

Betriebsanleitung für Spielmess-Prüfstand (IAAT-Design)

Autor	Abteilung
Holger Wetteskind	Konstruktion

Genehmigt	Abteilung

Maßgebliche Dokumente				
Nr.	Vers.	Referenz	Datum	Titel

Verwendete Abkürzungen			
AMC	Automatic Mirror Control		
ACU	Actuator Control Unit		

Verlauf		
Version	Datum	Änderung
1.0	22.03.2022	Erstfassung
2.0	01.04.2022	Korrekturen und Ergänzungen
3.0	08.04.2022	Korrekturen und Ergänzungen im Abschnitt 2.3, Abschnitt 2.4 neu hinzugefügt

Verteiler	DPM, MPP
------------------	----------

Inhalt

1	EINFÜHRUNG	3
1.1	Geltungsbereich des Dokuments.....	3
1.2	Sicherheitshinweise.....	3
2	BESCHREIBUNG	4
2.1	Verwendungszweck und Funktionsweise des Prüfstandes	4
2.2	Aufbau des Prüfstandes.....	4
2.3	Vorbereiten des Prüfstandes	7
2.4	Außerbetriebsetzung des Prüfstandes	10
3	SPIELMESSUNG	11
3.1	Vorbereitung der Messung.....	11
3.2	Ablauf der Standardmessung	12
3.3	Ablauf der Messung bei weiteren Prüfkörperstellungen	22
4	FEHLFUNKTIONEN UND DEREN BEHEBUNG	24
5	ANHANG	25
5.1	Betriebsanleitungen für Netzgeräte.....	25

1 Einführung

1.1 Geltungsbereich des Dokuments

Dieses Dokument beschreibt den Aufbau und die Handhabung eines Prüfstandes zur Messung des mechanischen Spiels von AMC-Aktuatoren (im Folgenden „Prüfkörper“ genannt). Darüber hinaus wird der Ablauf der Spielmessungen mit Hilfe spezifischer Messprogramme erläutert.

1.2 Sicherheitshinweise

Gewicht (Handhabungshinweise) – noch zu ergänzen

Sicherheitshinweise für Netzgeräte – siehe Betriebsanleitungen im Anhang

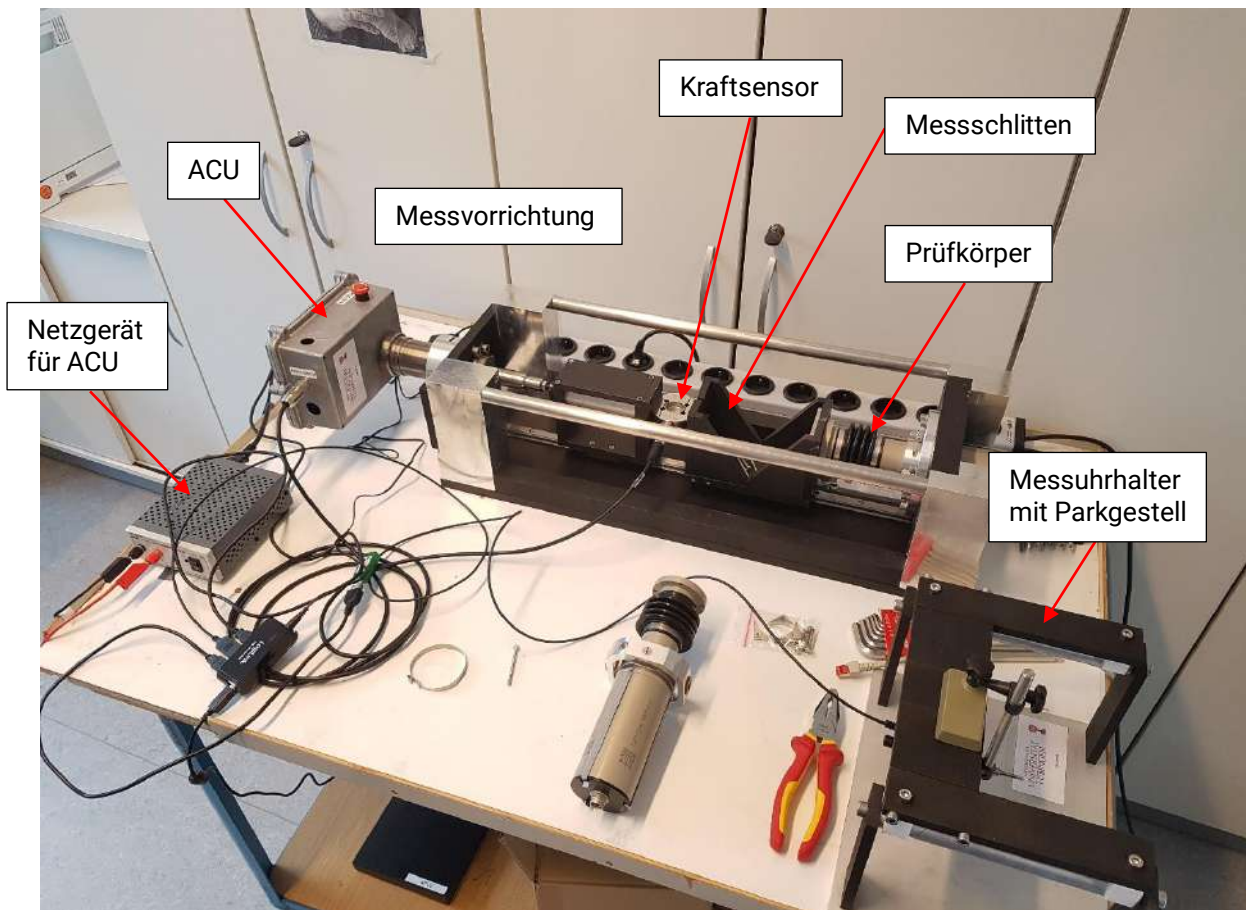
2 Beschreibung

2.1 Verwendungszweck und Funktionsweise des Prüfstandes





Der Spielmess-Prüfstand dient zur Ermittlung des mechanischen Gesamtspiels der Prüfkörper. Die Spielmessung basiert auf dem Prinzip, abwechselnd Zug- und Druckkräfte auf den Prüfkörper aufzubringen und dabei Längenunterschiede zu bestimmen, die zwischen den Kraftextremen am Prüfkörper auftreten. Die Differenz der Längenunterschiede wird dabei als mechanisches Gesamtspiel interpretiert.

