauer die nach Erreichen des Istwertes bis zur Messpunktaufnahme vergeht.

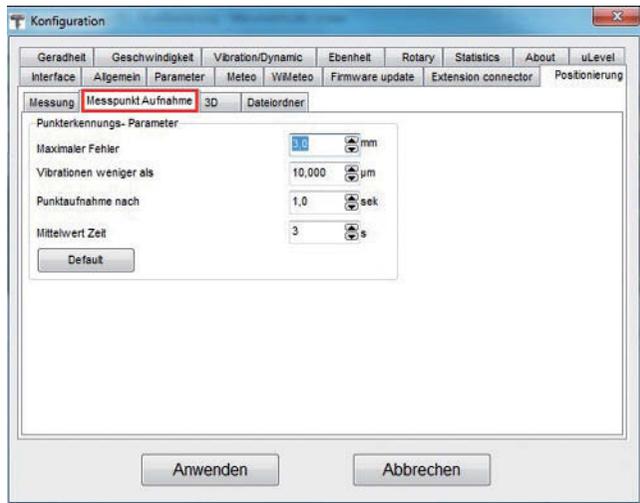
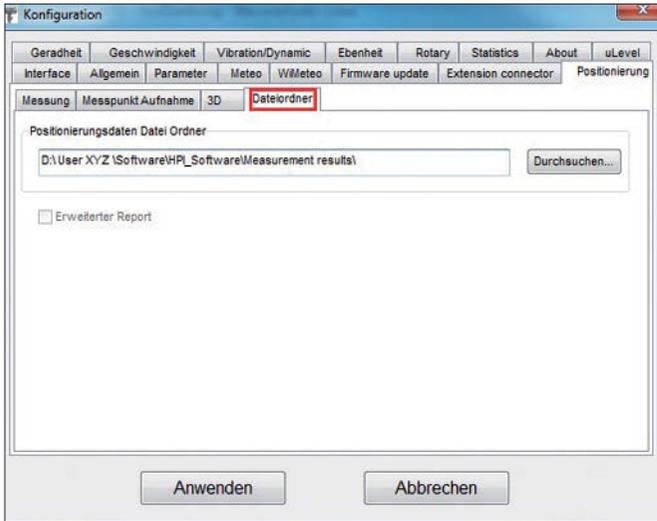


Abb. 39: Punkterkennungs-Parameter

Zur Vermeidung von Fehlinterpretation, verursacht durch Schwingungen der Achse, wird eine längere Zeit gemessen und anschließend das arithmetische Mittel der Werte als Messwert übernommen. Bei „Mittelwert Zeit“ können Sie die Dauer der Messung festlegen. Je länger gemessen wird, desto geringer ist der Einfluss von höherfrequenten Schwingungen.

### 7.2.4 Dateiordner

Unter dem Reiter „Dateiordner“ siehe Abbildung 40, können Sie den Dateipfad angeben, unter dem die Messungen abgespeichert werden sollen.



Bestätigen Sie Ihre Eingabe durch Klicken des Buttons „Anwenden“, das Fenster schließt sich dann.

Abb. 40: Angabe des Speicherortes

### 7.2.5 Generierung eines CNC-Programms

Sofern Sie keine andere Messmethode gewählt haben, erfolgt die Messung nach dem linearen Verlauf. Dieser ist auf Abbildung 41 abgebildet.

Vom Startpunkt aus wird mindestens 1 mm in die andere Richtung verfahren, um das Umkehrspiel an diesem Punkt zu eliminieren. Am Ende der Messstrecke wird ebenso verfahren, bevor die Punkte mit anderer Verfahrrichtung vermessen werden. Dieser Vorgang wird je nachdem was in dem Feld „Zyklus in Serie“ (siehe Kapitel 8.2.2 Auswahl der Messmethode) eingetragen ist wiederholt.

Über „Datei“ und „CNC Lauf Generierung“, siehe Abbildung 42, kann ein Programm erstellt werden, das in die Maschinensteuerung eingelesen werden kann. Es öffnet sich ein Fenster, in dem die Parameter für die Erstellung des Programms eingegeben werden. In

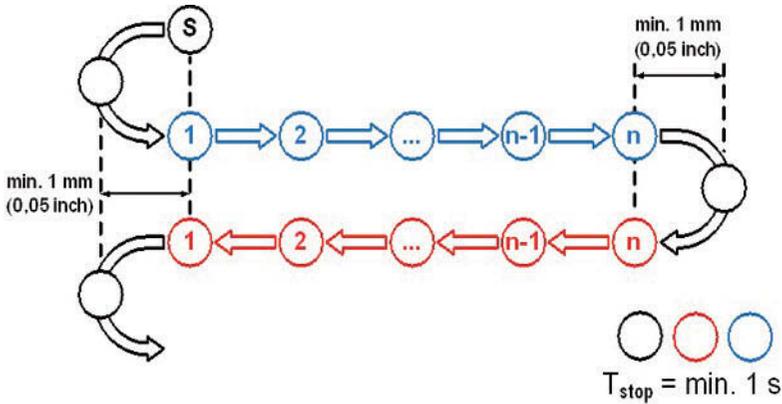


Abb. 41: Messmethode linear

den Feldern „Schritt“ und „Punktzahl“ müssen bei Verwendung der Messmethode „Punkt aus Liste“ die gleichen Werte eingegeben werden wie die zur Berechnung der Punkte eingegebenen.

Sind alle Parameter eingegeben und die entsprechende Maschinensteuerung ausgewählt worden, siehe Abbildung 43, kann das Programm über den „Speichern“-Button abgespeichert und in die Maschinensteuerung eingelesen werden.

Dieses Vorgehen ist optional, die Maschine kann auch vom Maschinenbediener gesteuert werden. Dieser muss dann die Achse wie vorgesehen verfahren. Das Fenster zur Erstellung des CNC-Programms kann anschließend geschlossen werden.

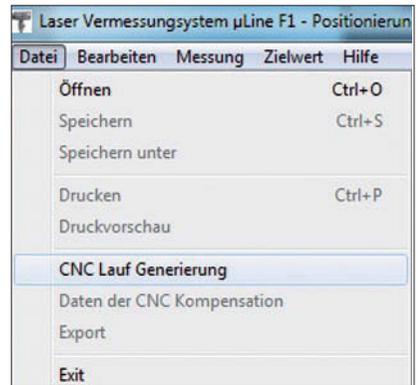


Abb. 42: CNC-Lauf-Generierung

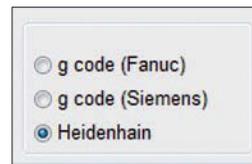


Abb. 43: Auswahl des Maschinensteuerungstyps

# 8 Durchführung der Positionsgenauigkeitsmessung

## 8.1 Ermittlung der Messdaten

Durch den Button „Start“ im Positionierungsmenü wird die Messung begonnen. Ist zuvor ein CNC-Programm erstellt worden, läuft die Messung automatisch ab. Ansonsten muss die Achse vom Maschinenbediener entsprechend den Positionierungs-Punkten verfahren werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass am Anfang und am Ende das Umkehrspiel gemäß Abbildung 41 berücksichtigt wird. Die Maschine muss außerdem an jedem Messpunkt lange genug verweilen, damit die Messung abgeschlossen werden kann. Dies sollte während der Messung in der Software überprüft werden.



Auf Abbildung 44 sehen Sie einen Ausschnitt des Bildschirms, wenn der Messpunkt erfolgreich aufgenommen wurde. Dabei ist die Reihenfolge:

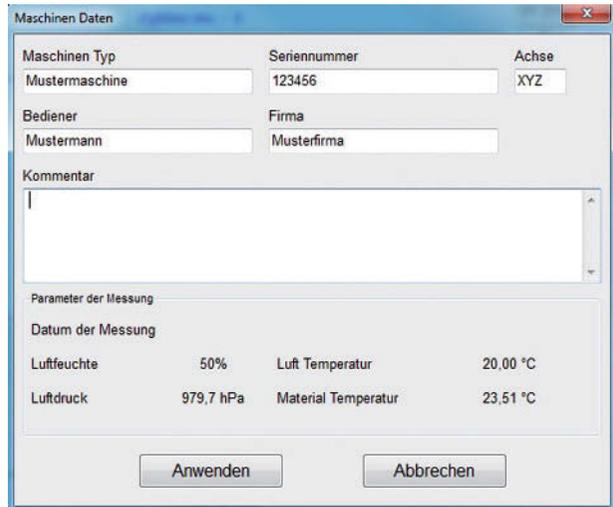
Abb. 44: Messwert gespeichert

Maschine wird Positioniert → Achse befindet sich „Im Fenster“, das bedeutet entsprechend der in Kapitel 4.2.3 eingestellten Parameter zur automatischen Punkterkennung und der gegebenenfalls in die Liste eingetragenen Punkte befindet sich die Achse in einer Position, in der ein Messwert aufgenommen wird → Software wartet bis alle Parameter der Punkterkennung erfüllt sind (in der Regel schwingt die Achse durch den Ruck bei der Positionierung nach) → Messwert wird aufgenommen und gesichert, die Software quittiert dies mit der grünen Angabe „Gespeichert“ → Der nächste Messwert kann aufgenommen werden.

## 8.2 Speicherung der Daten

Nach abgeschlossener Messung empfiehlt es sich die Daten zu sichern. Unter „Datei“ und „Speichern unter“ öffnet sich ein Fenster (Abbildung 45) in dem Sie für die Messung relevante Daten eintragen können. Klicken Sie auf „Anwenden“, geben Sie einen Speicherpfad und -namen an und bestätigen Sie mit „Speichern“.

Diese Messung kann über „Datei“ und „Öffnen“ jederzeit wieder geladen werden.



