

**Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Tübingen**

**Abteilung Poliklinik für Kieferorthopädie  
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. G. Göz**

**Darstellung und Normwertdefinition der räumlichen  
und zeitlichen Abfolge von Lippenbewegungen bei  
Sprachsequenzen durch die elektromagnetische  
Artikulographie**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnheilkunde**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard-Karls-Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von**

**Bernd Klaus Koos**

**aus**

**Trier**

**2008**

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. G. Göz

2. Berichterstatter: Professor Dr. G. Gomez-Roman

Für  
Karin, Christine und Klaus

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Studienpopulation .....	5
2.1.2 Beschreibung des Messsystems .....	7
2.1.2.1 Hardware .....	7
2.1.2.2 Software.....	10
2.1.2.3 Messgenauigkeit.....	11
2.1.2.4 Fehlerquellen der Messaufnahme .....	12
<b>2.2 Methoden .....</b>	<b>13</b>
2.2.1 Vorbereitung der Messung.....	13
2.2.1.1 Dokumentation.....	13
2.2.1.2 Erstellung einer Kunststoffschiene zur Kauebenenregistrierung .....	13
2.2.1.3 Vorbereitung und Kalibrierung des Artikulographen.....	14
2.2.1.4 Vorbereitung des Probanden für die Messung.....	14
2.2.2 Messung: Aufzeichnungsphasen .....	16
2.2.2.2 Aufzeichnung der Gaumenkontur.....	17
2.2.2.1 Registrierung der Kauebene.....	17
2.2.2.3 Aufzeichnung der Sprachsequenzen .....	17
2.2.2.4 Schlucksequenzen .....	19
2.2.2.5 Ruhephase mit individuellen Schluckakten .....	19
2.2.3 Nachbereitung der Messung.....	19
2.2.3.1 Entfernen der Empfängerspulen.....	19
2.2.3.2 Messdaten konvertieren .....	19
2.2.4 Bearbeitung der konvertierten Messdaten.....	19
2.2.4.1 Akustik-Dateien.....	20
2.2.4.2 Kinematik Dateien – Gaumenkontur .....	20
2.2.4.3 Kinematik Dateien – Kauebene .....	20
2.2.4.4 Kinematik Dateien – Sprachsequenzen .....	20
2.2.4.5 Kinematik Dateien – Schlucksequenzen (Ruhephase).....	21
2.2.4.6 Nivellierung der Referenzpunkte .....	21
2.2.4.7 Ausrichtung der Messdaten.....	23
2.2.4.8 Filtern der Akustik-Dateien .....	24
2.2.4.9 Filtern der Kinematik Dateien .....	24
2.2.5 Auswertung der bearbeiteten Dateien .....	25
2.2.6 Definition der Auswertungsvariablen .....	27
2.2.7 Statistische Auswertung.....	29
2.2.7.1 Messfehler .....	29
2.2.7.2 Messfehler Kategorien.....	30
2.2.7.3 Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien .....	31
2.2.7.4 Messfehler Kovarianzanalysen.....	31
2.2.7.5 Messfehler Oneway Analyse .....	33
2.2.7.6 Messwerte Oneway Analyse .....	34
2.2.7.7 Definition der Normwerte.....	34
<b>3. ERGEBNISSE.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Messfehler.....</b>	<b>35</b>
3.1.1 Distanzen .....	35

3.1.2 Winkel .....	44
3.1.3 Zeitspannen .....	48
<b>3.2 Messfehler Kovarianzanalysen .....</b>	<b>53</b>
3.2.1 Distanzen .....	53
3.2.1.1 Gesamtmodell.....	53
3.2.1.2 Einzelmodell Sweep .....	56
3.2.1.3 Einzelmodell Variable .....	58
3.2.1.4 Einzelmodell Position .....	60
3.2.1.5 Einzelmodell Geschlecht .....	61
3.2.2 Winkel .....	63
3.2.2.1 Gesamtmodell.....	63
3.2.2.2 Einzelmodell Sweep .....	66
3.2.2.3 Einzelmodell Variable .....	68
3.2.2.4 Einzelmodell Position .....	69
3.2.2.5 Einzelmodell Geschlecht .....	71
3.2.3 Zeitspannen .....	72
3.2.3.1 Gesamtmodell.....	72
3.2.3.2 Einzelmodell Sweep .....	76
3.2.3.3 Einzelmodell Variable .....	77
3.2.3.4 Einzelmodell Position .....	79
3.2.3.5 Einzelmodell Geschlecht .....	80
<b>3.3 Messfehler Oneway .....</b>	<b>82</b>
3.3.1 Distanzen .....	82
3.3.2 Winkel .....	82
3.3.3 Zeitspannen .....	84
<b>3.4 Messwerte Oneway .....</b>	<b>85</b>
3.4.1 Einfluss der Position .....	85
3.4.1.1 Distanzen.....	85
3.4.1.2 Winkel .....	85
3.4.1.3 Zeitspannen .....	86
3.4.2 Einfluss des Geschlechts.....	86
3.4.2.1 Distanzen.....	86
3.4.2.2 Winkel .....	99
3.4.2.3 Zeitspannen .....	100
<b>3.5 Definition Normwerte .....</b>	<b>104</b>
3.5.1 Distanzen .....	104
3.5.2 Winkel .....	113
3.5.3 Zeitspannen .....	115
<b>4. DISKUSSION .....</b>	<b>119</b>
<b>4.1 Beurteilung der Methode .....</b>	<b>119</b>
<b>4.2 Diskussion der Ergebnisse .....</b>	<b>121</b>
4.2.1 Messfehler.....	121
4.2.1.1 Distanzen.....	122
4.2.1.2 Winkel .....	122
4.2.1.3 Zeitspannen .....	123