2.2 Aufbau des Prüfstandes

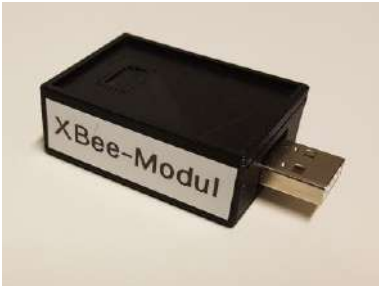


Der Spielmess-Prüfstand besteht aus mehreren Komponenten, deren wichtigsten im folgenden Bild im Überblick gezeigt werden:



Die einzelnen Komponenten des Prüfstandes sind nachfolgend tabellarisch aufgeführt:

Bild	Menge	Name	Beschreibung
	1	Messvorrichtung	Messaufbau mit ACU, Messschlitten, Kraftsensor und folgenden Anschlusskabeln: 1 Verbindungskabel zwischen Kraftsensor und ACU 1 Datenkabel mit USB-Schnittstelle
	1	Netzgerät für Messvorrichtung	Labornetzgerät (Labcraft FSP 1204) zur Stromversorgung der ACU inkl. 2 Stromkabel Eingang: 230 V AC, Ausgang: 11 - 15 V DC Festspannung, 4 A
	1	Netzgerät für Prüfkörper	4-Kanal Digital Labornetzgerät (Rhode & Schwarz HMP4040) mit Display für die Anzeige der Stromaufnahme der Prüfkörper inkl. 4 Anschluss- und 1 Datenkabel mit USB-Schnittstelle Eingang: 230 V AC, Ausgang: 4x 0 - 32 V DC regelbar, 0 -10 A
	1	Messuhrhalter mit Parkgestell	Halterung inkl. digitaler Messuhr und Datenkabel mit USB-Schnittstelle zur Übertragung der Messwerte. Das Parkgestell dient zur Aufnahme der Halterung während Messpausen bzw. zu deren sicheren Aufbewahrung

AMC-Aktuatoren

Bild	Menge	Name	Beschreibung
	1	XBee-Modul mit USB-Schnittstelle	drahtlose Datenverbindung zum Prüfkörper über WPAN (IEEE 802.15.4)
	1	USB-Hub	Adapter für 4 USB-Ports
	1	QR-Code-Lesegerät	Bestehend aus mobilem Handgerät und Basisstation, mit USB-Anschlusskabel
	1	Laptop-PC mit vorinstallierten Messprogrammen	IBM ThinkPad Betriebssystem: Linux

2.3 Vorbereiten des Prüfstandes

In diesem Abschnitt wird die Vorbereitung des Prüfstandes für den Messbetrieb beschrieben. Es wird empfohlen, die Messvorrichtung auf eine stabile Unterlage zu stellen und so zu positionieren, dass die ACU keinen Stößen oder Schlägen ausgesetzt ist. Die einzelnen Komponenten des Prüfstandes werden über Kabel mit Steck- bzw. Schraubverbindungen miteinander verbunden.

Bitte beachten:

Vor Beginn ist sicherzustellen, dass der Laptop-PC bereits eingeschaltet und das Betriebssystem hochgefahren ist. Alle anderen stromführenden Geräte bleiben zunächst abgeschaltet bzw. sind stromlos zu machen.

Einschalten des Laptop-PCs:

Einschaltknopf drücken → Desktop startet ohne Anmeldung

Hinweis:

Es kann vorkommen, dass der PC nach längerem Nichtgebrauch in den Energiesparmodus wechselt. In diesem Fall müssen für die Reaktivierung folgende Eingaben gemacht werden:

Username: MPP

Password: MPP

Die Komponenten sind nun in folgender Weise miteinander zu verbinden:

- der Kraftsensor in der Messvorrichtung über das zugehörige Kabel mit der ACU
- das Netzgerät für die Messvorrichtung über zwei Stromkabel mit der ACU
- den USB-Hub mit dem Laptop-PC (diesen unbedingt vor allen nachfolgenden Kabeln verbinden!)
- das XBee-Modul mit dem USB-Hub
- das Datenkabel vom 4-Kanal Labornetzgerät mit dem USB-Hub
- das Datenkabel von der ACU mit dem USB-Hub
- das Datenkabel von der Messuhr mit dem USB-Hub
- das Datenkabel des QR-Code-Lesegeräts mit dem Laptop-PC.

Wenn die Verbindungen hergestellt worden sind, müssen die Geräte in der folgenden Reihenfolge eingeschaltet werden:

1. das Netzgerät für die ACU der Messvorrichtung
2. die Messuhr
3. das 4-Kanal-Labornetzgerät.

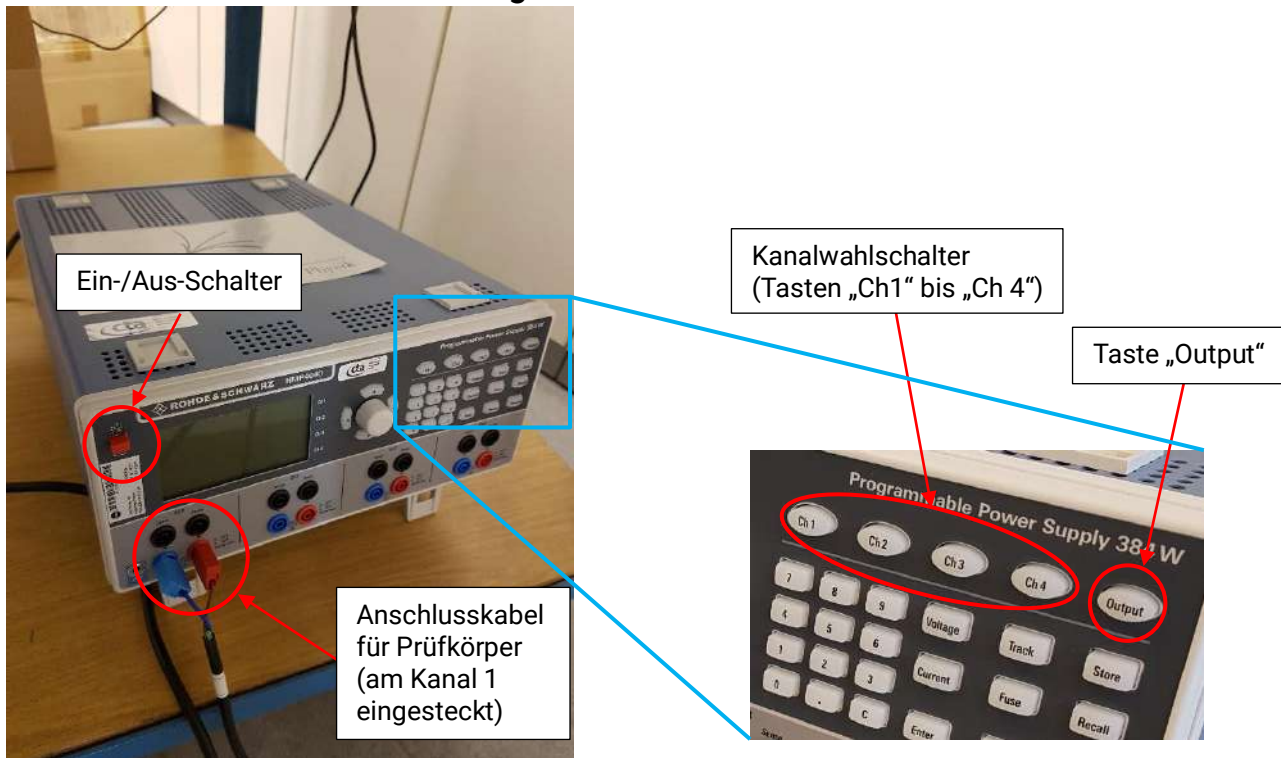
Einschalten des Netzgerätes für die ACU:



Einschalten der Messuhr:



Einschalten des 4-Kanal-Labornetzgerätes:



Bitte beachten:

Die Verbindung des Anschlusskabels mit dem Prüfkörper und die Kanalauswahl (Taste „Ch1“) bzw. Aktivierung des Ausgangs (Taste „Output“) erfolgt erst bei Aufforderung durch das Messprogramm (siehe Abschnitt 3.2).