Parameter der Messung			
Datum der Messung			
Luftfeuchte	50%	Luft Temperatur	20,00 °C
Luftdruck	979,7 hPa	Material Temperatur	23,51 °C

Abb. 45: Speicherung der Daten

## 8.3 Auswertung der Daten und Erstellen des Reports

In dem während der Messung entstandenen Graphen (Abbildung 46) sind in blau die Messwerte der Fahrt in die erste Richtung und in rot die Messwerte der zweiten Richtung. Der Y-Wert eines jeden Punktes gibt den absoluten Wert des

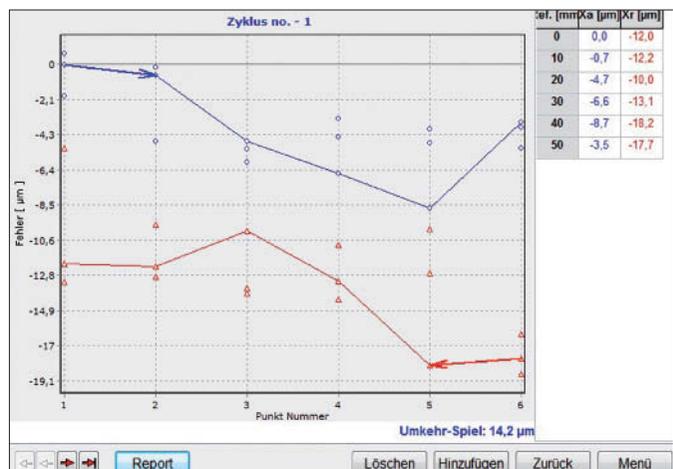


Abb. 46: Auswertung der Messung

Positionierungsfehlers an. Rechts unter dem Diagramm ist in blauer Schrift das Umkehr-Spiel angegeben.

Oben rechts sind tabellarisch die Messwerte aufgelistet. Mit den roten Pfeilen unten links kann zwischen den einzelnen Zyklen der Messung hin- und hergewechselt werden. Ein Report kann durch Betätigen des gleichnamigen Buttons erstellt werden.

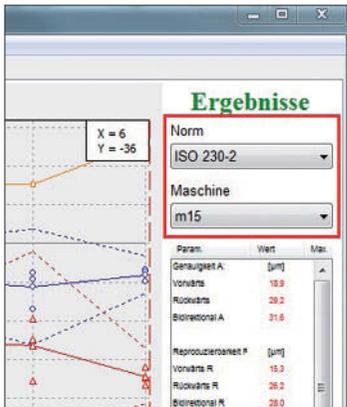
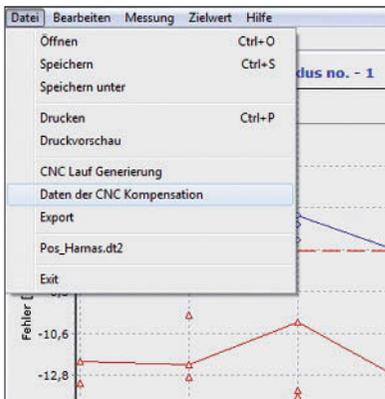


Abb. 47: Reporterstellung Normauswahl

Vor dem Drucken des Reportes muss die zur Auswertung zugrunde legende Norm über den Drop-Down-Button (markiert auf Abbildung 47) gewählt werden. Über „Bearbeiten“ und dann „Maschinen Fehler Limit“ können Maschinentypen angelegt werden, in denen dann entsprechende Toleranzgrenzen verankert werden. Diese Typen können bei „Maschine“ (markiert auf Abbildung 47) ausgewählt werden.

Über den Button „Parameter“ können einzelne Werte im Graphen ein- oder ausgeblendet werden. Anschließend kann entweder durch den Button „Vorschau“ eine Vorschau gezeigt werden oder durch den Button daneben der Report gedruckt werden.

## 8.4 Erstellung der CNC-Kompensation



Nach abgeschlossener Positionsgenauigkeitsmessung kann mit der Software eine CNC-Kompensation erstellt werden. Die Kompensation ergibt sich aus den Mittelwerten der Messdaten. Diese kann abgespeichert und in die Maschinensteuerung eingelesen werden. Über „Datei“ und „Daten der CNC Kompensation“ (Abbildung 48) öffnet sich ein Fenster, in dem Sie für die Kompensation relevanten Parameter auswählen, siehe Abbildung 49. In dem

Abb. 48: Erstellung der CNC-Kompensation



Abb. 49: Parameter der CNC-Kompensation

Drop-Down-Button „Datenformat“ wählen Sie den Hersteller Ihrer Maschinensteuerung aus, anschließend verändern sich individuell die weiteren Eingabemöglichkeiten. Füllen Sie die weiteren Felder mit den Ihnen zur Verfügung stehenden Daten aus.

Fortfahren können Sie über einen der unteren 4 Buttons. Sie können die Kompensation drucken und über „Vorschau“ eine Voransicht erhalten. Möchten Sie die Daten in Ihre Maschinensteuerung einlesen, können Sie die Kompensation über „Speichern“ in einer .txt-Datei sichern.

## 9 Zusätzliche Softwareoptionen

### 9.1 Hauptmenü

Im Hauptmenü stehen die auf Abbildung 50 abgebildeten Optionen zur Auswahl.

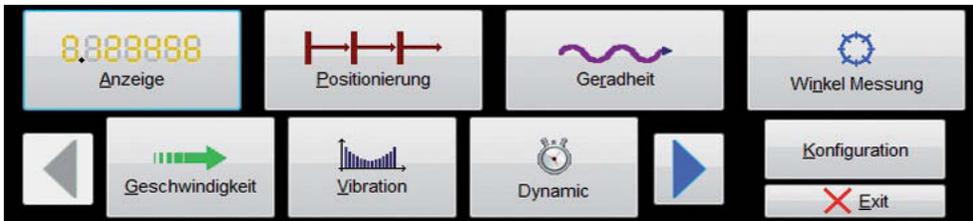


Abb. 50: Optionen im Hauptmenü

Mit den blauen Pfeilen kann zwischen sechs weiteren Buttons hin- und hergewechselt werden, die anderen drei sind auf Abbildung 51 zu sehen.



Abb. 51: Weitere Optionen im Hauptmenü

Die Funktion bzw. das Kapitel, in welchem Jene erläutert wird, ist in folgender Tabelle aufgelistet.

Button	Funktion/Kapitel	Kapitel
Anzeige	Ausrichtung des Systems	10
Positionierung	Positionsgenauigkeitsmessung	8 und 9
Geradheit	Geradheitsmessung	10.2 und 10.3
Winkelmessung	Messung einer rotatorischen Achse auf ihre Fähigkeit zu positionieren	10.4
Geschwindigkeit	Messung der Verfahrgeschwindigkeit einer Achse	10.5
Vibration	Messung der Schwingungen der Achse	8.1
Dynamic	Messung der dynamischen Eigenschaften der Achse	10.6
Flachheit	Messung einer Ebenheit	10.7
Parallelität	Messung der Parallelität zweier Achsen	10.8
Ebenheit	Messung eines rechten Winkels	10.9
Konfiguration	Einstellungen für die Messungen	11
Exit	Beendet das Programm	

## 9.2 Geradheitsmessung mit Standardoptik

### 9.2.1 Grundsätzliches



Abb. 52: Button Geradheit

Durch Klicken des Buttons auf Abbildung 52 im Hauptmenü gelangen Sie in das Geradheitsmenü. Das Interferometer ist in der Lage die Geradheit mit der Standardoptik zu vermessen. Dazu wird die Position des vom Reflektorelement RL1 kommenden Laserstrahls auf dem Detektor des Interferometers ausgewertet. Diese Variante verwendet die Optik und den Aufbau von der Positionsgenau -

igkeitsmessung (Kapitel 7.4). Die Geradheitsmessung mit der Kippwinkeloptik wird in Kapitel 10.3 beschrieben.

### 9.2.2 Wahl der Optik

Die Geradheitsmessung kann mit verschiedenen Optiken auf unterschiedliche Art erfolgen.

Für die Messung mit der Standard-Optik muss oben rechts „3-D“ ausgewählt werden, siehe Abbildung 53.

Die anderen Optionen sind für Messungen mit anderen Optiken. Auf dem Bildschirm sind zwei Graphen zu sehen, der obere zeigt den Fehler der Geradheit in vertikaler Richtung, der untere den Fehler in horizontaler Richtung. Jeweils unten rechts von den Graphen ist in blau die Differenz zwischen minimalem und maximalem Wert angezeigt.



Abb. 53: Wahl der Optik

### 9.2.3 Konfiguration der Messung

Über „Bearbeiten“ und „Maschinen Daten“ können vorhandene Daten der zur vermessenden Achse zugehörigen Maschine eingegeben werden. Über Bearbeiten „Konfiguration“ öffnet sich das Konfigurationsmenü, siehe Abbildung 54.

Oben kann der Dateipfad angegeben werden, unter dem Messdaten standardmäßig gespeichert werden.

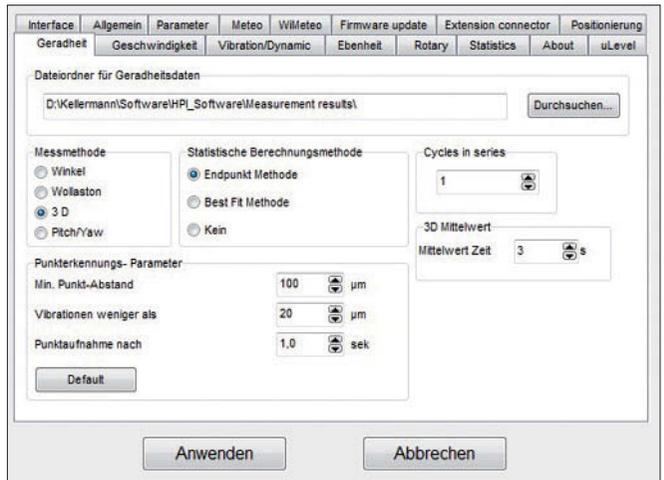


Abb. 54: Konfiguration der Geradheitsmessung

Im Feld „Messmethode“ wird die in Kapitel 10.2.2 im Drop-Down-Button vorgenommene Auswahl übernommen.