# INHALTSVERZEICHNIS

---

4.2.2 Kovarianzanalysen - Messfehler.....	124
4.2.2.2 Messfehler Distanzen .....	124
4.2.2.2 Messfehler Winkel .....	125
4.2.2.3 Messfehler Zeitspannen .....	126
4.2.3 Oneway Analysen - Messfehler .....	127
4.2.3.1 Einfluss Position / Distanzen .....	127
4.2.3.2 Einfluss Position/Winkel .....	128
4.2.3.3 Einfluss Position / Zeitspannen .....	128
4.2.4 Oneway Analysen - Messwerte .....	128
4.2.4.1 Einfluss Position / Distanzen .....	128
4.2.4.2 Einfluss Position / Winkel .....	129
4.2.4.3 Einfluss Position / Zeitspannen .....	129
4.2.4.4 Einfluss Geschlecht / Distanzen .....	129
4.2.4.5 Einfluss Geschlecht / Winkel .....	130
4.2.4.6 Einfluss Geschlecht / Zeitspannen .....	130
4.2.4.7 Normwertdefinition.....	130
<b>4.3 Schlussfolgerung .....</b>	<b>131</b>
<b>5. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>132</b>
<b>6. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>134</b>
<b>7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>139</b>
<b>8. TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>143</b>
<b>9. ANHANG.....</b>	<b>144</b>
<b>9.1 Tabellen Messfehler .....</b>	<b>144</b>
9.1.1 Messfehler Winkel.....	144
9.1.2 Messfehler Distanzen, Kovarianzanalyse.....	148
9.1.3 Messfehler Winkel, Kovarianzanalyse .....	149
9.1.4 Messfehler Zeitspannen, Kovarianzanalyse .....	151
<b>9.2 Tabellen Oneway Analyse/Messfehler.....</b>	<b>153</b>
9.2.1 Einfluss Position/Distanzen.....	153
9.2.2 Einfluss Position/Winkel.....	171
9.2.3 Einfluss Position/Zeitspannen.....	176
<b>9.3 Tabellen Oneway Analyse/Messwerte .....</b>	<b>184</b>
9.3.1 Einfluss Position/Distanzen.....	184
9.3.2 Einfluss Position/Winkel.....	202
9.3.3 Einfluss Position Zeitspanne.....	208
9.3.4 Einfluss Geschlecht/Distanzen .....	216
9.3.5 Einfluss Geschlecht/Winkel.....	222
9.3.6 Einfluss Geschlecht Zeitspannen.....	227

<b>9.4 Fragebogen zur Erfassung relevanter Daten .....</b>	<b>232</b>
<b>9.5 Probandeninformation .....</b>	<b>237</b>
<b>9.6 Einverständniserklärung .....</b>	<b>239</b>
<b>10. DANKSAGUNG .....</b>	<b>240</b>
<b>11. LEBENSLAUF .....</b>	<b>241</b>

## 1. Einleitung

Die Lippen sind als wichtiger Teil des stomatognathen Systems und als existentieller Bestandteil des menschlichen Stimmbildungsapparates allgegenwärtige Bestandteile in der täglichen Arbeit des Zahnarztes, des Kieferorthopäden und des Logopäden. Dyskinesien der Lippen beeinflussen das Auftreten von pathologischen orthodontischen Befunden, die kieferorthopädische Therapie und die Stabilität kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse<sup>9;14;17;34;38;42;44;48;50</sup>. Ihr präziser Bewegungsablauf sowie Wechselwirkungen während der Lautbildung sind jedoch noch kaum erforscht.

Die präzise räumliche und zeitliche Analyse von Lippenbewegungen ist sehr schwierig<sup>14;50</sup>. Ausschließlich die Videoanalyse, optoelektrische Systeme (ELITE, Bioengineering Technology & Systems, Italy)<sup>19</sup>, die Registrierung der Bewegung mit Dehnungsmessstreifen<sup>8;16</sup> und die elektromagnetische Artikulographie (EMA) können hier zum Einsatz kommen. Die Videoanalyse hat zwar den Vorteil, dass sie vollkommen berührungsfrei arbeitet, mit ihr kann jedoch nicht annähernd die umfassende räumliche Darstellung und Präzision der EMA erreicht werden. Optoelektrische Systeme und Dehnungsmessstreifen bieten nicht die Möglichkeit der hohen Messgenauigkeit und die enge Verknüpfung von Kinematik und Akustik in der Daueraufzeichnung. Verfahren zur Kraftmessung von Lippen- und Zungendruck können allenfalls als ergänzend in der Analyse der Lippenbewegungen angesehen werden<sup>20;43</sup>. Ein Gerät hierfür ist der Myometer 160 der Fa. Ortho-Walker (Zufikon-Schweiz) zur reinen Kraftmessung des Lippen- und Zungendrucks. Verfahren wie die Sonographie, die zwar zur Untersuchung der Zungenbewegung eingeschränkt möglich sind, eignen sich für die Analyse der Lippenbewegung nicht<sup>24;28;32;35;36;37</sup>. Gleiches gilt für X-Ray Microbeam Verfahren<sup>26;27;49</sup>. Hier stellt insbesondere die Strahlenbelastung einen stark limitierenden Faktor dar.

Bei der EMA ist es notwendig, mit Hilfe von gewebefreundlichem Histoacryl-Kleber jeweils eine winzige Empfängerspule auf die Lippen zu kleben. Darüber hinaus trägt der Proband einen Messhelm mit den Senderspulen. Der Untersuchte fühlt sich durch diese Messapparatur nur minimal in seiner normalen Bewegungsfreiheit eingeschränkt.



Anders als bei vielen in der Medizin gebräuchlichen Darstellungsverfahren, exemplarisch seien hier die radiologischen Bildgebungsverfahren genannt, ist von der EMA ausgehend kein Gefährdungspotential zu erwarten. Leidgeb<sup>31</sup> wertete retrospektiv 39 Studien bis in das Jahr 1979 aus. Hierunter enthalten sind Kohortenstudien, Fall-Kontroll-Studien und Proportionalitätsstudien. Er kommt zu dem Schluss, dass „die zeitliche Entwicklung der Ergebnisse eher die Hypothese unterstützt, wonach kein Risiko zu erwarten oder es zumindest kleiner ist, als es derzeit angenommen wird“. Die EMA ist somit als ein vollständig non-invasives Verfahren anzusehen. Mit der Elektromagnetischen Artikulographie steht, wie im weiteren Verlauf gezeigt wird, ein präzises und objektives Messverfahren zur Verfügung.

Gegenstand dieser Dissertation ist die genaue metrische Erfassung und Analyse der Bewegungen der Ober- und Unterlippe bei den Konsonant - Vokal - Konsonant Sequenzen (CVC) mepape, mepepe, mepipe, mepope und mepupe. Übergeordnetes Ziel ist es, darzustellen ob dieses Messverfahren insgesamt und für die oben genannten Sequenzen geeignet ist. Weiteres Ziel ist die Analyse der jeweiligen einzelnen CVC-Sequenz in ihrem Ablauf und der Vergleich der Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Sequenzen miteinander. Hierbei steht im Vordergrund, wie sich dabei die zeitlichen und räumlichen Zusammenhänge der jeweiligen Lautbildung abzeichnen und ob die Bewegungsmuster der Lippen bei der Lautbildung von verschiedenen Körperhaltungen oder dem Geschlecht abhängig sind. Die Messungen werden jeweils in aufrechter sowie in entspannter Position wiederholt.

Es wird konkret die Frage nach der Güte der gemessenen Werte in Abhängigkeit zu ihrem Messfehler gestellt.

Im Anschluss werden folgende Kernfragen gestellt:

- Wie stellt sich die Güte der gemessenen Werte in Abhängigkeit zu ihrem Messfehler dar?
- Ist der Messfehler von der Position des Probanden abhängig?
- Ist der Messfehler vom Geschlecht abhängig?

- Welche Einflussfaktoren auf den Messfehler sind bekannt und welches Gewicht hat der jeweilige Einflussfaktor?
- Hat die Position einen Einfluss auf den wahren Wert?
- Hat das Geschlecht einen Einfluss auf den wahren Wert?