2.4 Außerbetriebsetzung des Prüfstandes

Im Folgenden werden einige Hinweise für die Außerbetriebsetzung des Prüfstandes angegeben. Die angeschlossenen Geräte müssen zunächst in der folgenden Reihenfolge ausgeschaltet werden:

1. das 4-Kanal-Labornetzgerät
2. die Messuhr
3. das Netzgerät für die ACU der Messvorrichtung
4. der Laptop-PC.

Hinweise für die Außerbetriebsetzung des 4-Kanal-Labornetzgerätes:

Das Netzgerät darf erst nach Beendigung des Test-Programms ausgeschaltet werden. Anschließend kann das Anschlusskabel zum Prüfkörper abgesteckt werden.

Hinweise für das Ausschalten der Messuhr:

Die Messuhr hat keine Selbstabschaltung und muss daher, um die eingebaute Batterie zu schonen, nach Beendigung des Messvorganges in jedem Fall manuell ausgeschaltet werden.

Hinweise für das Herunterfahren des Laptop-PCs:

Auf dem Desktop oben rechts Drop-Down-Menü auswählen und auf „Power off“ klicken. Nach dem Herunterfahren des Laptop-PCs sollten alle USB-Datenkabel bzw. der USB-Hub abgesteckt werden.

Hinweis:

Das Herunterfahren des Laptop-PCs ist nicht erforderlich, wenn dieser für einen weiteren Prüfstand verwendet werden soll. In diesem Fall empfiehlt es sich, den USB-Hub angeschlossen zu lassen.

3 Spielmessung

In diesem Abschnitt werden die Schritte zur Durchführung der Prüfkörper-Messung beschrieben. Bei den Prüfkörpern wird unterschieden nach:

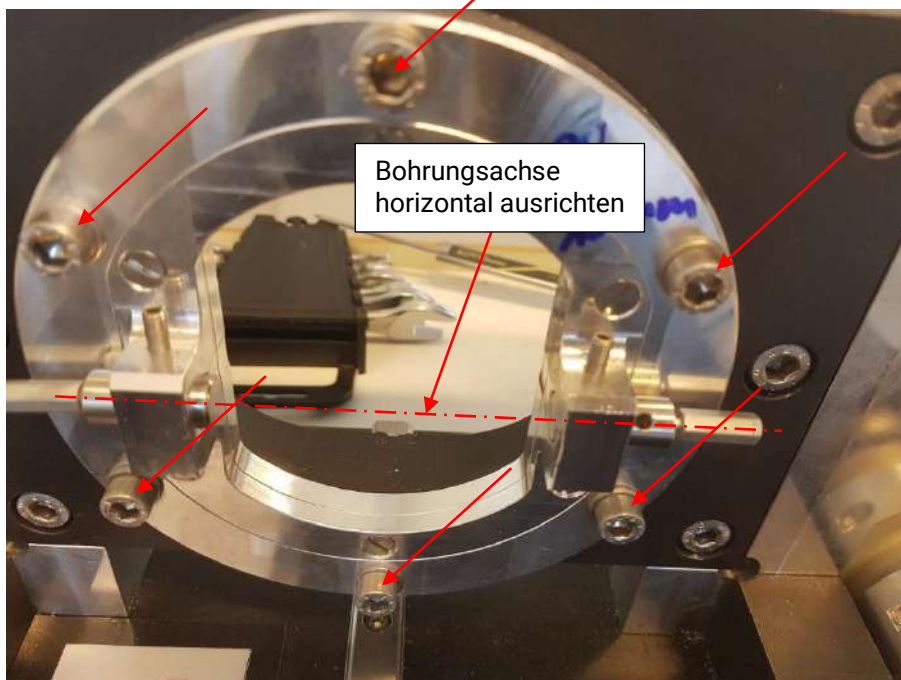
- Monogelenk- oder 1-DOF-Aktuatoren
- Kompassgelenk- oder 2-DOF-Aktuatoren

3.1 Vorbereitung der Messung

Für die Messung der Prüfkörper sind verschiedene Aufnahmeringe zu verwenden. Vor Beginn der Messung ist daher zu prüfen, ob der richtige Aufnahme ring in der Vorrichtung eingebaut ist. In der folgenden Tabelle sind diese den jeweiligen Prüfkörpertypen zugeordnet:

Prüfkörpertyp	Bezeichnung am Aufnahmering
Kompassgelenk-Aktuator	2-dof
Monogelenk-Aktuator	1-dof


Die Befestigung des jeweiligen Aufnahme rings erfolgt über 6 Innensechskantschrauben wie im folgenden Bild gezeigt:



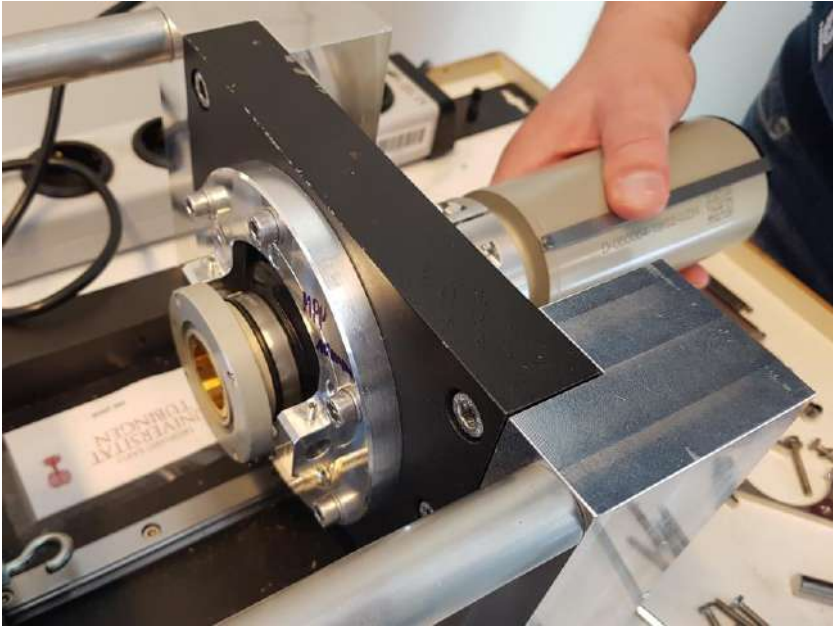
Die Schrauben mit einem Innensechskantschlüssel SW 5 lösen und aus den Bohrungen herausnehmen. Jetzt kann der Aufnahme ring von der Messvorrichtung abgenommen werden und der andere aufgesetzt werden. Dabei auf die Orientierung achten (siehe Bild, die Achse der Bohrungen muss horizontal ausgerichtet sein). Anschließend die 6 Innensechskantschrauben wieder in die Bohrungen setzen und mit dem Innensechskantschlüssel festziehen.