Im Feld „Statistische Berechnungsmethode“ wird ausgewählt wie die Messdaten umgerechnet werden sollen. Dabei bedeuten die Optionen:

„Endpunkt-Methode“ → Der Anfangs- und Endpunkt werden auf null gesetzt.

„Best-Fit-Methode“ → Es wird eine Ausgleichung erstellt, bei der die Summe aller Geradheitsabweichungen möglichst gering ist.

„Kein“ → Keine Umrechnung erfolgt, es werden die Messrohdaten ausgegeben.

Im Feld „Cycles in series“ können Sie wählen wie viele Zyklen eine Messung beinhaltet, das bedeutet wie oft die Achse innerhalb einer Messung abgefahren wird.

Im Feld „3D Mittelwert“ wird die Dauer der Messung festgelegt. Über die eingestellte Zeit werden Messwerte aufgenommen und anschließend der Mittelwert gebildet.

Das Feld „Punkterkennungs-Parameter“ kann vernachlässigt werden, da empfohlen wird, die Messpunkte manuell auszulösen.

Mit Klick auf „Anwendung“ schließt sich das Fenster.

### 9.2.4 Durchführung der Messung

Wählen Sie Punkterfassungsmethode durch Klicken auf „Messung“ und entsprechender Auswahl. Empfohlen wird „Manuelle Punkterfassung“ da bei der Variante „Zeitdauer der

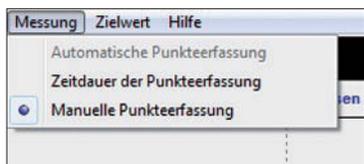


Abb. 55: Auswahl der Punkterfassungsmethode

Punkterfassung“ sehr einfach ein Fehler in die Messung kommen kann, durch verzögertes Verfahren der Achse. Hier wird abhängig von einer Zeitvariablen automatisch der nächste Messwert aufgenommen.

Unten rechts neben dem „Menü“-Button wird die Verweilzeit eingestellt (Auf Abbildung 56 rot markiert).

Diese Zeit wird nach Auslösung der Messung gewartet, bevor der Messwert ermittelt wird.

Starten Sie die Messung durch Betätigung des gleichnamigen Buttons. Das Programm wird Sie jetzt, wie auf Abbildung 57 zu sehen ist, auffordern, den Reflektor auf den ersten Punkt zu verschieben/verfahren. Das ist in der Regel der Anfang der zu vermessenden Achse. Anschließend können Sie die Messung an diesem Punkt durch Klicken auf „Punkt Aufnahme“ auslösen.

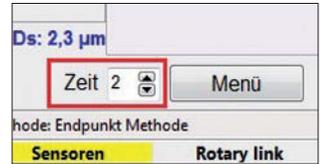


Abb. 56: Eingabe der Verweilzeit



Abb. 57: Befehl nach Starten der Geradheitsmessung

Sobald der Button „Punkt Aufnahme“ betätigt worden ist, erscheint ein grüner Balken der konstant an Breite verliert. Wenn in dem Balken das Wort „Averaging“ (Abbildung 58) erscheint wird gemessen. Ist der Balken verschwunden, ist die Messung abgeschlossen.



Abb. 58: Grüner Balken

Sobald die Achse um den vorgesehenen Wert verfahren ist, kann die nächste Messung ausgelöst werden.

Wenn die komplette Achse, bzw. der davon zu vermessende Bereich, aufgenommen ist, kann durch Klicken des Buttons „Stopp“ die Messung beendet werden.

### 9.2.5 Auswertung der Messung

Nach abgeschlossener Vermessung sollte zu allererst unter „Datei“ und „Speichern unter“ gesichert werden. Dabei öffnet sich das aus Kapitel 9.2 und Abbildung 45 bekannte Fenster „Maschinen Daten“. Geben Sie alle zur Verfügung stehenden Daten ein und quittieren Sie mit dem Button „Anwenden“.

Speichern Sie die Datei nach Angabe von Speicherort und -name ab.

Über „Vorschau“ oder „Drucken“ kann der Export der Geradheitsmessung erstellt werden.

## 9.3 Geradheitsmessung mit Kippwinkeloptik

### 9.3.1 Zusätzliche Komponenten



Die Geradheitsmessung kann zur Erhöhung der Genauigkeit mit der Kippwinkeloptik durchgeführt werden. Dazu wird das Interferometerelement IL1 durch IK1 und das Reflektorelement RL1 durch RK1 ersetzt. Auf Abbildung 59 sind die beiden Komponenten abgebildet, die verwendet werden.

Abb. 59: Kippwinkeloptik

### 9.3.2 Ausrichtung der Optiken

Auf Abbildung 60 ist schematisch der Messaufbau abgebildet. Besonderheit ist, dass zwischen dem Interferometerelement IK1 und dem Reflektorelement RK1 die Entfernungsänderung doppelt erfasst wird (grüner und roter Strahlengang). Durch Erfassung der unterschiedlichen Längenänderung im oberen und unteren Strahlengang wird die Verkippung der Achse erfasst.

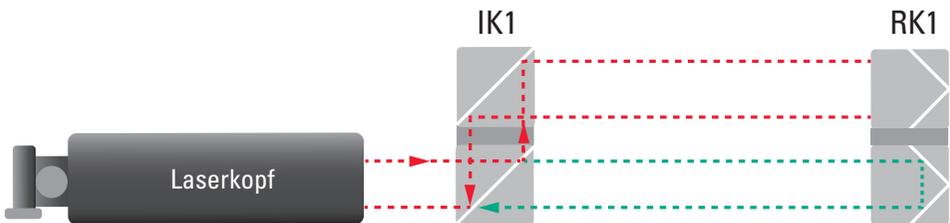


Abb. 60: Strahlengang Kippwinkeloptik

Richten Sie den Laser so ein, dass er weitestgehend parallel zur Messtrecke steht. Benutzen Sie hierzu entweder den internen Winkelgeber oder eine kleine externe Wasserwaage. Legen Sie diese quer auf den Laserkopf und justieren Sie den Laser mit Hilfe des Kugelgelenkes. Die Querneigung des Lasers und des Interferometer-Elementes IK1 sollte weitestgehend gleich sein.

Richten Sie den Laser entlang der Messstrecke aus (Zieloptik horizontal). Hierzu wird nur RK1 montiert und der Laser optisch entlang der Bahn ausgerichtet.

Nach der Montage des RK1 auf dem beweglichen Teil, wird der RK1 so ausgerichtet, dass der Laser bei der geringsten Entfernung zum RK1 exakt in der Mitte des horizontalen Zielpunktes steht.

Nun wird der RK1 in den Endpunkt der Messung geschoben und der Laserpunkt über die Winkelverstellung wieder in die Mitte gebracht. Dieser Vorgang wird wiederholt bis der Punkt auf der kompletten Bahn in der Mitte liegt.



### Wichtiger Hinweis

Benutzen Sie hierbei *immer* die Winkelverstellung, wenn der RK1 maximal vom Laser entfernt ist.

Verschieben Sie den RK1 oder den Laser parallel, wenn der Abstand zwischen Laser und RK1 minimal ist!

Wenn der Laserstrahl nun über die gesamte Messtrecke im Zielpunkt steht (siehe Pfeil auf Abbildung 61), ist der Laser parallel zur Bahn ausgerichtet.

Befestigen Sie das IK1 nun zwischen dem Laser und dem RK1. Legen Sie die kleine Wasserwaage quer auf das IK1. Drehen Sie die Zielmarken so, dass die weißen Markierungen waagrecht zueinander stehen und richten Sie das Element so aus, dass der Laserstrahl durch die geschlossene Zielmarke geht. Hinter dem IK1 entstehen nun 2 Laserstrahlen die annähernd in der Mitte der beiden Zielmarken des RK1 liegen.



Abb. 61: Markierte Zielmarkierung auf RK1

### 9.3.3 Justierung der Elemente zueinander

Durch eine leichte Drehung um die horizontale, seitliche Querachse (um den Befestigungspunkt) des IK1 kann der Abstand zwischen den eintreffenden Strahlen auf dem RK1 korrigiert werden. Ein Schwenken um die Hochachse, durch eine Verdrehung um den Befestigungspunkt, bewirkt eine horizontale Verschiebung der Zielpunkte auf dem RK1. Justieren Sie die Elemente in der beschriebenen Weise bis die Abbildungen der Laserstrahlen (rote Punkte) auf dem RK1 in der Mitte der weißen Markierungen liegen.

Jetzt werden die Zielmarken am RK1 und IK1 senkrecht gestellt, sodass der Strahl wieder auf der Zielmarke des Interferometers sichtbar ist.

Wenn die Punkte nun nicht in der Mitte der weißen Markierung liegen, muss die Einstellung korrigiert werden. Anschließend muss die Zieloptik um 90 Grad gedreht werden (weiße Markierungen stehen senkrecht). Die feine Ausrichtung erfolgt mit Hilfe der Software.

### 9.3.4 Feinausrichten mit der Software

Verbinden Sie das Interferometer mit der Software wie in Kapitel 3.3 beschrieben. Wählen Sie den Menüpunkt „Anzeige“. Aktivieren Sie im Feld „Messung“ die „Justierung“. Betrachten Sie die Grafik in der Mitte und prüfen Sie, ob sich das grüne und blaue Kreuz während der Verfärbung der Achse über die gesamte Messtrecke max. 500 μm bewegen. Der Abstand der beiden Mittelpunkte sollte kleiner als 800 μm sein.