Abschließend soll unter Einbeziehung aller soeben genannten Fragen eine Normwerttabelle für die Lippenbewegung in den Bereichen Distanzen, Zeitspannen und Winkel erstellt werden.

In der Diskussion erfolgt eine Gegenüberstellung der Ergebnisse der CVC-Sequenzen zu den VCV-Sequenzen.

Bei der Auswahl der Probanden wurde durch kompromisslosen Ausschluss aller die Lippenbewegungen eventuell beeinflussenden Störfaktoren versucht, eine Studienpopulation zu erstellen, deren Ergebnisse eine Normwertdefinierung der physiologischen Lippenbewegungen bei den o.g. CVC-Sequenzen zulassen.

Als langfristiges Ziel gilt es mit dieser Dissertation die Grundlage zu bilden, die EMA später bei der Aufzeichnung von Lippenbewegungen für verschiedene Diagnostik- und Therapieformen nutzen zu können. Ein Beispiel ist die frühzeitige Diagnostik bei heranwachsenden Kindern. Hier könnten Fehlbewegungen rechtzeitig erkannt und mit Hilfe der Logopädie oder kieferorthopädischer Behandlung korrigiert werden. Dentale oder skelettale Folgeschäden, bzw. Entwicklungsdefizite könnten so vermieden werden. Ein weiteres Beispiel ist der Patient mit Störung der Lippenbewegung bei orofazialer Dysfunktion in der Therapie. Die EMA könnte im Rahmen einer Biofeedbacktherapie dem Logopäden und dem Arzt eine verbesserte Therapie ermöglichen. Darüber hinaus ist die EMA prinzipiell durch ihre Präzision und Objektivität ideal für Verlaufsdokumentation von logopädischen oder kieferorthopädischen Behandlungen geeignet.

Der Inhalt dieser Dissertation ist Teil der Forschungsgruppe EMA, Kieferorthopädische Abteilung der Universität Tübingen, Horn et al., bei der bei 33 Pro-

banden VCV-Sequenzen, CVC-Sequenzen, Wasserbolusschlucken, Leerschlucken und ein gesprochener Text aufgezeichnet und analysiert wurden.

Die Zungenbewegungen bei VCV-Sequenzen in ihrer räumlichen und zeitlichen Darstellung werden in zwei unterschiedlichen Dissertationen parallel untersucht und veröffentlicht<sup>29;51</sup>.

Die Untersuchung der Schlucksequenzen und des gesprochenen Textes erfolgt im Anschluss.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Material**

#### **2.1.1 Studienpopulation**

Die Studienpopulation wird von 25 Probanden gebildet, davon 11 männlich und 14 weiblich. Der Median des Durchschnittsalters, zum Zeitpunkt der Untersuchung, lag bei 25,6 Jahren, der Interquartilsabstand betrug 1,4. Der älteste Teilnehmer war 29,1 Jahre und der Jüngste 23,1 Jahre alt.

Übersicht der Kriterien:

- Alter: 20 – 30 Jahre
- Neutralbisslage beidseitig
- Ungefähr gleiche Anzahl männlich und weiblich
- Physiologisches Schluck- und Sprechmuster
- Keine festsitzende kieferorthopädische (Retentions-) Apparatur
- Körperlich gesund
- Gute Mitarbeit und Motivation
- Keine Sprach- und Schluckprobleme
- Korrekte Aussprache der jeweiligen Worte (Texte), keine dialektische Färbung der Aussprache
- Keine prothetische Versorgung außer Einzelzahnkronen
- Vorhandener Frontzahnkontakt
- Maximal ein geringfügiger frontaler Engstand
- Funktionell unauffällig (insbesondere: somatisches Schluckmuster, kein Sigmatismus)
- Kein Kreuzbiss oder Nonokklusion
- Kein seitlich oder frontal offener Biss
- Alle Wachstumsmuster möglich
- Keine Craniomandibuläre Dysfunktion
- Entfernung von intra-, perioralen Piercings vor der Aufzeichnung

### Orthopädisch:

- Anamnestisch ohne Wirbelsäulendeformitäten (z.B. Skoliose, etc.) und ohne akute Beschwerden
- Ohne Gehhilfen
- Keine Beeinträchtigung der Extremitäten

### Medikamente:

- Keine zentral wirksamen Medikamente
- Kein Alkohol

### Grunderkrankungen

- Keine motorischen Grunderkrankungen
- Keine zentralnervösen Erkrankungen
- Keine psychischen Erkrankungen

Die Probanden wurden alle aus dem privaten Umfeld der Forschungsgruppe rekrutiert, sie waren keine Patienten des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Alle Teilnehmer wurden vor der Rekrutierung durch den Leiter der Forschungsgruppe, Dr. Hansjörg Horn, auf ihre Eignung hin untersucht. Die Ergebnisse wurden in einem für die Studie konzipierten Untersuchungsbogen (siehe Anhang: 9.4) dokumentiert. Der Fragebogen wurde auf der Basis des DGKFO Fragebogens entwickelt. Begleitend zu dieser Untersuchung erfolgte die Aufklärung über die Studie durch Dr. Horn und die schriftliche Einverständniserklärung (siehe Anhang: 9.6) des Probanden zur Teilnahme an der Studie sowie die Übergabe der schriftlichen Studieninformation (siehe Anhang: 9.5) an den Probanden.

In den Untersuchungsbögen wurde dokumentiert, dass 19 Probanden in ihrer Vergangenheit kieferorthopädisch behandelt wurden, darunter waren 10 Behandlungen mit festsitzenden Apparaturen sowie 9 mit herausnehmbaren Apparaturen. Eine funktionskieferorthopädische Behandlung wurde bei 4 Probanden durchgeführt. Bei zwei Probanden wurde eine systematische Reihenextraktion nach Hotz durchgeführt. Zwei Probanden wiesen ein leichtes Ankyloglosson auf. Dieses schränkte die Zungenmotorik nicht ein und war nicht therapiebe-

dürftig. Eine logopädische Behandlung wurde bei 4 Probanden in der Vergangenheit durchgeführt, einer zur Ergänzung seiner gesanglichen Ausbildung, einer auf Grund von Legasthenie und zwei auf Grund von kindlichen Sprachentwicklungsstörungen.

Im Verlauf der Bearbeitung der Daten und der Auswertung kam es bei 8 Probanden zu drop outs. Grund hierfür waren Fehler im Messablauf, wie defekte Aufzeichnungen oder Dateien, unbemerktes Ablösen von Spulen und durch Kriterien, die im Nachhinein nicht erfüllt wurden (aufgrund falscher Angaben des Probanden).