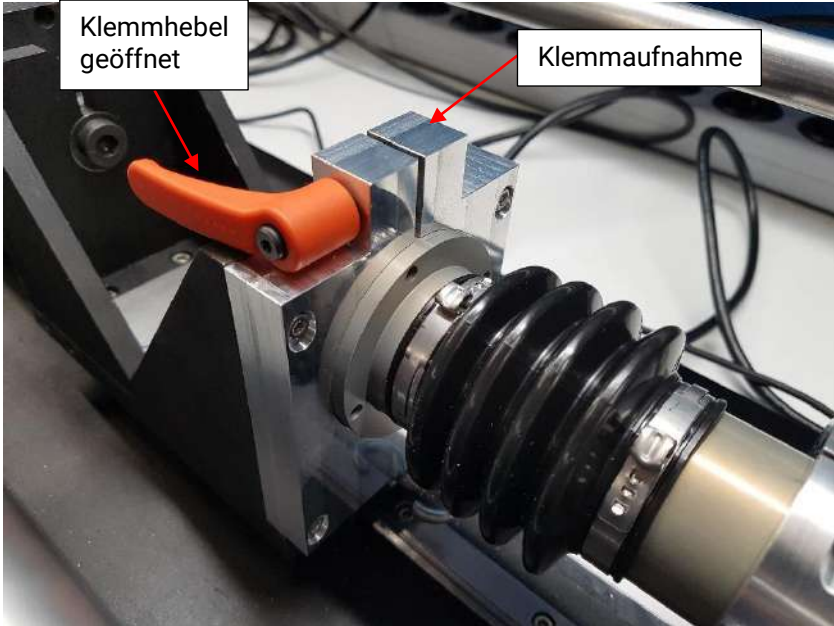
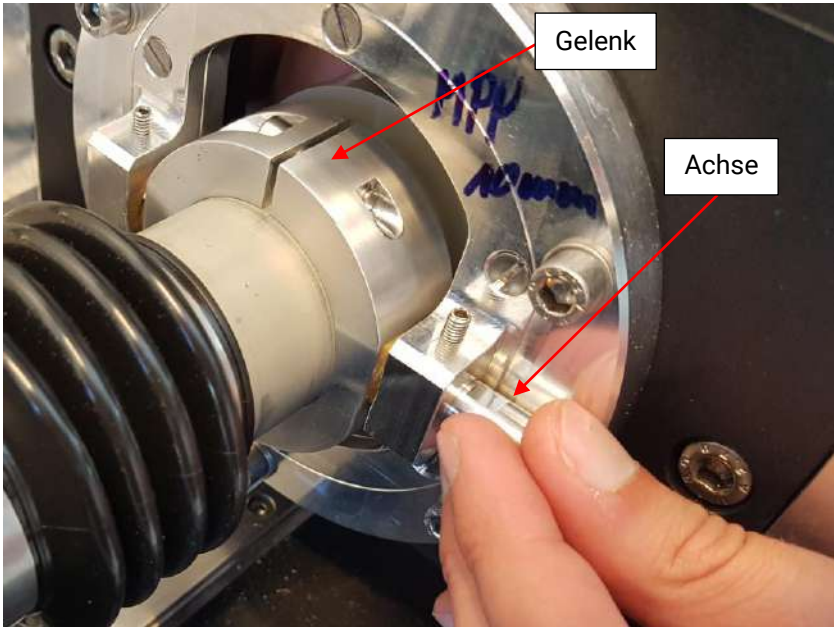
3.2 Ablauf der Standardmessung

In der nachfolgenden Tabelle werden die Schritte beschrieben, nach der eine typische Standard-Spielmessung abläuft. Das Überspringen von Schritten ist, je nach Optionsauswahl, möglich. Siehe auch die jeweiligen Hinweise in der entsprechenden Spalte.

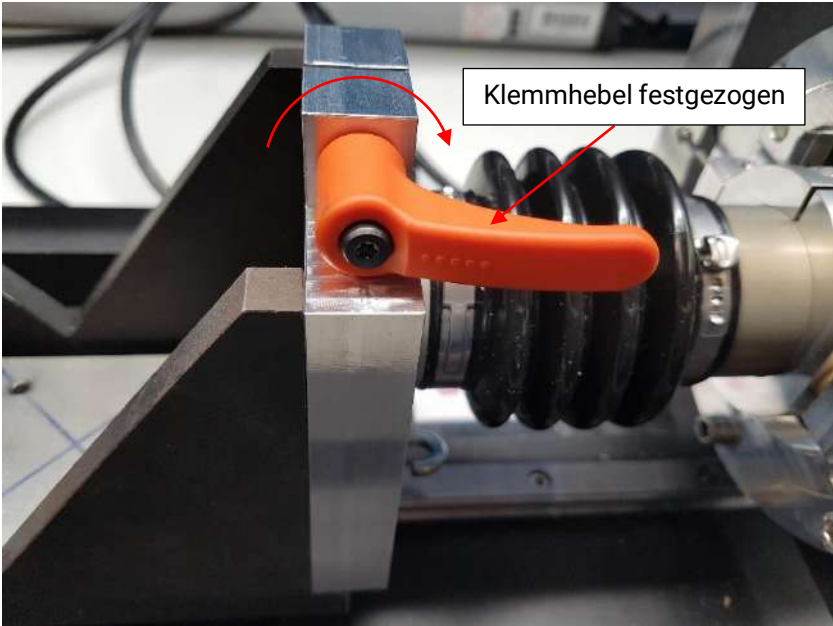
Schritt	Hinweise
<p>a. Programm „TestStandControl_1Pos“ am PC starten</p> <p>Das Programm startet über Klicken auf das entsprechende Icon auf dem Desktop. Daraufhin erscheint ein Terminalfenster für die Befehlseingabe über eine Kommandozeile:</p> <pre>testStandControl 0.9.8.3 started reading test configuration ... ok reading ACU configuration ... ok reading force control configuration ... ok reading dial gauge configuration ... ok XBee will be used in the test. opening USB connection to ACU ... ok transferring configuration data to ACU ... ok setting up dial gauge interface ... ok checking dial gauge readiness ... ok setting up XBee ... ok checking ACU on board voltages: * ACU supply voltage 13.1 V .. pass * digital components supply 5.0 V .. pass * sensor level shifting voltage 2.5 V .. pass * DC/DC converter supply 11.9 V .. pass * force sensor supply 24.0 V .. pass reading latest ACU motor position (48.09 mm) ... ok >> test stand is ready for requested operation</pre> <p>Der Prüfstand ist nun betriebsbereit.</p>	<p><u>Info:</u> Beim Starten des Programms wird geprüft, ob die angeschlossene Hardware ordnungsgemäß angeschlossen und betriebsbereit ist. Dies wird über Statusmeldungen am Bildschirm ausgegeben. Bei fehlgeschlagener Prüfung wird das Programm beendet. Siehe Schritt h.</p>
<p>b. Prüfkörper-ID übergeben</p> <p>Lesegerät an den QR-Code des Prüfkörpers halten und Taste am Handgriff drücken:</p>  <p>Alternativ kann die ID auch per Tastatur eingegeben werden.</p>	<p><u>Bitte beachten:</u> Die Prüfkörper-ID wird vorgabemäßig mit dem QR-Code-Lesegerät an das Messprogramm übergeben. Die ID wird für die Zuordnung der Messergebnisse im Programm abgespeichert und gilt nur für den aktiven Messdurchlauf.</p>