Falls die Abstände zu groß sind, müssen Sie die Ausrichtung der Elemente RK1 und IK1 nochmals verbessern. Ein Verdrehen des IK1 auf dem Stiftadapter bewirkt eine vertikale Abstandsänderung der Punkte, eine Drehung des RK1 auf dem Stiftadapter bewirkt eine horizontale Abstandsänderung.

Wenn die Bewegung > 500 μm ist, sollten Sie die Ausrichtung nochmals justieren. Stellen Sie den RK1 auf den minimalen Abstand zum Laser hin. Justieren Sie den Laser mittels der Parallelverschiebung bis die Kreuze annähernd in der Mitte sind. Bewegen Sie nun den RK1 zum Ende der Messtrecke und beobachten sie die Veränderung der Kreuze. Wenn die Bewegung grösser als 500 μm ist, korrigieren Sie den Winkel des Interferometers.

Ist die Ausrichtung abgeschlossen, gelangen Sie über den Button „Menü“ zurück ins Hauptmenü.

### 9.3.5 Konfiguration der Geradheitsmessung mit Kippwinkeloptik

Befinden Sie sich im Hauptmenü, gelangen Sie über den Button „Geradheit“ in das Untermenü der Geradheitsvermessung. Hier müssen Sie oben rechts über den Drop-Down-Button „Kippwinkel“ auswählen (siehe Abbildung 62). Es öffnet sich ein Fenster, in dem Sie wählen müssen, welcher Teil des optischen Aufbaus bei der Messung bewegt wird. Entsprechend dem vorher beschriebenen Aufbau wird die Option gewählt, in dem sich der RK 1 vom IK1 entfernt, siehe Abbildung 63.



Abb. 62: Auswahl der Kippwinkeloptik

Die anderen Optionen bleiben Sonderfällen vorbehalten, bei dem sich der Aufbau nicht anders gestalten lässt.



Abb. 63: Wahl der bewegten Optik

Stellen Sie nun den Verschiebeweg zwischen den Messpunkten akkurat ein. Dieser Wert ist für eine korrekte Berechnung wichtig!

Klicken Sie auf den grünen Pfeil um die Einstellungen abzuschließen.

Wählen Sie im Menüpunkt „Bearbeiten“ oben links die „Konfiguration“ und stellen Sie die gewünschten Werte ein. Wählen Sie im Feld „Messmethode“ „Winkel“ aus. Im Feld „Berechnungsmethode“ „Endpunkt Methode“.

Im Feld „Cycles in series“ können Sie wählen wie viele Zyklen eine Messung beinhaltet, das bedeutet wie oft die Achse innerhalb einer Messung abgefahren wird.

Im Feld „3D Mittelwert“ wird die Dauer der Messung festgelegt. Über die eingestellte Zeit werden Messwerte aufgenommen und anschließend der Mittelwert gebildet.

Das Feld „Punkterkennungs-Parameter“ kann vernachlässigt werden, da empfohlen wird die Messpunkte manuell auszulösen.

Über den Button „Anwenden“ gelangen Sie zurück ins Geradheitsmenü.

### 9.3.6 Durchführung der Messung

Klicken Sie auf Start, um die Messung zu beginnen. Zur Aufnahme eines Messpunktes klicken Sie auf „Aufnahme“ oder drücken Sie den blauen Knopf auf der Fernbedienung.

Wiederholen Sie die Punktaufnahme bis zum letzten Messpunkt. Klicken Sie nun auf „Stop“.

Sofern Sie bei „Cycles in series“ mehr als „1“ gewählt haben, müssen Sie den RK1 jetzt wieder zum Anfang der Messtrecke verschieben. Klicken Sie auf „RESET POSITION“. Damit geben Sie der Software die Information, dass der Reflektor wieder am Startpunkt steht. Klicken Sie auf den Button „Next“ und wiederholen Sie die Messung so oft, bis die bei „Cycles in series“ eingestellte Anzahl erreicht ist.

Anschließend erscheint automatisch eine Grafik auf dem Bildschirm, die alle Messungen sowie einen Mittelwert (grüne Kurve) beinhaltet.

Unter „Datei“ und „Speichern unter“ öffnet sich ein Fenster, in dem Sie für die Messung relevante Daten eintragen können. Klicken Sie auf „Anwenden“, geben Sie einen Speicherpfad und -namen an und bestätigen Sie mit „Speichern“.

Diese Messung kann über „Datei“ und „Öffnen“ jederzeit wieder geladen werden.

Klicken Sie auf den Button „Report“. Anschließend kann entweder durch den Button „Vorschau“ eine Voransicht gezeigt werden oder durch den Button daneben „Drucken“ der Report gedruckt werden.

### 9.3.7 Technische Grundlagen der Geradheitsmessung mit Kippwinkeloptik

Mit Hilfe des Kippwinkel-Kits können Geradheiten sehr exakt bestimmt werden. Das System misst hier Winkel. Durch die Kenntnis der Messlänge kann hieraus eine Höhendifferenz bestimmt werden.

Durch die Korrelation aller Messungen zueinander entsteht so eine Aneinanderreihung von Winkeln über eine bekannte Messlänge. Hieraus lassen sich nun die Höhendifferenzen berechnen. Auf Abbildung 64 ist das Prinzip der Messung veranschaulicht.

Die Ergebnisse werden in  $\mu\text{m}/\text{m}$  angezeigt (Einstellung).  
Aus dem gemessenen Winkel und der bekannten Messlänge kann nun die Höhendifferenz zwischen zwei benachbarten Punkten berechnet werden.

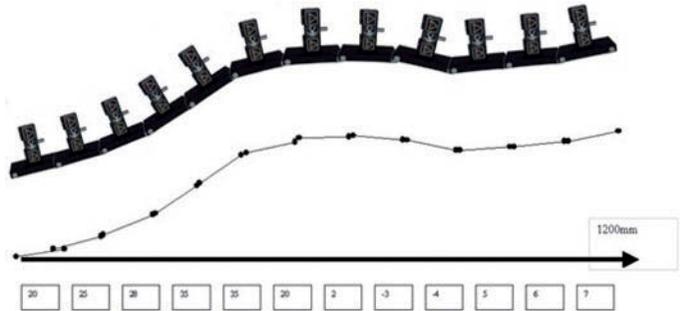


Abb. 64: Prinzip der Geradheitsmessung mit Kippwinkeloptik

#### Beispiel:

Wenn das Messsystem immer exakt um 100mm weiter geschoben wird (Abbildung 65), ergibt sich die folgende Rechnung:

Wert 1 =  $20 \mu\text{m}/\text{m}$  → Höhenunterschied in 1 m Entfernung =  $20 \mu\text{m}$   
→ in 100 mm (Messlänge) = Höhenunterschied  $20 \mu\text{m}/10 = 2 \mu\text{m}$

*Daraus ergibt sich, dass die vermessene Oberfläche in 100mm um  $2 \mu\text{m}$  höher ist als am Ausgangspunkt.*

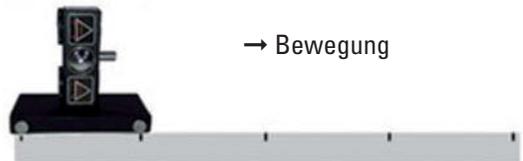


Abb. 65: Bewegung RK1

Wenn man also nun alle Ergebnisse durch die Messlänge teilt, ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 66):

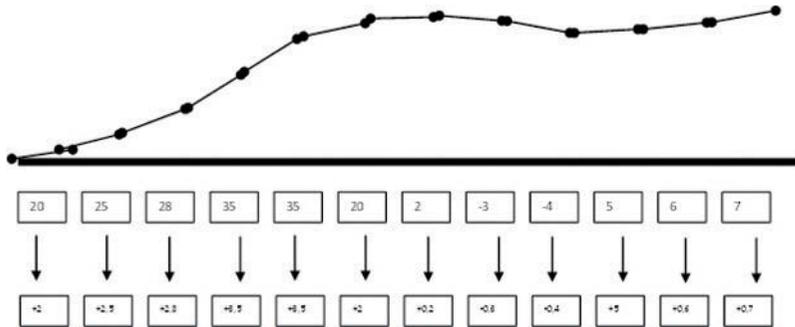


Abb. 66: Prinzip der Inkrementalmessung

Diese Werte beziehen sich immer auf relative Unterschiede. Bei dieser so genannten Inkrementalmessung baut also jedes Ergebnis auf dem zuvor gemessenen auf!

Um nun die absoluten Höhen zu haben, müssen die Ergebnisse addiert werden.

Aus dem obigen Beispiel ergibt sich somit:

- Höhe nach 100 mm = 2 μm
  - Höhe nach 200 mm = 2 μm + 2,5 μm = 4,5 μm
  - Höhe nach 300 mm = 2 μm + 2,5 μm + 2,8 μm = 7,3 μm
- usw. ...

Daraus ergibt sich das folgende Bild (Abbildung 67)

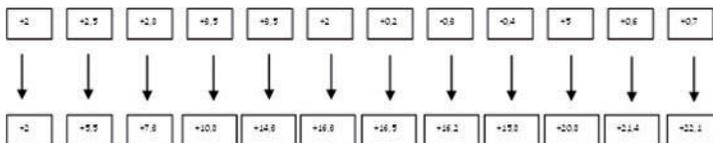


Abb. 67: Addition der relativen Höhenunterschiede

Diese Werte geben nun die „wahren Höhen“ der einzelnen Messpunkte an!

Die Messlänge kann frei bestimmt werden. Der Kippwinkel-Kit kann auch auf einen Messbalken gesetzt werden, um so eine längere Basis zu haben oder auf eine Maschine montiert werden. Je kürzer die Messlänge ist (entspricht häufigerem Verschieben des Reflektors RK1) desto mehr Stützpunkte werden gemessen, desto genauer ist das Bild der Oberfläche.