### **2.1.2 Beschreibung des Messsystems**

#### **2.1.2.1 Hardware**

Das Messsystem ist der Artikulograph der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen<sup>22</sup>. Er stellt eine Weiterentwicklung des Artikulographen der Firma Carstens Medizinelektronik GmbH dar<sup>7</sup>. Der Artikulograph besteht aus folgenden drei Komponenten: Messhelm mit Senderspulen und Empfängerspulen, Verstärkereinheit und Rechneinheit. Eine Abnahme bzw. Prüfung des Artikulographen gemäß MedGv bzw. MPG wurde vom TÜV-Stuttgart durchgeführt.

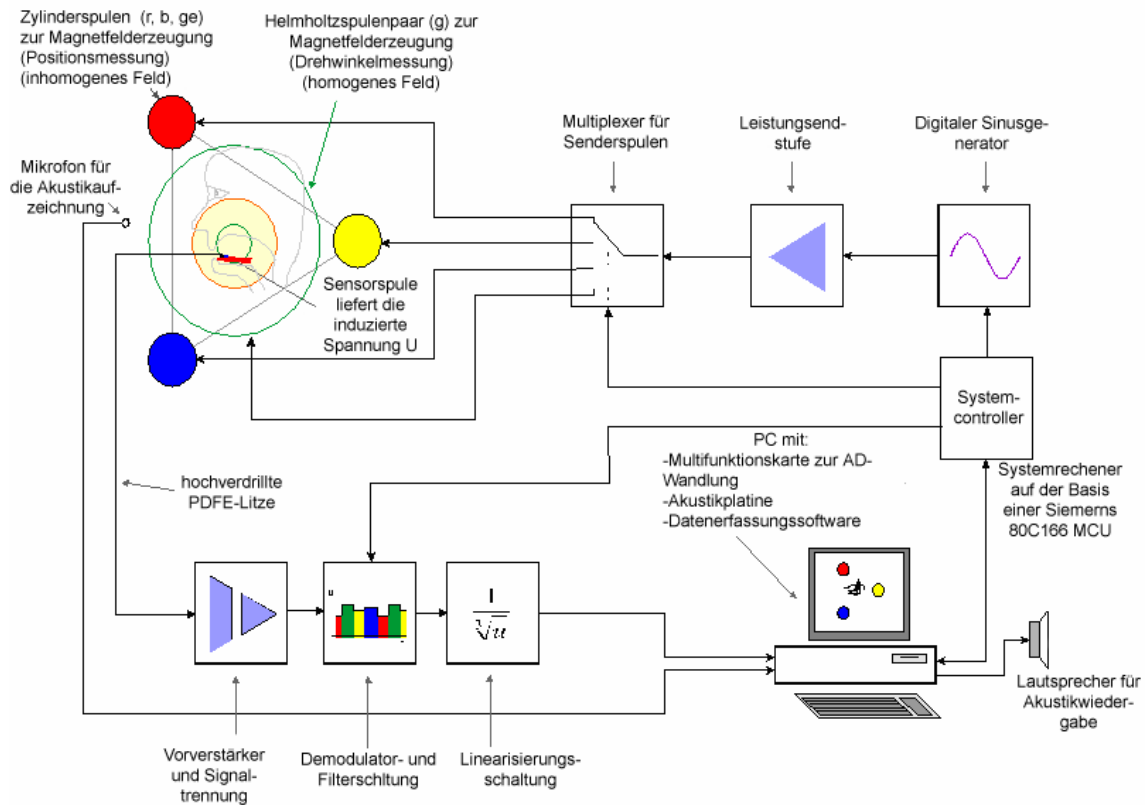


Abbildung 1: Skizze des Mess-Systems Artikulograph<sup>22</sup>

Der Messhelm ist auf der Basis eines Fahrradsturzhelmes Typ Giro (CE Kennzeichnung (CE96)) aufgebaut. Dies ermöglicht einen sicheren und komfortablen Sitz, der durch Klettverschlusspolster und eine individuell verstellbare Nasenstütze den verschiedenen Kopfformen angepasst werden kann. Auf dem Helm ist eine Senderspuleneinheit in Form eines gleichseitigen Dreiecks mit einer Kantenlänge von 400 mm aus Karbonstangen aufgebaut. Das Gewicht des Messhelmes beträgt 1300 g.

In der Messapparatur sind 3 Senderspulen an Stirn, Nacken und Kinn angebracht. Sie erzeugen ein inhomogenes Magnetfeld zur Positionsmessung. Im Karbongestänge wird durch ein Helmholtzspulenpaar ein viertes, homogenes Magnetfeld erzeugt. Durch dieses Magnetfeld ist es möglich, eine Verdrehung der Spulen im Magnetfeld zu messen. Die Spulen senden im Zeitmultiplex. 3 Zeitabschnitte werden hierbei für die Positionsmessung genutzt, der 4. Zeitabschnitt zur Drehwinkelermessung der Empfängerspulen. Alle Senderspulen sen-

den mit derselben Frequenz von 25.22 kHz. In diesem Feld werden Empfängerspulen positioniert. Durch Miniaturinduktivität wird am Sensor eine Spannung  $u_x$  erzeugt. Sie ist charakteristisch für die Position im Magnetfeld.

Die magnetische Flussdichte im Messfeld beträgt maximal 400uT.

Im Magnetfeld der Positionssenderspulen besteht die Abhängigkeit:

$$u_x = k / r_x^3$$

( $u$  = Messgröße am Sensor(Empfängerspule);  $k$  = Proportionalitätskonstante;

$r_x$  = Abstand zur Senderspule  $x$  mit  $x$ : {1,2,3}.

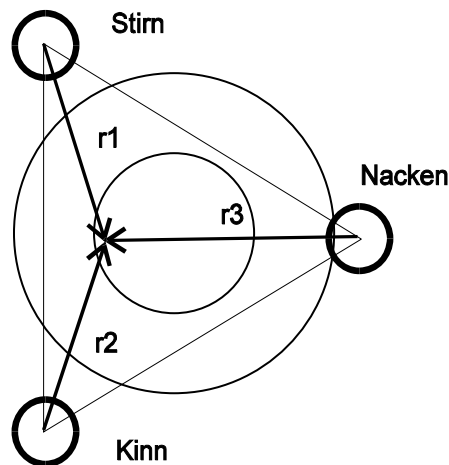


Abbildung 2: Magnetfeld der Positionssenderspulen<sup>22</sup>

Dies gilt jedoch nur, wenn Sender und Empfängerspule parallel ausgerichtet sind. Während einer Messung werden die Empfängerspulen häufig um den Winkel  $\alpha$  verdreht, somit nimmt die Messgröße  $u_x$  mit dem Faktor  $\cos(\alpha)$  ab. Das homogene Magnetfeld des Helmholtzspulenpaares erfasst den Winkel  $\alpha$ . Hierdurch kann das Messsystem die Spulenverdrehung direkt korrigieren.

Die Empfängerspulen wurden in dieser Studie intra- und extraoral mit medizinischem Gewebekleber vom Typ Histoacryl (CE0123 (93/42/EWG)) befestigt.