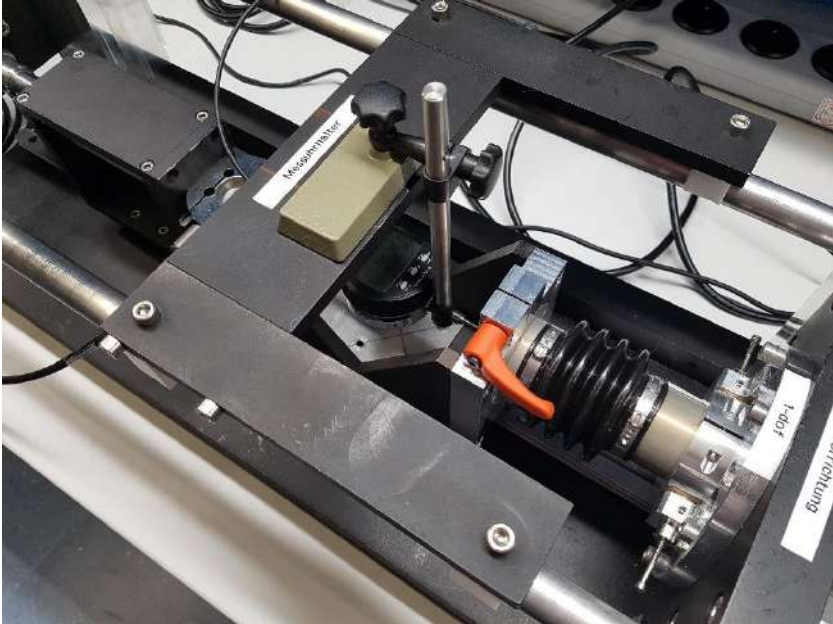
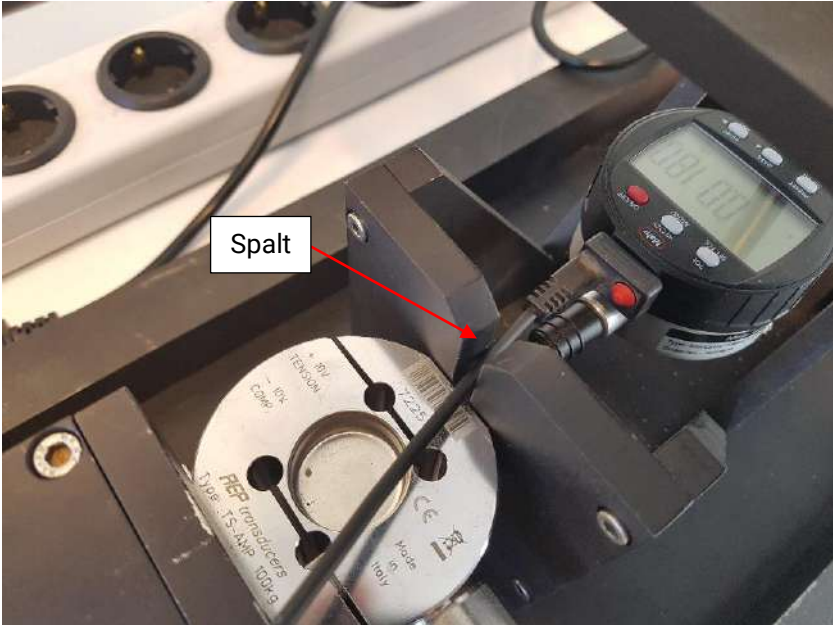
Schritt	Hinweise
<p>Hier ist darauf zu achten, dass nur die 5-stellige Buchstaben-/Ziffernfolge der Seriennummer eingegeben wird (z. B. E0002) gefolgt von der Eingabetaste.</p> <p>Nach der Über- bzw. Eingabe der ID sieht der Bildschirm wie folgt aus:</p> <pre>> enter specifier for the next test or a single <RET> to continue: E0002 Actuator serial number is: E0002</pre> <p>Das Programm erwartet nun die Eingabe eines Kommentars:</p> <pre>Actuator serial number is: E0002 > enter a comment or single <RET> to continue: 2dof</pre> <p>Hier ist das Kürzel für den entsprechenden Prüfkörpertyp einzugeben („1dof“ bzw. „2dof“). Anschließend die Eingabetaste drücken.</p>	<p><u>Info:</u> Die Eingabe mittels Tastatur wird ausschließlich im Falle eines Defekts des Lesegeräts empfohlen.</p> <p><u>Info:</u> Mit Hilfe des Kürzels wird der Prüfkörpertyp der jeweiligen ID zugeordnet.</p>
<p>c. Positionieren des Messschlittens</p> <p>Es erscheint nun die folgende Meldung:</p> <pre>> enter a comment or single <RET> to continue: 2dof > connect and power up actuator - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit</pre> <p>Nun muss das 4-Kanal Labornetzgerät über das dort eingesteckte Stromkabel mit dem Prüfkörper verbunden werden. Anschließend am Netzgerät den Kanal wählen (Taste „Ch 1“) und danach die Taste „Output“ drücken. Die jeweiligen Tasten leuchten auf, wenn sie aktiv sind. Wenn dies erfolgt ist, im Messprogramm die Eingabetaste drücken. Es erscheint die folgende Meldung:</p> <pre>waiting until wireless actuator connection has been established ... check for actuator wireless connection: ok</pre> <p>Die Funkverbindung zwischen XBee-Modul und Prüfkörper wird nun geprüft. Bei erfolgreicher Verbindung erscheint die folgende Meldung:</p> <pre>> is actuator already fixed to sled? [y][n]</pre> <p>Diese mit der Eingabe von „n“ bestätigen:</p> <pre>> is actuator already fixed to sled? [y][n] n Busy flag: 0 moving actuator to default position (16.0 mm) - be patient ... Busy flag: 1 Busy flag: 0 Actuator position 16.000000 mm: ok</pre>	<p><u>Wichtig:</u> Das 4-Kanal Netzgerät ist zuvor einzuschalten (siehe Abschnitt 2.3).</p> <p><u>Info:</u> Bei fehlgeschlagener Verbindung wird das Programm beendet. Siehe Schritt h.</p> <p><u>Info:</u> Bei der Eingabe von „y“ springt das Programm zu Schritt f.</p>