Wählen Sie im Setup die gewünschte Auswertemethode wie z.B. die „Endpunkt-Methode“. Nach durchgeführter Messung wird nun die Geradheit als Kurve auf dem Bildschirm angezeigt.

Wenn Sie im Setup mehrere Durchgänge wählen (cycles in series) werden, anschließend die einzelnen Messungen übereinander gelegt und die entsprechenden Mittelwerte gebildet.

Bei einigen Applikationen ist es auch sinnvoll die Zeitdauer der Punkterfassung zu wählen (Menüpunkt Messung). So können Messungen automatisch ablaufen.

### **9.3.8 Beachtenswertes bei der Geradheitsmessung mit der Kippwinkeloptik**

Mit dem Fahrweg ändert sich auch die Variable der Kippwinkelmessung. Wenn Sie also die reinen Kippwinkelwerte einer „geraden“ Führung betrachten, werden Sie feststellen, dass sich die Winkel linear ändern. Bei einer Vermessung an einem Punkt ohne Bewegung der Optiken entsteht so eine Parabel als Bild. Daher ist es wichtig die Entfernung zwischen den Messpunkten exakt anzugeben.

Die erreichbare Genauigkeit bei dieser Messung ist sehr hoch. Für präzise Messungen sollten die Optiken rechtwinklig zum Laser aufgebaut werden und die Abstände genau bestimmt werden. Auf diese Weise lassen sich Messungen reproduzierbar genau durchführen.

Als Richtwert kann hier eine Genauigkeit von  $<0,5\mu\text{m}/\text{m}$  angegeben werden.

## 9.4 Messung einer rotatorischen Achse auf ihre Fähigkeit zu positionieren

Im Hauptmenü gelangen Sie über den Button „Winkel Messung“ in das Untermenü der Positionsgenauigkeitsmessung für rotatorische Achsen. Für diese Messung ist zusätzliches Zubehör erforderlich. Das weitere Vorgehen wird in dieser Anleitung nicht beschrieben.

## 9.5 Messung der Verfah-Geschwindigkeit einer Achse

### 9.5.1 Ausrichtung der Optik

Die Ausrichtung des Interferometers und der Optiken erfolgt wie bei der Positionsgenauigkeitsmessung beschrieben in Kapitel 7.4.

### 9.5.2 Durchführung der Messung

Im Hauptmenü gelangen Sie über den Button „Geschwindigkeit“ in das Untermenü der Verfah-Geschwindigkeitsmessung. Gemessen wird die Geschwindigkeit mit der die zu vermessende Achse positioniert, bzw. verfährt.

Über „Bearbeiten“ und „Konfiguration“ gelangen Sie in das Konfigurationsmenü, in dem der „Dateiordner für Geschwindigkeitsdaten“ und die „Einheit der Geschwindigkeit“ gewählt werden können.

Mit dem Button „Anwenden“ bestätigen Sie die gewählten Einstellungen und gelangen zurück in das Untermenü der Verfah-Geschwindigkeitsmessung.



Abb. 68: Anzeige der laufenden Geschwindigkeitsmessung

Durch Klicken auf den Button „Start“ beginnen Sie die Messung. Auf dem Bildschirm erscheint jetzt im Diagramm die Nachricht „Geschwindigkeits-Messung“, siehe Abbildung 68. Die Achse kann jetzt verfahren werden.

Nach abgeschlossener Bewegung wird durch Klicken des Buttons „*Stopp*“ die Messung beendet.

Unter „*Datei*“ und „*Speichern unter*“ öffnet sich ein Fenster in dem Sie für die Messung relevante Daten eintragen können. Klicken Sie auf „*Anwenden*“, geben Sie einen Speicherpfad und -namen an und bestätigen Sie mit „*Speichern*“.

Diese Messung kann über „*Datei*“ und „*Öffnen*“ jederzeit wieder geladen werden.

Anschließend kann entweder durch den Button „*Vorschau*“ eine Voransicht des Reportes gezeigt werden oder durch den Button daneben „*Drucken*“ der Report gedruckt werden.

## 9.6 Messung der dynamischen Eigenschaften der Achse

### 9.6.1 Grundsätzliches

Über den Button „*Dynamic*“ im Hauptmenü gelangen Sie in das Untermenü der dynamischen Messung. Diese können verwendet werden um die Bewegungen der zu vermessenden Achse zu charakterisieren. Die Messung erfolgt sobald der „*Start*“-Button aktiviert wird. Es wird durchgehend gemessen bis die Messung beendet wird. Ist das Interferometer per Bluetooth mit der Software verbunden, werden bis zu 1.000 Messwerte pro Sekunde erfasst. Wird eine höhere Abtastrate gefordert, kann eine Verbindung über USB hergestellt werden. Diese ermöglicht die Erfassung von 100.000 Messwerten pro Sekunde.



Abb. 69: Button Dynamic

### 9.6.2 Wahl der Optik

Abhängig davon welche Eigenschaft der Achse gemessen werden soll, muss die zu verwendende Optik gewählt werden. Nach abgeschlossener Messung kann im Feld „*Display*“ (Abbildung 70) ausgewählt werden welche Größe angezeigt werden soll. Für die Anzeige der Entfernung, Geschwindigkeit und Beschleunigung ist die Standardoptik zu verwenden. Der Aufbau dieser ist in Kapitel 7.4 beschrieben. Für die dynami-



Abb. 70: Wahl der angezeigten Größe

sche Messung des Kippwinkels ist die Kippwinkeloptik erforderlich. Der Aufbau ist in Kapitel 10.3 beschrieben.

### 9.6.3 Umweltsensoren

Für die dynamische Messung sind die Materialtemperatursensoren nicht erforderlich. Die Lufttemperatur sollte erfasst werden.

### 9.6.4 Konfiguration der Messung

Im Feld „Parameter“ kann die Messung konfiguriert werden. Im Drop-Down-Button „Mittelwert“ können 4 Optionen gewählt werden. Diese haben Einfluss auf die maximal zu messende Frequenz der Bewegung. Wählen Sie „0s“ ist die maximal zu messende Frequenz 50 kHz. Bei „0,1s“ maximal 50 Hz, bei „1s“ maximal 5 Hz und bei „10s“ maximal 0,5 Hz. Mit dem Button „Sample Rate“ können Sie die Abtastfrequenz wählen. Beachten Sie diesbezüglich Kapitel 10.6.1. Bedenken Sie bei der Wahl außerdem, dass die Abtastrate mindestens doppelt so groß wie die zu messende Frequenz sein muss (siehe Nyquist-Shannon-Abtasttheorem). Bei „Messzeit“ können Sie angeben (in Sekunden) wie lange gemessen werden soll. Die „Delay time“ ist die Dauer zwischen Klicken des „Start“-Buttons und Beginn der Messung. „Trigger“ bestimmt die Anzahl der Nanometer, die der Messwert verändert werden muss, bevor die Aufzeichnung der Messung beginnt. Durch Aktivieren des Kontrollfeldes „DC Block“ wird ein digitaler Hochpassfilter aktiviert.

### 9.6.5 Durchführung und Analyse der Messung

Klicken Sie auf den „Start“-Button um die Messung zu beginnen. Warten Sie bis die Messung beendet ist. Nach abgeschlossener Messung sollte zu allererst unter „Datei“ und „Speichern unter“ gesichert werden. Dabei öffnet sich das aus Kapitel 9.2 und Abbildung 45 bekannte Fenster „Maschinen Daten“. Geben Sie alle zur Verfügung stehenden Daten ein und quittieren Sie mit dem Button „Anwenden“.

Speichern Sie die Datei nach Angabe von Speicherort und -name ab.

Über „Anzeige“ oder „Druck“ kann der Export der Geradheitsmessung erstellt werden.

Wie in Kapitel 10.6.2 beschrieben kann jetzt gewählt werden welche Größe (Entfernung, Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Kippwinkel) angezeigt werden soll.

## 9.7 Messung einer Ebenheit

### 9.7.1 Grundsätzliches

Über den Button „Flachheit“ (Abbildung 71) im Hauptmenü gelangen Sie in das Untermenü der Ebenheitsmessung. Mithilfe der Kippwinkeloptik, siehe Kapitel 10.3, kann aus mehreren Geradheitsmessungen das Höhenprofil einer Ebene erstellt werden. Ebenheiten können so sehr genau, aber zeitaufwendig vermessen werden. Die Optiken und das Interferometer müssen mehrfach neu positioniert und ausgerichtet werden. Bei Verwendung des Zubehörs:



Abb. 71: Button Flachheit

- **Planspiegel**

kann die Vermessung beschleunigt werden. Dann muss jeweils nur der Spiegel und die Kippwinkeloptik verschoben werden, das Interferometer muss nicht neu positioniert werden. Auf Abbildung 72 sind die beiden aus Kapitel 10.3 bekannten Elemente IK1 und RK1, sowie zwei Planspiegel abgebildet.