## Spulenbezeichnungsliste:

1	Zungenspitze:	0 cm
2	Zungenrücken:	2 cm dorsal
3	Zungenrücken:	4 cm dorsal
4	Gingiva OK:	cranial der Interdentalpapille zwischen 11 und 21
5	Gingiva UK:	caudal der Interdentalpapille zwischen 31 und 41
6	Oberlippe:	(Grenze Lippenweiß/ Lippenrot) Rücken des Amorbogens
7	Unterlippe:	(Grenze Lippenweiß/ Lippenrot) Korrespondierend zum Bauch des Amorbogens Oberlippe
8	Nasentrücken	
9	Anteriore Kauebene	
10	Sweep 1: Posteriore Kauebene	
10	Sweep 2: Gaumenkontur	

**Tabelle 1: Spulenbezeichnungsliste**

Parallel zur Positionsmessung erfolgt über 2 statische Mikrofone eine Aufzeichnung von Audiosignalen und Referenzsignalen. Dynamische Mikrofone sind aufgrund ihres magnetischen Funktionsprinzips ungeeignet. Die verwendeten Mikrofone sind, mit einem Stereo-Audiointerface mit 16 Bit Amplitudenauflösung und einem Frequenzbereich von 5 kHz bis 44 kHz mit individuell einstellbarer Samplingrate, ideal für die parallele Aufzeichnung der Akustik geeignet.

Alternativ zu dem Erwachsenenhelm ist auch ein Kinderhelm vorhanden. Dieser Kinderhelm trägt eine Senderspuleinheit im gleichseitigen Dreieck mit einer Kantenlänge von 340 mm.

### 2.1.2.2 Software

Die Software zur Kalibrierung, Messung, Vorverarbeitung, Sichtung und Exportierung der Daten des Messsystems ist AGMDE.EXE (Scholl, Th., KFO, UKT Tübingen). Die graphische Darstellung und Auswertung erfolgt über das Programm Artikulograph, die Konvertierung in eine für das Statistikprogramm verarbeitbare Form über ein dazugehöriges Statistikmodul (Scholl, Th., Schaupp, E., Horn, H., Koos, B., KFO, UKT) im CAD- Programm Igor-Pro (Wavemetrics). Die statistische Auswertung erfolgt über das Programm JMP IN, Release 5.1 (SAS Institute Inc.).

### 2.1.2.3 Messgenauigkeit

Im Oktober 1998 wurde eine Studie zur Erfassung der Messgenauigkeit durchgeführt (Horn, H. und Scholl, Th., KFO Uni Tübingen)<sup>23</sup>. Hierfür wurden 588 Sweeps (Aufnahme) gemessen. Für jeden Sweep wurden aus 100 Messpunkten ein Mittelwert sowie eine Standardabweichung berechnet. Die Sollwerte waren durch ein Messraster von 140 mm x 140 mm im Zentrum des Helmes vorgegeben. In dem Messraster wurden 49 exakt reproduzierbare Messpunkte jeweils mit einer Spulenverdrehung von 0°, 10°, 20° und 30° und mit Seitenabweichungen von 0 mm, 10 mm und 20 mm gemessen. Aus der Abweichung der Mittelwerte vom Sollwert wurde der Messfehler errechnet. Es zeigt sich, dass der Messfehler von der Spulenverdrehung nur minimal beeinflusst wird, eine Seitenabweichung beeinflusst den Messfehler stark.

Die Standardabweichungen, d.h. das Messrauschen war in allen Einstellungen kleiner als 0,2 mm. Der Messfehler des Artikulographen im optimalen Messbereich beträgt 0,12 mm.

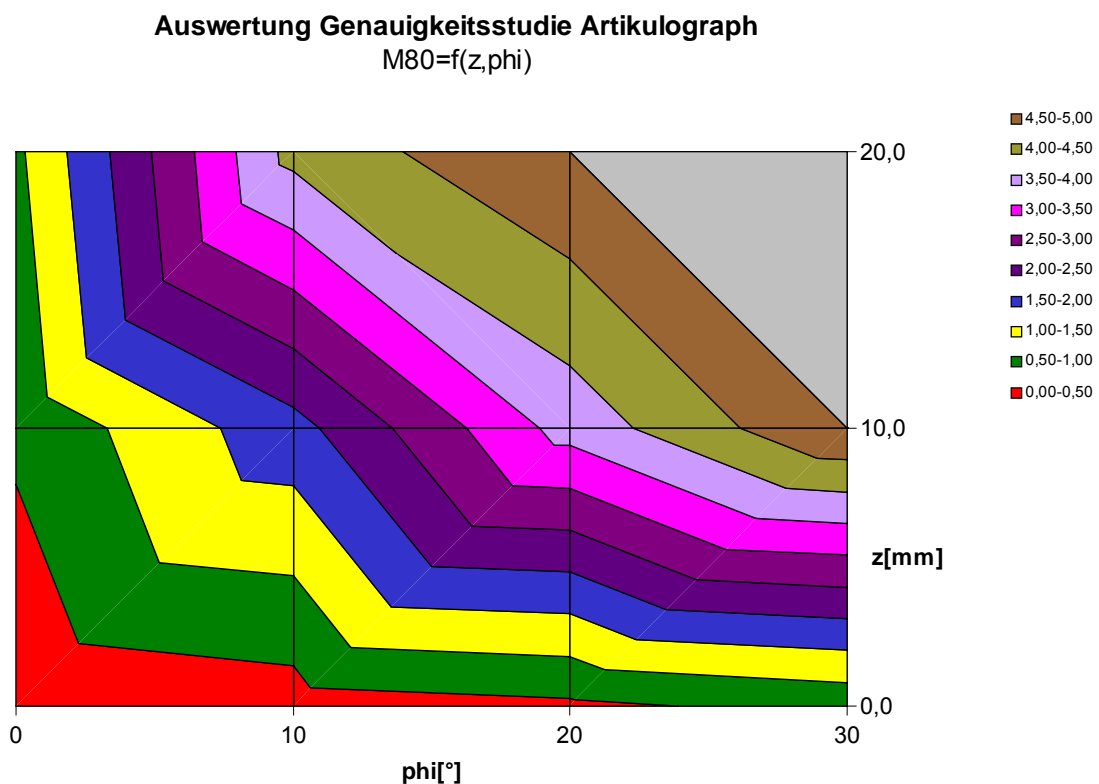


Abbildung 3: graphische Darstellung der Messgenauigkeit, Horn, H., Scholl, Th.