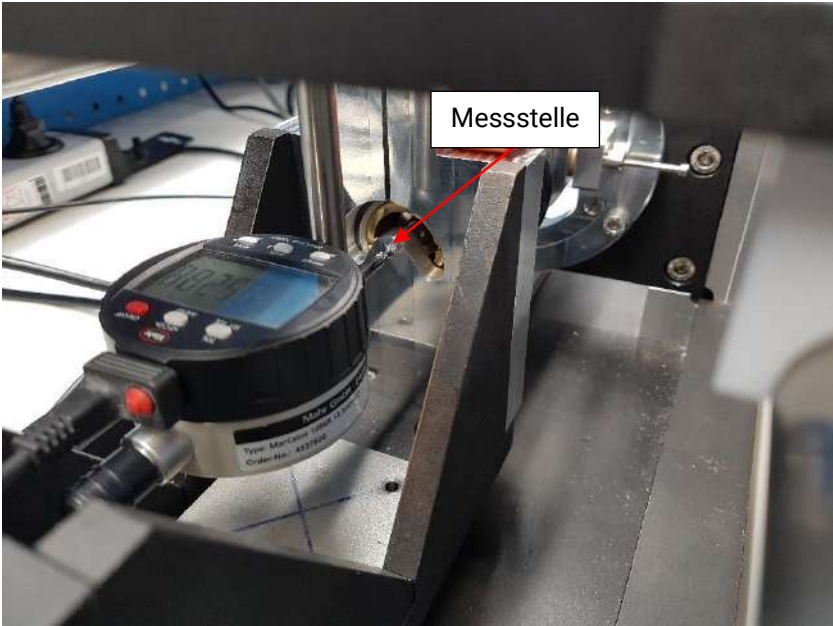
Schritt	Hinweise
<p>Der Prüfkörper wird nun in eine vordefinierte Position bewegt. Sobald dieser Vorgang abgeschlossen ist, erscheint folgende Meldung:</p> <pre>> is sled position ok? [y][n]</pre> <p>Die Abfrage nach der Position des Messschlittens mit „n“ verneinen. Nun erscheint in der Kommandozeile eine Auswahlmöglichkeit, den Messschlitten entweder automatisch oder manuell zu positionieren:</p> <pre>> is sled position ok? [y][n] n > move actuator [m]anually or [a]utomatically:</pre> <p>Die Taste „a“ drücken (für automatische Positionierung). Der Schlitten fährt nun automatisch in die vorgegebene Messposition (Home-Position):</p> <pre>moving to home position (39.0 mm) ... ok</pre>	<p><u>Info:</u> Alternativ kann die automatische Positionierung durch Drücken der Taste „m“ und anschließend Drücken der Taste „h“ erfolgen.</p>
<p>d. Einsetzen und Befestigen des Prüfkörpers</p> <p>Nachdem der Messschlitten positioniert ist, fordert das Programm zum Montieren des Prüfkörpers auf:</p> <pre>> mount test object to end plate - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit</pre> <p>Nun wird der Prüfkörper in die Vorrichtung eingesetzt:</p>  <p>Den Prüfkörper mit der Flanschseite voraus durch die gezeigte Öffnung schieben. Anschließend den Flansch in die Klemmaufnahme der Vorrichtung stecken aber noch nicht befestigen:</p>	<p><u>Info:</u> Mit der Eingabe von „q“ oder „Q“ wird das Programm abgebrochen. Siehe hierzu Schritt h.</p>

Schritt	Hinweise
<div data-bbox="164 392 1002 1016">  <p>Klemmhebel geöffnet</p> <p>Klemmaufnahme</p> </div> <p>Nun das Gelenk des Prüfkörpers zur Aufnahme der Achsen ausrichten und die erste Achse montieren:</p> <div data-bbox="164 1122 1002 1747">  <p>Gelenk</p> <p>Achse</p> </div>	<p><u>Info:</u> Der hier gezeigte Prüfkörper hat ein Monogelenk. Das Ausrichten bei der Ausführung mit Kompassgelenk funktioniert analog.</p>

Schritt	Hinweise
<p>Die Achse so in den Prüfkörper einschieben, dass die Schlitzseite nach außen zeigt. Hierbei auf die Ausrichtung achten. Der Schlitz am Stirnende muss horizontal ausgerichtet sein:</p>  <p>Schlitz horizontal ausrichten</p> <p>Nun die zweite Achse auf der gegenüberliegenden Seite der Gelenkaufnahme auf die gleiche Weise montieren. Anschließend Stiftschrauben auf beiden Seiten festziehen:</p>  <p>Stiftschraube</p> <p>Durch abschließendes Drücken der Eingabetaste wird das korrekte Einsetzen und Befestigen des Prüfkörpers bestätigt.</p>	

Schritt	Hinweise
<p>e. Aufbringen der Schließkraft</p> <p>Nach dem Einsetzen des Prüfkörpers muss die Klemmaufnahme auf dem Messschlitten mit einer definierten Schließkraft gegen den Prüfkörper gedrückt werden. Hierzu in der folgenden Eingabeaufforderung „y“ eingeben:</p> <pre>> perform a force controlled approach of sled to test object? [y][n]</pre> <p>Die Schließkraft wird nun aufgebracht und nach Abschluss der Prozedur am Bildschirm angezeigt:</p> <pre>> perform a force controlled approach of sled to test object? [y][n] y resulting test object touching force of sled: 102 N > hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit, any other key to repeat</pre> <p>Danach die Eingabetaste drücken, um fortzufahren:</p> <pre>> hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit, any other key to repeat > screw/fix test object to sled - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit</pre> <p>Das Programm fordert nun zum Befestigen des Prüfkörpers am Messschlitten auf. Jetzt kann der Klemmhebel an der Aufnahme festgezogen werden:</p>  <p>Anschließend erneut die Eingabetaste drücken, um mit dem nächsten Programmschritt fortzufahren.</p>	<p><u>Info:</u> Das Aufbringen der Schließkraft kann bei der Auswahl von „n“ verhindert werden. In diesem Fall fordert das Programm als nächstes zum Befestigen des Klemmhebels auf.</p> <p><u>Info:</u> Um die Prozedur des Aufbringens der Schließkraft zu wiederholen, an dieser Stelle eine beliebige Taste drücken.</p> <p><u>Info:</u> Mit der Eingabe von „q“ oder „Q“ wird das Programm abgebrochen. Siehe hierzu Schritt h.</p>

Schritt	Hinweise
<p>f. Positionieren des Messuhrenhalters</p> <p>Im nächsten Schritt fordert das Programm dazu auf, den Messuhrenhalter auf die Vorrichtung zu setzen:</p> <pre data-bbox="165 533 1062 564">> fix and adjust dial gauge - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit</pre> <p>Dazu den Halter vom Parkgestell nehmen und die Messuhr so in den Messschlitten einführen, dass der Taster in Richtung Klemmaufnahme zeigt:</p>  <p>Dabei darauf achten, dass das Datenkabel der Messuhr durch den Spalt des Messschlittens geführt wird:</p> 	<p><u>Info:</u></p> <p>Mit der Eingabe von „q“ oder „Q“ wird das Programm abgebrochen. Siehe hierzu Schritt h.</p>