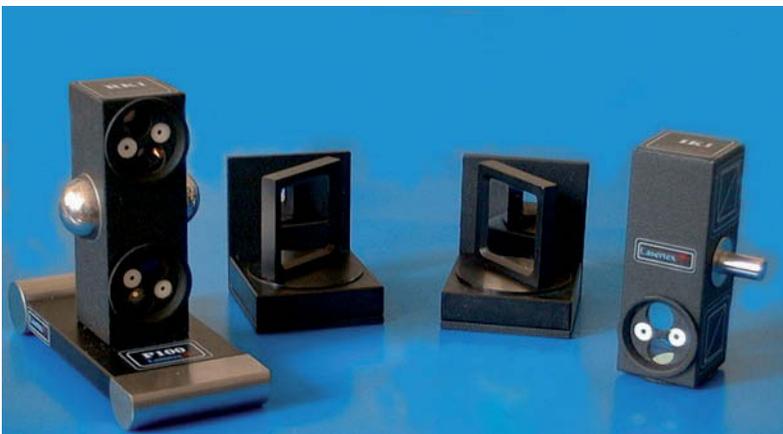


Abb. 72: Zubehör für die Ebenheitsmessung

## 9.7.2 Konfiguration der Ebenheitsmessung

Über „Bearbeiten“ und „Konfiguration“ gelangen Sie in das Konfigurationsmenü der Ebenheitsmessung. Wie auf Abbildung 73 zu sehen können Sie hier den Dateipfad wählen,

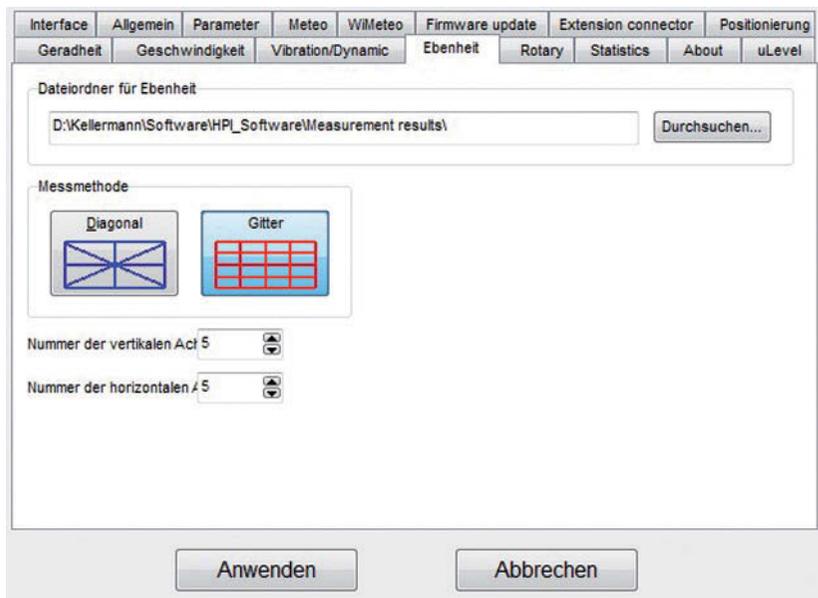


Abb. 73: Zubehör für die Ebenheitsmessung

unter dem standardmäßig die Ebenheitsmessungen abgespeichert werden. In dem Feld „Messmethode“ können Sie wählen wie das Ebenheitsprofil aus den Geradheitsmessungen zusammengesetzt werden soll. Die Grafik auf den jeweiligen Buttons „Diagonal“ und „Gitter“ beschreibt dabei die Methode. Wählen Sie die Methode „Gitter“, müssen Sie anschließend noch festlegen wie viele vertikale und horizontale Achsen Sie messen möchten. Je höher der Wert, desto größer ist der Zeitaufwand und desto höher ist die Auflösung des Ebenheitsprofils. Über den Button „Anwenden“ gelangen Sie zurück ins Ebenheitsmenü.

## 9.7.3 Durchführung der Messung mit Messmethode Diagonal

Die Durchführung der Messung ändert sich mit der Wahl der Messmethode, deshalb werden die Vorgehensweisen separat beschrieben.

Die Grafik oben rechts, zu sehen auf Abbildung 74, zeigt die verschiedenen Achsen, an denen Geradheitsmessungen durchgeführt werden müssen.

Die Achsen sind nummeriert und die Richtung, in der die Geradheitsmessung erfolgen muss, ist durch einen Pfeil gekennzeichnet. Zwischen den einzelnen Geradheitsmessungen kann durch Auswahl eines Kontrollfeldes die entsprechende Achse gewählt werden. Klicken Sie auf den Button „Messung“ unten rechts. Wählen Sie die Achse, die vermessen werden soll, in dem Drop-Down-Button, auf Abbildung 75 zu sehen, aus. Die Ebene, die von Ihnen vermessen werden soll, muss gleichmäßig entsprechend der Grafik auf Abbildung 74 in gerade Achsen aufgeteilt werden.

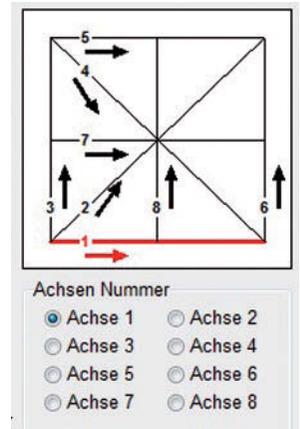


Abb. 74: Anzeige der Achsen

Bauen Sie das Interferometer samt Kippwinkeloptik wie in Kapitel 10.3 beschrieben auf. Bei der Verwendung von Planspiegeln bietet es sich an, Achsen die parallel zueinander stehen hintereinander zu messen. Möchten Sie beispielsweise die Achsen Eins, Sieben und Fünf hintereinander vermessen, können Sie das Interferometer so positionieren, dass der emittierte Strahl parallel zur Achse Drei verläuft. Der Planspiegel wird so ausgerichtet, dass er den Strahl ablenkt und dieser dann parallel zur Achse Eins verläuft. Die Kippwinkeloptik wird auf Achse Eins positioniert und zu dem vom Spiegel reflektierten Strahl ausgerichtet. Immer, wo sich auf der Grafik zwei (oder mehr) Achsen schneiden, muss eine Höheninformation vorhanden sein. Das bedeutet konkret, dass zwischen diesen Punkten gemessen werden muss. Die Anzahl der Messwerte pro Achse muss bei dieser Messmethode deshalb eine gerade Zahl sein.

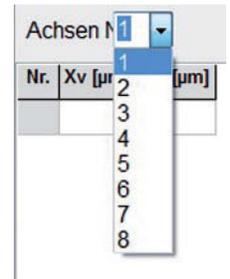


Abb. 75: Auswahl der zu messenden Achse

Beginnen Sie die Messung durch Klicken auf den Button „Neu“. Wählen Sie die Konfiguration der Kippwinkelmessung bekannt aus Kapitel 10.3. Achten Sie auf die korrekte Eingabe des Verschiebeweges (Abbildung 76). Wenn Sie sich mit dem Reflektorelement RK1 an der Startposition befinden, klicken Sie auf „Start“ und anschließend auf „Punkt

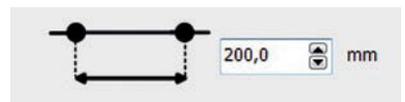


Abb. 76: Festlegung des Verschiebeweges

Aufnahme“. Verschieben Sie den Reflektor um den eingestellten Verfahrensweg und nehmen den nächsten Punkt auf. Um auf der zu vermessenden Ebene ein gerades Verschieben zu ermöglichen, sollten Sie eine Anschlagkante verwenden, an der Sie den Reflektor entlang verschieben können. Sie können dafür beispielsweise ein (Alu-) Profil verwenden. Auf Abbildung 77 ist ein Beispiel einer Anwendung der Ebenheitsmessung zu erkennen. Zu sehen ist der Strahlengang, der mit zwei Planspiegeln abgelenkt wird.

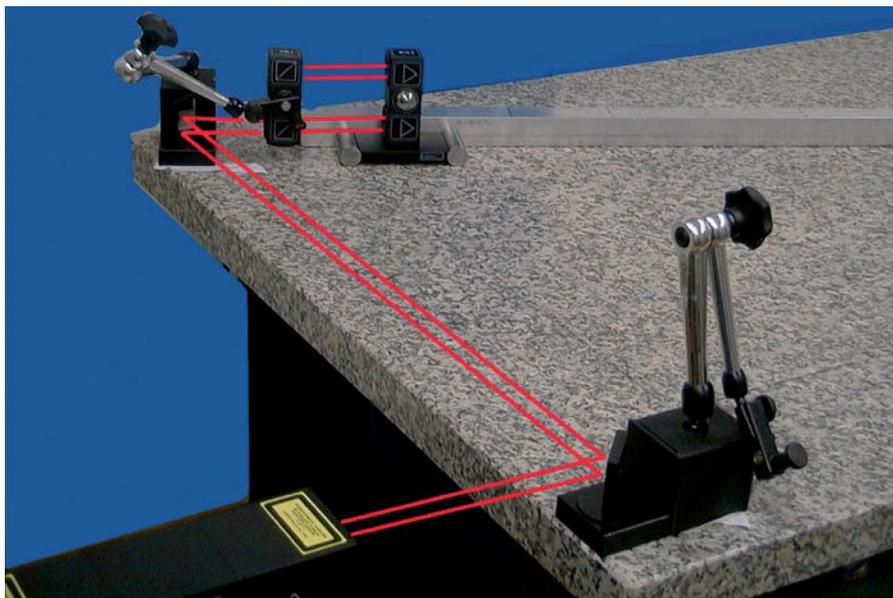


Abb. 77: Anwendung der Ebenheitsmessung mit Planspiegel und Anschlagprofil

Ist die Achse vollständig vermessen, gelangen Sie über den Button „Back“ zurück ins Untermenü. Klicken Sie erneut auf den Button „Messung“ und wählen Sie die nächste Achse aus, die Sie vermessen möchten. Wenn Sie mit einem oder zwei Spiegeln arbeiten, können Sie durch Veränderung der Neigung und Verschiebung den Strahlengang so verändern, dass die nächste Achse vermessen werden kann. Verwenden Sie keinen Planspiegel, muss das Interferometer neu positioniert werden.

Richten Sie die optischen Elemente erneut aus und wiederholen Sie die beschriebene Anweisung bis alle Achsen vermessen sind.