### 2.1.2.4 Fehlerquellen der Messaufnahme

Um die Einwirkung von äußeren Einflüssen auf die Messung möglichst gering zu halten, ist es unbedingt notwendig, die Vorbereitungs- und Kalibrierungsschritte genau einzuhalten. Fehler in dieser vorbereitenden Phase beeinflussen die gesamte Messgenauigkeit entscheidend. Eine nicht ausreichende Vorwärmzeit des Artikulographen resultiert in einer höheren Temperaturdrift, dies führt zu erhöhten Toleranzen und kann zu unerwünschtem nicht linearem Verhalten der Bauelemente führen. Dies gilt analog für die Umgebungstemperatur. Auch hier können Temperaturschwankungen beeinflussen (direkte Sonneneinstrahlung, geöffnete Fenster).

Eine sichere Passform des Helmes ist sehr wichtig um, ein Verrutschen des Helmes zu verhindern. Dies verursacht eine Verschiebung des Magnetfeldes der Senderspulen um die weiterhin unveränderten Empfängerspulen und führt zu deutlich veränderten Messwerten. Gleiches gilt für die Verbindungsdrähte zu den Empfängerspulen. Sind diese nicht lang genug oder nicht frei beweglich, können sie die Bewegungsfreiheit der Zunge einschränken. Ein unsauberes Kleben der Spulen kann zu unerwünschten Seitenabweichungen und Rotationen führen oder ein Ablösen der Spulen begünstigen. Im Hinblick auf die Messgenauigkeit von ca. 0,1 mm ist eine absolut exakte Repositionierung nicht realisierbar. Im Zusammenhang hiermit spielen auch die unterschiedlichen Schleimhaut- und Hautresilienzen eine große Rolle. Allein die Tatsache, dass Spulen intra- und extraoral befestigt wurden und der Proband einen Messhelm trägt, lässt den Schluss zu, dass der Proband nicht seine völlig unbeeinflusste Bewegung ausführt. Dies stellt auch eine Fehlerquelle dar. Bei einer ungünstigen Positionierung des Helmes und des Karbongestänges ist es möglich, dass die Konstruktion auf die Schultern des Probanden stößt. Hieraus resultiert eine Bewegungseinschränkung oder ein Verrutschen der Messapparatur.

Da das Messsystem auf dem Funktionsprinzip von elektromagnetischen Feldern beruht, kann jedes externe elektromagnetische Feld potentiell die Messung stören. Insbesondere Mobiltelefone oder schnurlose Telefone sind hier zu erwähnen.

Während der Messung werden bei Sprachsequenzen Audiosignale mit aufgezeichnet. Umgebungsgeräusche können hier die exakte Zuordnung von akustischen Ereignissen zu der Kinematik beeinflussen. Ebenso wirken sich elektronische Bauteile auf die Audioaufzeichnung aus. Bekannt ist Pfeifen durch Übersteuern der Senderendstufe oder ein Brummen durch diverse Stromkreise.

Auch der Proband selbst stellt eine Fehlerquelle dar. Trotz strenger Einschlusskriterien ist eine potentielle Beeinflussung der orofazialen Muskulatur, wie etwa durch Unkonzentriertheit oder Müdigkeit, nicht auszuschließen.

## **2.2 Methoden**

### **2.2.1 Vorbereitung der Messung**

#### **2.2.1.1 Dokumentation**

Es werden mit Alginat Abformungen von Ober- und Unterkiefer genommen und Studienmodelle aus Superhartgips erstellt. Die Studienmodelle werden nach kieferorthopädischen Richtlinien getrimmt und beschriftet.

#### **2.2.1.2 Erstellung einer Kunststoffschiene zur Kauebene registrierung**

Es wird passend zum Zahnbogen des Oberkiefers eine Kunststoffschiene erstellt. Die Kunststoffschiene dient der Kauebene registrierung und wird mit Retentionen für eine anteriore und eine posteriore Empfängerspule, sowie für okklusale Stopps im Frontzahnbereich und im Bereich der ersten Molaren versehen. Die okklusale Stopps wurden zuvor mit Futar D (Kettenbach GmbH & Co. KG, Eschenburg, Deutschland) auf den vorliegenden Modellen erstellt und anschließend auf ihre exakte Reposition am Probanden überprüft. Bei exakter Passung wurde dabei am Modell die Oberkiefermittellinie auf die Kunststoffschiene übertragen und auf dieser die Empfängerspulen anterior hinter den Frontzähnen und posterior an der dorsalen Begrenzung des harten Gaumens mit Sekundenkleber fixiert.

### **2.2.1.3 Vorbereitung und Kalibrierung des Artikulographen**

Wie oben bereits erläutert (2.1.2.4 Fehlerquellen der Messaufnahme, S. 12) muss der Artikulograph 2 Stunden vor Messbeginn eingeschaltet werden, um eine gleichmäßige Betriebstemperatur zu gewährleisten.

Die Empfängerspulen und Kabel müssen vor und nach jeder Messung desinfiziert werden (z.B. Meliseptol® HBV Tücher, B. Braun Melsungen AG, CE 0123). Nach der Desinfektion vor Messbeginn werden die Empfängerspulen mit einer dünnen Schicht Silasoft N überzogen, damit diese gegen Feuchtigkeit und mechanische Einwirkungen geschützt sind.

Das Messprojekt wird im Programm AGMDE.EXE angelegt. Hierbei wird ein Projektname vergeben und ein korrespondierendes Verzeichnis erstellt. Es folgt die Eingabe der Probandendaten und die Einstellungen der Soundkarte SB16 und der Messkarte DT3010 (Samplingraten und Triggerquelle).

Im Anschluss werden die Messkanäle gemäß Tabelle 1 (2.1.2.1 Hardware, S. 7) vergeben und das Akustiksignal ausgesteuert. Abschließend werden die einzelnen Messkanäle über die entsprechende Gerätefunktion kalibriert.

### **2.2.1.4 Vorbereitung des Probanden für die Messung**

Der Messhelm wird an die Kopfform des Probanden angepasst. Klettverschlusspolster im Inneren, ein Nackenband und eine regulierbare Nasenstütze ermöglichen eine individuelle Adjustierung und Fixierung. Die Karbonkonstruktion mit den Senderspulen ist hierbei so einzustellen, dass die Mundhöhle im Zentrum (optimaler Messbereich) des gleichseitigen Dreiecks liegt. Es muss darauf geachtet werden, dass die caudalen, horizontal liegenden Karbonstangen bei Bewegungen genügend Abstand zu den Schultern des Probanden haben.

Der nächste Schritt ist das Kleben der Empfängerspulen intra- und extraoral. Die bereits mit Silasoft überzogenen Empfängerspulen werden laut Tabelle 1 (2.1.2.1 Hardware, S. 7) mit medizinischem Gewebekleber vom Typ Histoacryl (CE0123 (93/42/EWG)) befestigt.

Die Spulen 1 bis 3 werden auf der Zunge fixiert und messen die Bewegungen der Zunge. Hierzu wird unter relativer Trockenlegung der sulcus medianus mit Methylenblau markiert. Spule 1 wird exakt an der Zungenspitze fixiert, Spule 2 wird 2 cm dorsal und Spule 3 wird 4 cm dorsal von Spule 1 befestigt.