Schritt	Hinweise
<p>Anschließend den Halter auf die Messvorrichtung setzen und so verschieben, dass der Taster der Messuhr gegen die Messstelle der Klemmaufnahme drückt. Auf diese Weise an der Messuhr einen Wert von ca. 0,5 mm einstellen:</p>  <p>Wenn die Messuhr korrekt positioniert ist, erneut die Eingabetaste drücken. Daraufhin startet das Programm mit der Spielmessung.</p>	
<p>g. Durchführung der Spielmessung</p> <p>Der Prüfstand startet zunächst mit einem Initialisierungszyklus und leitet abwechselnd Zug- und Druckkräfte in den Prüfkörper ein. Gleichzeitig werden Messwerte von der Messuhr aufgenommen. Beides wird am Bildschirm angezeigt:</p> <pre> starting test routine for object " E0002 " starting initialization cycle (1.1) force PUSH F adjusted: 502 N (1.2) ##### 0.4674 mm +/- 0.2 um (1.3) force PUSH D FR adjusted: 11 N (1.4) ##### 0.5148 mm +/- 0.1 um (1.5) force PULL I FR adjusted: -9 N (1.6) ##### 0.5232 mm +/- 0.2 um (1.7) force PULL F adjusted: -494 N (1.8) ##### 0.6149 mm +/- 0.1 um (1.9) force PULL D FR adjusted: -11 N (1.10) ##### 0.5658 mm +/- 0.1 um (1.11) force PUSH I FR adjusted: 10 N (1.12) ##### 0.5478 mm +/- 0.2 um >> mechanical play test cycle result >> play: 51.0 +/- 1.2 [um] >> deformation push (d): 47.4 +/- 1.2 [um] >> deformation push (i): 80.4 +/- 1.2 [um] >> deformation pull (d): 49.1 +/- 1.1 [um] >> deformation pull (i): 91.7 +/- 1.2 [um] >> total deformation: 147.5 +/- 1.2 [um] </pre>	

AMC-Aktuatoren

Schritt	Hinweise
<p>Nach Abschluss der Initialisierungsphase zeigt das Programm eine Zusammenfassung der Messung an.</p> <p>Anschließend beginnt automatisch die Spielmessung. Wiederum werden abwechselnd Zug- und Druckkräfte - diesmal jedoch in unterschiedlicher Höhe - in den Prüfkörper eingeleitet. Gleichzeitig werden wieder die zugehörigen Messwerte über die Messuhr aufgenommen:</p> <pre>starting mechanical deformation test cycle 1 of 1 (1.0) force adjusted: 9 N (1.0) ##### 0.5469 mm +/- 0.1 um (1.1) force adjusted: 20 N (1.1) ##### 0.5418 mm +/- 0.2 um (1.2) force adjusted: 30 N (1.2) ##### 0.5345 mm +/- 0.2 um (1.3) force adjusted: 39 N (1.3) ##### 0.5293 mm +/- 0.2 um (1.4) force adjusted: 51 N (1.4) ##### 0.5239 mm +/- 0.3 um (1.5) force adjusted: 61 N (1.5) ##### 0.5211 mm +/- 0.2 um (1.6) force adjusted: 72 N (1.6) ##### 0.5182 mm +/- 0.1 um (1.7) force adjusted: 81 N (1.7) ##### 0.5162 mm +/- 0.1 um (1.8) force adjusted: 92 N (1.8) ##### 0.5143 mm +/- 0.1 um (1.9) force adjusted: 101 N (1.9) ##### 0.5127 mm +/- 0.1 um (1.10) force adjusted: 111 N (1.10) ##### 0.5111 mm +/- 0.1 um (1.11) force adjusted: 121 N (1.11) ##### 0.5098 mm +/- 0.1 um (1.12) force adjusted: 131 N (1.12) ##### 0.5084 mm +/- 0.1 um (1.13) force adjusted: 141 N (1.13) ##### 0.5072 mm +/- 0.1 um (1.14) force adjusted: 152 N (1.14) ##### 0.5057 mm +/- 0.1 um ... (1.57) force adjusted: -21 N (1.57) ##### 0.5626 mm +/- 0.1 um (1.58) force adjusted: -15 N (1.58) ##### 0.5572 mm +/- 0.1 um (1.59) force adjusted: 9 N (1.59) ##### 0.5401 mm +/- 0.1 um Total elapsed time: 843 s</pre> <p>Nach Abschluss der Messung fordert das Programm dazu auf, den Halter mit der Messuhr zurück in das Parkgestell zu bringen:</p> <pre>> move dial gauge to its parking position - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit</pre> <p>Wenn dies erfolgt ist, die Eingabetaste zur Bestätigung drücken:</p> <pre>> unscrew test object from sled - then hit <RET></pre> <p>Nun kann der Klemmhebel an der Aufnahme des Messschlittens geöffnet werden.</p> <p>Anschließend wiederum die Eingabetaste zur Bestätigung drücken:</p> <pre>> is sled position ok? [y][n]</pre>	<p><u>Info:</u> Die Zug- bzw. Druckkräfte werden nach der Initialisierungsphase zunächst anschwellend bis zu einem vordefinierten Maximum aufgebracht und schwellen danach wieder ab.</p> <p><u>Info:</u> Mit der Eingabe von „q“ oder „Q“ wird das Programm abgebrochen. Siehe hierzu Schritt h.</p>

Schritt	Hinweise
<p>Die Abfrage mit „n“ verneinen. Nun erscheint in der Kommandozeile eine Auswahlmöglichkeit, den Messschlitten entweder automatisch oder manuell zu positionieren:</p> <pre>> is sled position ok? [y][n] n > move actuator [m]anually or [a]utomatically:</pre> <p>Die Taste „a“ drücken (für automatische Positionierung). Der Schlitten fährt nun automatisch in die vorgegebene Messposition (Home-Position):</p> <pre>moving to home position (39.0 mm) ... ok</pre> <p>Anschließend erscheint folgende Meldung:</p> <pre>> unmount test object from end plate - then hit <RET></pre> <p>Nun kann der Prüfkörper aus der Vorrichtung entnommen werden. Wenn dies erfolgt ist, erneut die Eingabetaste zur Bestätigung drücken:</p> <pre>> move actuator to its central position? [y/n]</pre> <p>Die Abfrage mit „y“ beantworten. Der Prüfkörper wird nun in eine vordefinierte Position bewegt. Sobald dieser Vorgang abgeschlossen ist, erscheint folgende Meldung:</p> <pre>> power off and disconnect test object - then hit <RET></pre> <p>Am 4-Kanal Labornetzgerät die Taste „Output“ drücken (Licht geht aus), um den Prüfkörper stromlos zu schalten. Anschließend das Kabel am Prüfkörper abstecken. Wenn dies erfolgt ist, im Messprogramm die Eingabetaste drücken. Es erscheint die folgende Meldung:</p> <pre>> hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit</pre> <p>Für eine erneute Messung die Eingabetaste drücken (Programm springt zurück zu Schritt b). Durch Drücken der Taste „q“ oder „Q“ wird das Programm beendet.</p>	<p><u>Info:</u> Bei Eingabe von „y“ wird die aktuelle Schlittenposition beibehalten.</p> <p><u>Info:</u> Bei Eingabe von „n“ wird die aktuelle Position des Prüfkörpers beibehalten.</p>
<p>h. Beenden des Messprogramms</p> <p>Das Messprogramm kann bei Aufforderung in der Kommandozeile (siehe vorangegangene Schritte) mit den Tasten „q“ bzw. „Q“ beendet werden. Daraufhin erscheint folgende Meldung:</p> <pre>test stand control terminated regularly saving current motor position value ... ok closing USB connection to ACU ... ok closing dial gauge ... ok closing XBee ... ok exiting program</pre> <p>Anschließend muss das Terminalfenster manuell geschlossen werden (rotes Kreuz oben rechts im Fenster anklicken).</p>	