## 9.7.4 Durchführung der Messung mit Messmethode Gitter

Bei Verwendung der Messmethode „Gitter“ können Sie ähnlich vorgehen wie bei der Methode „Diagonal“. Der Unterschied ist, dass die zu vermessenden Achsen entweder parallel oder im rechten Winkel zueinander stehen. Außerdem werden die Achsen nicht einfach durchnummeriert, sondern jeweils mit einem „H“ für Horizontal oder einem „V“ für vertikal bezeichnet. Anschließend folgt eine fortlaufende Nummerierung.

Das Prinzip der Durchführung bleibt gleich, Sie müssen entsprechend der Grafik eine Achse wählen, die vermessen wird, und eine Geradheitsmessung durchführen. Achten Sie auch in diesem Fall darauf, dass an Punkten, an denen sich zwei Achsen treffen, nicht gemessen werden sollte, sondern immer dazwischen.

## 9.7.5 Analyse der Messung

Nach abgeschlossener Vermessung sollte zu allererst unter „Datei“ und „Speichern unter“ gesichert werden. Dabei öffnet sich das aus Kapitel 9.2 und Abbildung 45 bekannte Fenster „Maschinen Daten“. Geben Sie alle zur Verfügung stehenden Daten ein und quittieren Sie mit dem Button „Anwenden“.

Speichern Sie die Datei nach Angabe von Speicherort und -name ab.

Über „Vorschau“ oder „Drucken“ kann der Export der Geradheitsmessung erstellt werden.

Die dreidimensionale Grafik zeigt das Ebenheitsprofil, das aus den Geradheitsmessungen erstellt (berechnet) wurde. Durch Drücken der linken Maustaste und Verschieben der Maus kann die Grafik um alle drei rotatorischen Freiheitsgerade geneigt werden.

In blauer Schrift unterhalb der Grafik ist die Elevation (Differenz zwischen Minimum und Maximum der berechneten Ebene) sowie die Standardabweichung aufgeführt.

## 9.8 Messung der Parallelität zweier Achsen

Im Hauptmenü gelangen Sie über den Button „Parallelität“ in das Untermenü der Parallelitätsmessung. Für diese Messung ist zusätzliches Zubehör erforderlich. Das weitere Vorgehen wird in dieser Anleitung nicht beschrieben.

## 9.9 Messung der Rechtwinkligkeit

Im Hauptmenü gelangen Sie über den Button „Ebenheit“ in das Untermenü der Rechtwinkligkeitsmessung. Für diese Messung ist zusätzliches Zubehör erforderlich. Das weitere Vorgehen wird in dieser Anleitung nicht beschrieben.

# 10 Einstellungen für die Messungen

## 10.1 Aufrufen der Konfiguration

Durch Klicken des Buttons „Konfiguration“ im Hauptmenü öffnet sich ein Fenster, in dem sämtliche Einstellungen der Software vorgenommen werden können.

Am oberen Rand des Fensters befinden sich 16 Reiter, siehe Abbildung 78:

Durch Klick auf einen dieser Reiter erscheinen die jeweiligen Eingabeoptionen.



Abb. 78: Auswahl der Eingabeoptionen

Folgender Tabelle ist die Information zu entnehmen, in welchem Kapitel die zum entsprechenden Reiter zugehörigen Eingabeoptionen beschrieben werden.

Einige Reiter sind bereits in vorherigen Kapiteln beschrieben worden. Das gleiche Konfigurationsmenü wird auch durch Klicken auf „Bearbeiten“ und dann „Konfiguration“ in den einzelnen Messuntermenüs aufgerufen.

Reiter	zugehörige Optionen	Kapitel
Interface	Verbindung mit dem Interferometer	11.2
Allgemein	Allgemeine Einstellungen	11.3
Parameter	Eingabe relevanter Parameter	11.4

Meteo	Einstellungen für die Berücksichtigung der Umweltbedingungen	11.5
WiMeteo	Verbindung mit den Umweltbedingungssensoren	11.6
Firmware update	Durchführung eines Firmware updates	11.7
Extension connector	Belegung der Ausgangspins des Extension Connectors	11.8
Positionierung	Konfiguration der Positionsgenauigkeitsmessung	8.2
Geradheit	Konfiguration der Geradheitsmessung	10.2.3
Geschwindigkeit	Konfiguration der Geschwindigkeitsmessung	10.5.2
Vibration/Dynamic	Konfiguration der Vibrations- und Dynamikmessungen	10.6.4
Ebenheit	Konfiguration der Ebenheitsmessung	10.7.2
Rotary	Konfiguration der Positionsgenauigkeitsmessung rot. Achse	–
Statistics	Wartungsrelevante Daten	11.9
About	Informationen bezügl. Softwareversion und Interferometer	11.10
µLevel	Verbindung mit einer StatusPro µLevel Wasserwaage	11.11

## 10.2 Interface

Auf Abbildung 79 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „Interface“ abgebildet.

Wie in Kapitel 7.3 beschrieben wird das Interferometer beim Starten der Software verbunden. Sollte dies nicht korrekt erfolgt sein, können Sie in diesem Menü die Verbindung herstellen.

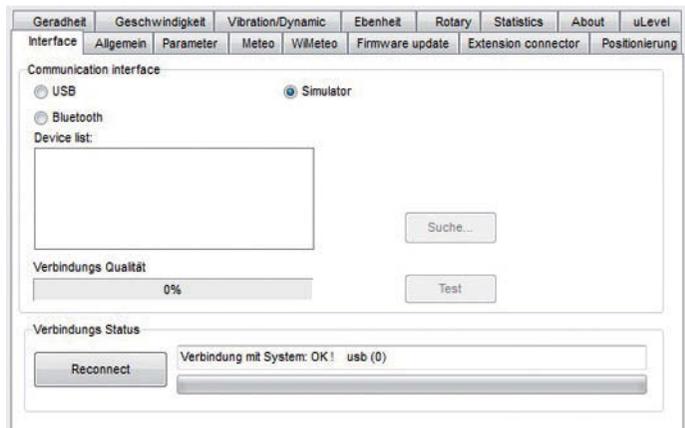


Abb. 79: Einstellungen zur Verbindung zwischen Software und Interferometer

In dem Feld „Communication interface“ können Sie durch Aktivieren der Kontrollfelder die Art der gewünschten Verbindung wählen (USB oder Bluetooth). Über den Button „Suche“ prüft die Software die vorhandenen Ports auf Vorhandensein bekannter Hardware (Interferometer). In der „device list“ erscheinen alle gefundenen Geräte. Anhand der Seriennummer (sechsstellige Nummer auf dem Aufkleber auf der Rückseite des Interferometers) kann Ihr Gerät identifiziert werden, sofern mehrere aufgelistet sind. Selektieren Sie das entsprechende Interferometer und klicken Sie auf den Button „Reconnect“. Nach einer kurzen Verweildauer erhalten Sie eine Meldung, ob die Verbindung hergestellt werden konnte.

### 10.3 Allgemein

Auf Abbildung 80 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „Allgemein“ abgebildet.

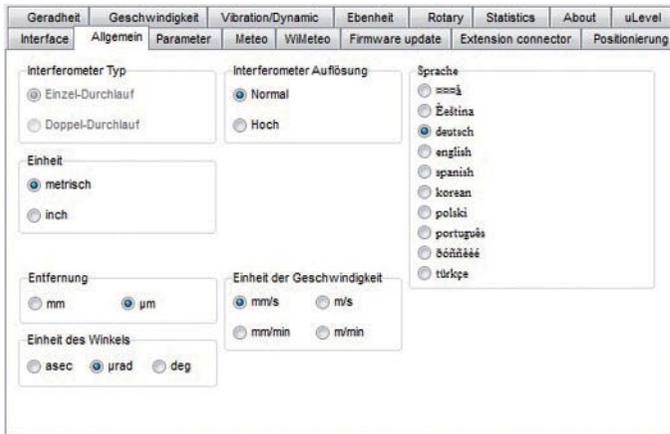


Abb. 80: Allgemeine Einstellungen zur Erscheinung der Software und Messergebnisse

Wählen Sie die von Ihnen gewünschten Einstellungen durch Aktivieren der entsprechenden Kontrollkästchen. In dem Feld „Interferometer Auflösung“ können Sie die Auflösung des angezeigten Messwertes wählen. Wählen Sie „Normal“ wird der Messwert auf  $\frac{1}{10} \mu\text{m}$  genau angezeigt. Wählen Sie „Hoch“ wird der Messwert auf  $\frac{1}{1000} \mu\text{m}$  genau angezeigt. In dem Feld

„Interferometer Typ“ muss „Einzel-Durchlauf“ aktiviert sein. Nur bei Messung unter Verwendung der flat-mirror-Optik wird „Doppel-Durchlauf“ aktiviert.

## 10.4 Parameter

Auf Abbildung 81 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „Parameter“ abgebildet. Hier können in den entsprechenden Feldern die Parameter der Optiken verändert werden.

### Achtung:

Verändern Sie die Parameter nur, wenn sich die Optiken entsprechend verändert haben.



Abb. 81: Festlegung der optischen Parameter

In dem Feld „Logo Pfad (480 x 150)“ können Sie einen Pfad angeben, in dem sich ein Bild in der Auflösung 480 x 150 befindet. Dieses wird auf den Reporten oben abgebildet.