Die Spulen 4 und 5 sind Referenzspulen zum Ausrichten und zum Vermessen von Strecken und Winkeln.

Spule 4 wird auf die befestigte Gingiva des Oberkiefers, kranial der vestibulären Interdentalpapille zwischen 11 und 21 geklebt. An dieser Stelle ist die Schleimhautresilienz sehr gering, dies stellt einen guten fixen Referenzpunkt für den Oberkiefer dar.

Spule 5 wird auf die befestigte Gingiva der Mandibula, kaudal der vestibulären Interdentalpapille zwischen 31 und 41 geklebt. Auch hier ist die Schleimhautresilienz sehr gering, dies stellt einen guten fixen Referenzpunkt für die Mandibula dar.

Die Spulen 6 und 7 werden auf Ober- und Unterlippe befestigt und zeichnen die Bewegungen der Lippen auf.

Spule 6 wird auf der Oberlippe an der Grenze zwischen Lippenweiß und Lippenrot am Rücken des Amorbogens befestigt. An dieser Stelle ist die Spule für den Probanden während der Bewegung kaum wahrnehmbar und sie stört nicht den vollständigen kompletten Lippenschluss.

Spule 7 wird auf der Unterlippe an der Grenze zwischen Lippenweiß und Lippenrot, korrespondierend zum Bauch des Amorbogens der Oberlippe fixiert.

Spule 8 wird auf dem Nasenrücken am Nasion befestigt und stellt einen Referenzpunkt dar, über den ein Winkel zur Kauebene gebildet werden kann und somit eine Standardisierung der Kauebene und der korrespondierenden Empfängerspulen in der späteren Datenbearbeitung ermöglicht wird. Aufgrund der mimischen Muskulatur ist dieser Referenzpunkt nicht so lagestabil wie die Referenzpunkte an OK und UK. Es sind geringe Lageveränderungen in craniocaudaler Richtung möglich. Dorsoventral ist dieser Messpunkt relativ lagestabil.

Die Verbindungskabel werden mit einem Klettverschluss an dem Karbongestänge so befestigt, dass sie möglichst wenig mit der Zungen- und Lippenbewegung interferieren. Wird das Bündel der Kabel richtig fixiert, sind die Kabel

und Spulen für den Probanden nach kurzer Eingewöhnungszeit kaum wahrnehmbar.

Spule 9 wird temporär auf der Kunststoffschiene zur Registrierung der Kauebene mit Sekundenkleber fixiert. Sie liegt bei repositionierter Schiene dorsal der Oberkieferfrontzähne.

Spule 10 wird in der zweiten Aufzeichnung wie Spule 9 temporär auf der Kauebenenschiene befestigt und liegt an der dorsalen Begrenzung des harten Gaumens. Zur Registrierung der Gaumenkontur wird die Spule auf den Zeigefinger eines Untersuchungshandschuhs geklebt. Mit diesem wird in einer ersten Aufzeichnung die Gaumenkontur von dorsal nach ventral abgefahren. Hierbei ist unbedingt auf einen ständigem Kontakt zu der Schleimhaut in der Median-Sagittalebene und eine vollständige Umfahrung der Incisivi bis in die Umschlagfalte zu achten.

### 2.2.2 Messung: Aufzeichnungsphasen

Im Programm AGMDE.EXE wird die Messung jeweils gestartet und die Rohdaten in der Rechneinheit gespeichert.

Messung	Aufzeichnungsphase	Anzahl der Durchgänge
1	Gaumenkontur	1
2	Gaumenkontur	1
3	Gaumenkontur	1
4	Gaumenkontur	1
5	Kaubene	1
6	Kaubene	1
7	Kaubene	1
Die Wörter 8 – 19 werden jeweils in folgenden Satz eingebunden: „Ich habe me-... gesagt.“		
VCV - Sequenzen:		
8	tasate	10
9	tatate	10
10	talate	10
11	tanate	10
12	takate	10
13	taschate	10
14	tafate	10
CVC - Sequenzen:		
15	pape	10
16	pepe	10

Messung	Aufzeichnungsphase	Anzahl der Durchgänge
17	pipe	10
18	pope	10
19	pupe	10
20	Text: „Der Nordwind und die Sonne Einst stritten sich Nordwind und Sonne, wer von ihnen beiden wohl der Stärkere wäre, als ein Wanderer, der in einen warmen Mantel gehüllt war, des Weges kam. Sie wurden einig, dass derjenige für den Stärkeren gelten sollte, der den Wanderer zwingen würde, seinen Mantel abzunehmen. Der Nordwind blies mit aller Macht, aber je mehr er blies, desto fester hüllte sich der Wanderer in seinen Mantel ein. Endlich gab der Nordwind den Kampf auf. Nun erwärmte die Sonne die Luft mit ihren freundlichen Strahlen und schon nach wenigen Augenblicken zog der Wanderer seinen Mantel aus. Da musste der Nordwind zugeben, dass die Sonne von ihnen beiden der Stärkere war.“	1
21-40	Schlucken: jeweils abwechselnd Wasser ( Bolus 10ml) – ohne Bolus (Leer)	1
41	Ruhephase mit individuellen Schluckakten (10min)	1

**Tabelle 2: Aufzeichnungsphasen**

### 2.2.2.2 Aufzeichnung der Gaumenkontur

Zu Beginn der Messung erfolgt die Aufzeichnung, wie oben beschrieben, der Gaumenkontur. Das Verfahren ist schwierig durchzuführen, aus diesem Grund erfolgen 4 Aufzeichnungen, die in separaten Dateien abgespeichert werden. Somit ist gewährleistet, dass mindestens eine Aufzeichnung ausreichend präzise ist.

### 2.2.2.1 Registrierung der Kauebene

Die erstellte Kunststoffschiene mit den fixierten Spulen 9 und 10 wird exakt im Mund repositioniert und vom Untersuchenden mit der Hand fixiert. Die Messung wird 3-mal durchgeführt und in 3 separaten Dateien abgespeichert.