3.3 Ablauf der Messung bei weiteren Prüfkörperstellungen

Zusätzlich zur Standardmessung besteht die Möglichkeit, in zwei weiteren Stellungen des Prüfkörpers eine Spielmessung durchzuführen. Dies geschieht über ein separates Messprogramm, das im Vergleich zum Standardprogramm erweiterte Funktionen besitzt. Da viele Schritte mit denen im Standardprogramm identisch sind, werden im Folgenden nur diejenigen beschrieben, die davon abweichen bzw. zusätzlich auszuführen sind.

Schritt	Hinweise
<p>a. Programm „TestStandControl_3Pos“ am PC starten</p> <p>Das Programm startet über Klicken auf das entsprechende Icon auf dem Desktop. Daraufhin erscheint ein Terminalfenster für die Befehlseingabe über eine Kommandozeile:</p> <pre>testStandControl 0.9.8.3 started reading test configuration ... ok reading ACU configuration ... ok reading force control configuration ... ok reading dial gauge configuration ... ok XBee will be used in the test. opening USB connection to ACU ... ok transferring configuration data to ACU ... ok setting up dial gauge interface ... ok checking dial gauge readiness ... ok setting up XBee ... ok checking ACU on board voltages: * ACU supply voltage 13.1 V .. pass * digital components supply 5.0 V .. pass * sensor level shifting voltage 2.5 V .. pass * DC/DC converter supply 11.9 V .. pass * force sensor supply 24.0 V .. pass reading latest ACU motor position (48.09 mm) ... ok >> test stand is ready for requested operation</pre> <p>Der Prüfstand ist nun betriebsbereit.</p>	<p><u>Info:</u> Wie beim Standard-Messprogramm wird auch hier geprüft, ob die angeschlossene Hardware ordnungsgemäß angeschlossen und betriebsbereit ist. Dies wird ebenfalls über Statusmeldungen am Bildschirm ausgegeben. Bei fehlgeschlagener Prüfung wird das Programm beendet. Siehe Abschnitt 3.2, Schritt h.</p>
<p>b. Prüfkörper-ID übergeben</p> <p>Siehe Abschnitt 3.2, Schritt b.</p>	
<p>c. Positionieren des Messschlittens</p> <p>Siehe Abschnitt 3.2, Schritt c.</p>	
<p>d. Einsetzen und Befestigen des Prüfkörpers</p> <p>Siehe Abschnitt 3.2, Schritt d.</p>	
<p>e. Aufbringen der Schließkraft</p> <p>Siehe Abschnitt 3.2, Schritt e.</p>	
<p>f. Positionieren des Prüfkörpers an die erste Messstelle</p> <p>Der Prüfkörper wird vom Programm an die erste Messstelle bewegt. Dies geschieht stufenweise, da der Messschlitten entsprechend nachgeführt werden muss:</p>	

Schritt	Hinweise
<pre> moving actuator to test position 1 (10.0 mm) ... Busy flag: 0 Actuator current position: 16.000000 mm waiting until force control is in range ... ok Busy flag: 0 Difference between target and current position: 6.000000 Still not reached the position. We need to move (p = 12.000000) (int p = 12) Moving to position 12.000000 moving actuator to test position 1 (10.0 mm): 16.0 mm (F=-7 N) Busy flag: 0 Difference between target and current position: 2.000000 Going for final movement. Moving to position 10.000000 moving actuator to test position 1 (10.0 mm) ... ok Busy flag: 0 Reached actuator position 10.0 mm </pre> <p>Nach Erreichen der Messposition fordert das Programm dazu auf, den Messuhrenhalter auf die Vorrichtung zu setzen. Ab hier nach Abschnitt 3.2, Schritt f fortfahren.</p>	
<p>g. Durchführung der Spielmessung</p> <p>Der Ablauf der Spielmessung erfolgt zunächst identisch nach Abschnitt 3.2, Schritt g.</p> <p>Nach Abschluss der Messung fordert das Programm dazu auf, den Halter mit der Messuhr zurück in das Parkgestell zu bringen:</p> <pre>> move dial gauge to its parking position - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit</pre> <p>Wenn dies erfolgt ist, die Eingabetaste zur Bestätigung drücken.</p>	
<p>h. Positionieren des Prüfkörpers an die zweite Messstelle</p> <p>Der Prüfkörper wird nun vom Programm an die zweite Messstelle bewegt. Dies geschieht ebenfalls stufenweise:</p> <pre> > move dial gauge to its parking position - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit moving actuator to test position 2 (15.0 mm) ... Busy flag: 0 Actuator current position: 10.000000 mm waiting until force control is in range ... ok Busy flag: 0 Difference between target and current position: 5.000000 Still not reached the position. We need to move (p = 14.000000) (int p = 14) Moving to position 14.000000 moving actuator to test position 2 (15.0 mm): 10.0 mm (F=8 N) Busy flag: 0 Difference between target and current position: 0.996094 Going for final movement. Moving to position 15.000000 moving actuator to test position 2 (15.0 mm) ... ok Busy flag: 0 Reached actuator position 15.0 mm > fix and adjust dial gauge - then hit <RET> to continue, 'q' or 'Q' to quit </pre> <p>Nach Erreichen der Messposition fordert das Programm erneut dazu auf, den Messuhrenhalter auf die Vorrichtung zu setzen.</p>	

Schritt	Hinweise
Ab hier wieder nach Abschnitt 3.2, Schritt f fortfahren bis das Messprogramm beendet ist.	

4 Fehlfunktionen und deren Behebung

In diesem Abschnitt werden bisher bekannte Fehlfunktionen aufgeführt und Maßnahmen zu deren Behebung vorgeschlagen.

Fehlfunktionen an der Messvorrichtung	Maßnahme
Bisher keine bekannt	

Fehlfunktionen am Netzgerät für die Messvorrichtung	Maßnahme
Bisher keine bekannt	

Fehlfunktionen am Netzgerät für Prüfkörper	Maßnahme
Bisher keine bekannt	

Fehlfunktionen an der Messuhr	Maßnahme
Auf dem Display wird „Err“ angezeigt	Messuhr aus- und wieder einschalten

Fehlfunktionen am XBee-Modul	Maßnahme
Verbindungsprobleme mit Prüfkörper	Modul vom USB-Anschluss trennen und wieder verbinden

Fehlfunktionen am QR-Code-Lesegerät	Maßnahme
Bisher keine bekannt	

Fehlfunktionen im Messprogramm	Maßnahme
Bisher keine bekannt	

5 Anhang

5.1 Betriebsanleitungen für Netzgeräte