## 10.5 Meteo

Auf Abbildung 82 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „Meteo“ abgebildet. Hier können Sie die Einheit, mit denen die Größen angegeben werden sollen, wählen. Außerdem durch Setzen der Haken in den Kontrollfeldern bestimmen,

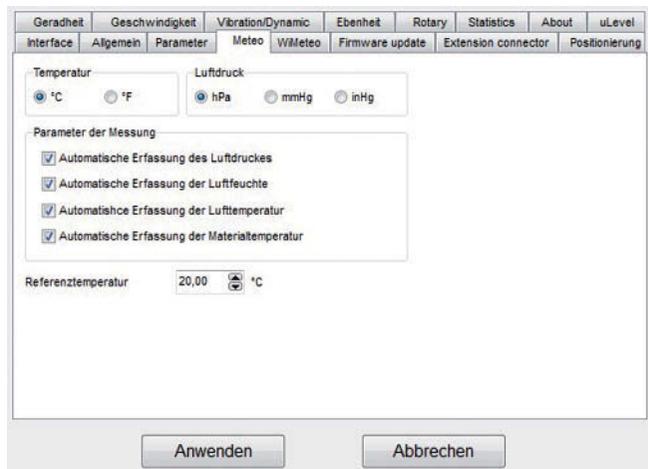


Abb. 82: Konfiguration der Umweltkompensation

welche Werte automatisch erfasst werden sollen. Die Messwerte werden von der Software automatisch auf die „Referenztemperatur“ kompensiert. Diese kann gewählt werden.

## 10.6 WiMeteo

Auf Abbildung 83 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „WiMeteo“ abgebildet.



Abb. 83: Verbindung der Temperatursensoren

Hier können Sensoren hinzugefügt oder erneut verbunden werden.

Verbindet sich einer oder mehrere der Sensoren nicht erfolgreich mit dem Interferometer, kann durch Klicken des Buttons „WiMeteo reconnect“ versucht werden, manuell eine Verbindung herzustellen.

## 10.7 Firmware update

Auf Abbildung 84 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „Firmware update“ abgebildet.

In diesem Menü kann ein Update der Firmware des Interferometers durchgeführt werden. Dies sollten Sie ohne Aufforderung des Herstellers nicht selber durchführen.

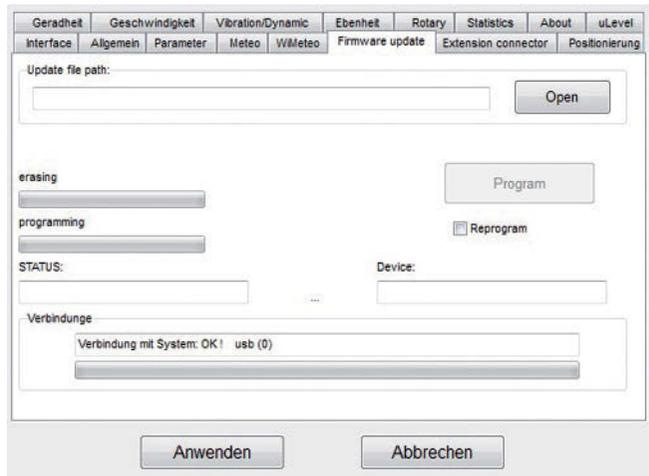


Abb. 84: Durchführung eines Firmware Updates

## 10.8 Extension Connector

Auf Abbildung 85 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „Extension Connector“ abgebildet.

Hier können Sie die Belegung der Pins des Extension Connectors bearbeiten. Sie benötigen dafür folgendes optional erhältliches Zubehör:

- **Extension Cable EX1**

Das weitere Vorgehen wird in dieser Anleitung nicht beschrieben.

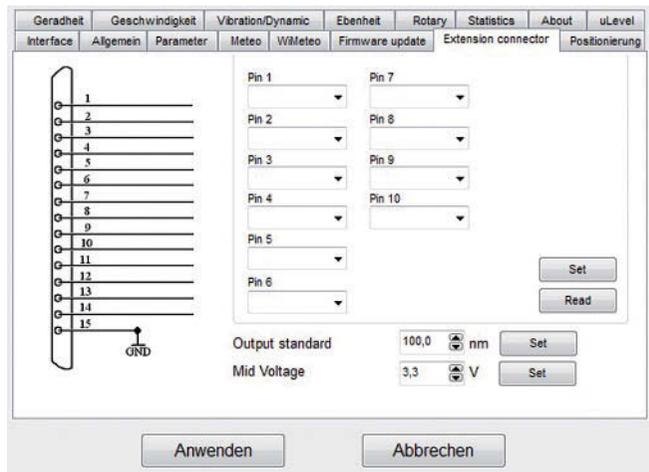


Abb. 85: Pin-Belegung des Extension Connectors

### 10.9 Statistics



Abb. 86: Wartungsrelevante Daten

Auf Abbildung 86 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „Statistics“ abgebildet.

Dieser Reiter dient der Information wie viele Betriebsstunden die Laserröhre bereits im Einsatz war. Nach spätestens 20.000 Stunden sollte der Laser zum Hersteller geschickt werden, um kalibriert zu werden.

### 10.10 About



Auf Abbildung 87 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „About“ abgebildet.

Hier können Sie Daten bezüglich der eingesetzten Soft- und Hardware ablesen.

Abb. 87: Informationen bzügl. Softwareversion und Interferometer

## 10.11 $\mu$ Level

Auf Abbildung 88 ist das Konfigurationsmenü mit dem ausgewählten Reiter „About“ abgebildet.

In diesem Menü kann eine Status Pro  $\mu$ Level Wasserwaage in die Software eingebunden werden.

Vergewissern Sie sich, dass eine Bluetooth fähige digitale Wasserwaage in Reichweite des Empfangsgerätes (Mess-PC) vorhanden, eingeschaltet ist und momentan keine Bluetooth-Verbindung zu einem anderen Gerät besteht und klicken Sie auf den Button „Search“. Wählen Sie anhand der Seriennummer das entsprechende Gerät aus der „Device-List“ aus und verbinden Sie durch Klicken auf „Connect“.

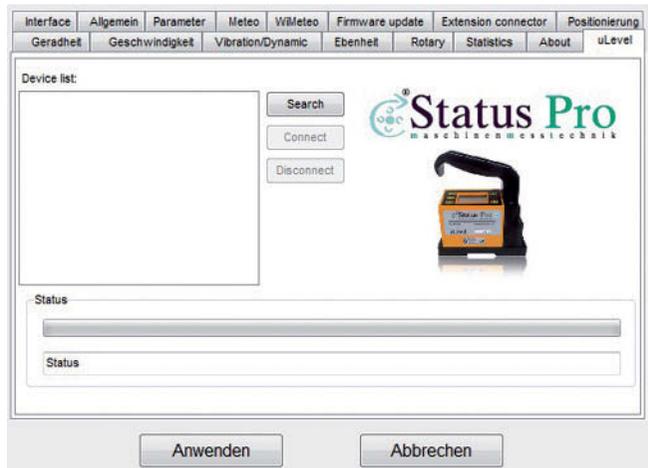


Abb. 88: Verbindung mit einer Status Pro Wasserwaage  $\mu$ Level

# 1 1 Technische Daten

## Laser

Laserquelle:	Zeeman Helium Neon Laser (HeNe) frequenzstabilisiert
Genauigkeit der Wellenlänge:	$\pm 0,005$ ppm
Leistung:	< 1mW
Frequenzstabilität Kurzzeit:	< 0,001 ppm
Frequenzstabilität Langzeit:	< 0,001 ppm
Einsatzbereich:	0–40 °C
Luftfeuchte:	0–90 % nicht kondensierend
PC interface:	USB 2.0 oder Bluetooth
Max. Geschwindigkeit:	6 m/s
MTBF:	> 20.000 Std.
Gewicht:	1,5 kg
Abmessungen:	60 x 60 x 245 mm

## Kompensations-Einheit (im Laser)

Lufttemperatur Messbereich:	0–40 °C
Genauigkeit:	0,1 °C
Luftdruck Messbereich:	920 – 1060 hPa
Genauigkeit:	$\pm 1$ hPa
Luftfeuchte Erfassungsbereich:	10–90 %
Genauigkeit:	$\pm 5$ %
Materialtemperatur Messbereich:	0–40 °C
Genauigkeit:	0,05 °C

## 1.2 Produkte und Service

**Geometrische Vermessungen und Ausrichtungen waren schon zur Zeit des Pyramidenbaues wichtig.**

Heutzutage ist die Vermessung und Ausrichtung ein wichtiger Bestandteil der Produktion und des Qualitätsmanagements. Bei vielen Bauteilen wie Flanschen, Linearführungen, Pressen, Antriebswellen oder Walzen in Papiermaschinen hat die korrekte Ausrichtung einen signifikanten Einfluss auf die Funktion der Maschine. Die Ausrichtung beeinflusst oft die Qualität und die Lebensdauer der Komponenten. Der Einsatz eines Laser-Vermessungssystems in Verbindung mit klassischen Vermessungsmethoden ermöglicht es, diese Prozedur zu vereinfachen.

Status Pro entwickelt und produziert Laservermessungssysteme. Durch enge Zusammenarbeit mit unseren Serviceteams und Distributoren weltweit können praxisnahe Produkte entwickelt werden. Die meisten unserer Kunden sind Maschinen-Hersteller, Maschinen-Aufsteller oder kommen aus der Qualitätskontrolle. Überwiegend wird eine Komplettlösung, bestehend aus einem System, einem Training vor Ort und Support benötigt. Hierzu können wir auch spezielle Anpassungen – sei es in der Software, bei Halterungen oder in der Sensorik – vornehmen, um so das System optimal an die Messaufgabe anzupassen.



Status Pro bietet mit seinen Partner-Firmen weltweit Service für Ausrichtungen und industrielle Vermessungen an.

Besuchen Sie auch unsere Internetseiten unter [www.statuspro.de](http://www.statuspro.de).

Für weitere Informationen erreichen Sie uns unter Tel. +49 (0) 2327 - 9881 - 0



Status Pro Maschinenmesstechnik GmbH  
Mausegatt 19  
D-44866 Bochum  
Telefon: + 49 (0) 2327 - 9881 - 0  
Fax: + 49 (0) 2327 - 9881 - 81  
[www.statuspro.de](http://www.statuspro.de)  
[info@statuspro.de](mailto:info@statuspro.de)

Distributor