### 2.2.2.3 Aufzeichnung der Sprachsequenzen

Alle Sprachsequenzen werden standardisiert durchgeführt. Jedem Probanden wird eine aufgezeichnete Sprechprobe vorgelegt. Hiermit wird Intonation, Tempo und Lautstärke vorgegeben. Um eine gleich bleibende, vergleichbare Sprachgeschwindigkeit zu gewährleisten, wird die zu lesende Sequenz auf einem Monitor vor dem Probanden eingeblendet. Vor Messbeginn erfolgt ein



Probelesen zur Eingewöhnung und Anpassung an die Sprachgeschwindigkeit. Während der Messung wird die Sitzposition von den Versuchsleitern ständig kontrolliert. Die aufrechte Haltung ist durch rechtwinklig positionierte Knie, geraden Rücken, parallel zum Boden verlaufende Oberschenkeln und hüftbreit positionierte Füße gekennzeichnet. In der entspannten Haltung kann der Proband die jeweils für ihn bequemste Haltung im Sitzen frei einnehmen. Wichtiger Leitfaktor der Studie ist, dass alle Aufzeichnungen zuerst in der unten genannten Reihenfolge in aufrechter Haltung und anschließend in entspannter Haltung durchgeführt werden. Danach folgen im Messablauf:

### **VCV-Sequenzen:**

Die Kernsequenz (**y**) besteht aus „t – a – **x** – a – t“. An Stelle des Platzhalters **x** werden in den verschiedenen Aufzeichnungen die Konsonanten s, t, l, n, k, sch und f gesprochen. Ein reines Aussprechen dieser Kernsequenz führt zu einem unnatürlichen Redefluss. Um diese Beeinflussung auszuschließen, wird die Kernsequenz an Stelle des Platzhalters **y** in den Satz „Ich habe me – **y** – e gesagt.“ eingebettet.

### **CVC-Sequenzen:**

Die Auswertung und Analyse der CVC-Sequenzen ist Inhalt dieser Dissertation. Die Kernsequenz (**z**) besteht aus „e – p – **x** – p – e“. An Stelle des Platzhalters **x** werden während der verschiedenen Messungen die Vokale a, e, i, o und u gesprochen. Wie bereits für die VCV-Sequenz beschrieben wird, diese Sequenz in einen natürlichen Redefluss eingebettet: „Ich habe me – **z** – e gesagt.“.

### **Phonetischer Mustertext**

Der vorgelesene Text „Der Nordwind und die Sonne“ ist ein phonetischer Mustertext, der international anerkannt ist und als offizielle Referenz für den Gebrauch des Internationalen Phonetischen Alphabets genutzt wird<sup>25</sup>.

### **2.2.2.4 Schlucksequenzen**

Es werden jeweils abwechselnd Schluckphasen mit 10 ml Wasserbolus und ohne Bolus mit der natürlich in der Mundhöhle befindlichen Speichelmenge durchgeführt.

### **2.2.2.5 Ruhephase mit individuellen Schluckakten**

Der Patient wird gebeten, sich 10 min zu entspannen. Im Hintergrund läuft hierbei leise Musik. In dieser Zeit laufen die Schluckakte nicht auf Aufforderung ab, sondern überwiegend unbewusst.

## **2.2.3 Nachbereitung der Messung**

### **2.2.3.1 Entfernen der Empfängerspulen**

Durch leichte Rotation lassen sich die Spulen von der Schleimhaut und der Haut des Probanden ohne schmerzhaftes Sensationen entfernen. Die Spulen und Verbindungskabel werden desinfiziert und die schützende Silasoftschicht entfernt. Spulen und Messhelm werden in einer speziellen Halterung sicher gelagert.

### **2.2.3.2 Messdaten konvertieren**

Mit der Funktion „Auswertung ⇒ Rohdaten konvertieren“ werden die Dateien in ein für das Auswertungsprogramm Igor Pro verwendbares Format konvertiert.

### **2.2.4 Bearbeitung der konvertierten Messdaten**

Die räumliche, zeitliche und akustische Wiedergabe und Auswertung erfolgt durch das Programm Artikulograph in Igor Pro. Hierbei werden Wertetabellen generiert, die der statistischen Auswertung mit JMP IN zugeführt werden können.

Alle Dateien liegen in der Form: \*.DATEIENDUNG vor ( \* entspricht dem für jeden Probanden eigenen Kürzel).

### **2.2.4.1 Akustik-Dateien**

Die Akustik-Dateien liegen in der Form \*.Axx vor. Es sind hierbei allen mit „xx“ nummerierten Sprachsequenzen Akustikdateien mit den laufenden Nummern 08 bis 20 und 42 bis 54 (entsprechend 08 bis 20 in entspannter Haltung) zugeordnet. Den Referenzaufzeichnungen Gaumenkontur und Kauebene sowie den Schlucksequenzen und der Ruhephase sind keine Akustikdateien zugeordnet.

### **2.2.4.2 Kinematik Dateien – Gaumenkontur**

Die Dateien liegen in der Form \*.K01 bis \*.K04 vor. Die Gaumenkontur wird wegen ihrer Bedeutung als Referenzpunkt und aufgrund ihrer schwierigen Aufzeichnung vier Mal aufgezeichnet. Während der Messung werden folgende Spulen aufgezeichnet:

Spule Nr. 4: Gingiva OK

Spule Nr. 8: Nasenrücken

Spule Nr. 10: Gaumenkontur

### **2.2.4.3 Kinematik Dateien – Kauebene**

Die Dateien liegen in der Form \*.K05 bis \*.K07 vor. Die Kauebene wird wie die Gaumenkontur aufgrund ihrer Bedeutung als Referenzebene drei Mal aufgezeichnet. Während der Messung werden folgende Spulen aufgezeichnet:

Spule Nr. 4: Gingiva OK

Spule Nr. 2: Nasenrücken

Spule Nr. 9: anteriore Kauebenenreferenz

Spule Nr. 10: posteriore Kauebenenreferenz

### **2.2.4.4 Kinematik Dateien – Sprachsequenzen**

Die Dateien \*.K08 bis \*.K20 enthalten die Sprachsequenzen während aufrechter Haltung, die Dateien \*.K42 bis 54 die Sequenzen während der entspannten Haltung.

Während der Messung werden folgende Spulen aufgezeichnet:

- Spule Nr. 1: Zungenspitze 0 cm
- Spule Nr. 2: Zungenrücken 2 cm dorsal
- Spule Nr. 3: Zungenrücken 4 cm dorsal
- Spule Nr. 4: Gingiva OK
- Spule Nr. 5: Gingiva UK
- Spule Nr. 6: Oberlippe
- Spule Nr. 7: Unterlippe
- Spule Nr. 8: Nasenrücken

### **2.2.4.5 Kinematik Dateien – Schlucksequenzen (Ruhephase)**

Die Dateien \*.K21 bis \*.K41 enthalten die Schlucksequenzen während aufrechter Haltung, die Dateien \*.K55 bis 75 die Sequenzen während der entspannten Haltung. Während der Messung werden dieselben Spulen aufgezeichnet wie bei den Sprachsequenzen.

### **2.2.4.6 Nivellierung der Referenzpunkte**

Die Lage der Empfängerspulen und somit die Ausrichtung der Kauebene im Magnetfeld der Senderspulen ist für jeden Probanden individuell. Aus diesem Grund ist es notwendig, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu ermöglichen, das Gesamtbild der Empfängerspulen in seiner Relation zu der Kauebene interindividuell zu nivellieren. Dies wird durch das Programm Artikulograph in Igor Pro in der X/Y Darstellung ermöglicht. In einem ersten Schritt wird die beste Aufzeichnung der Kauebene (\*.K05 bis \*.K07) ausgewählt.

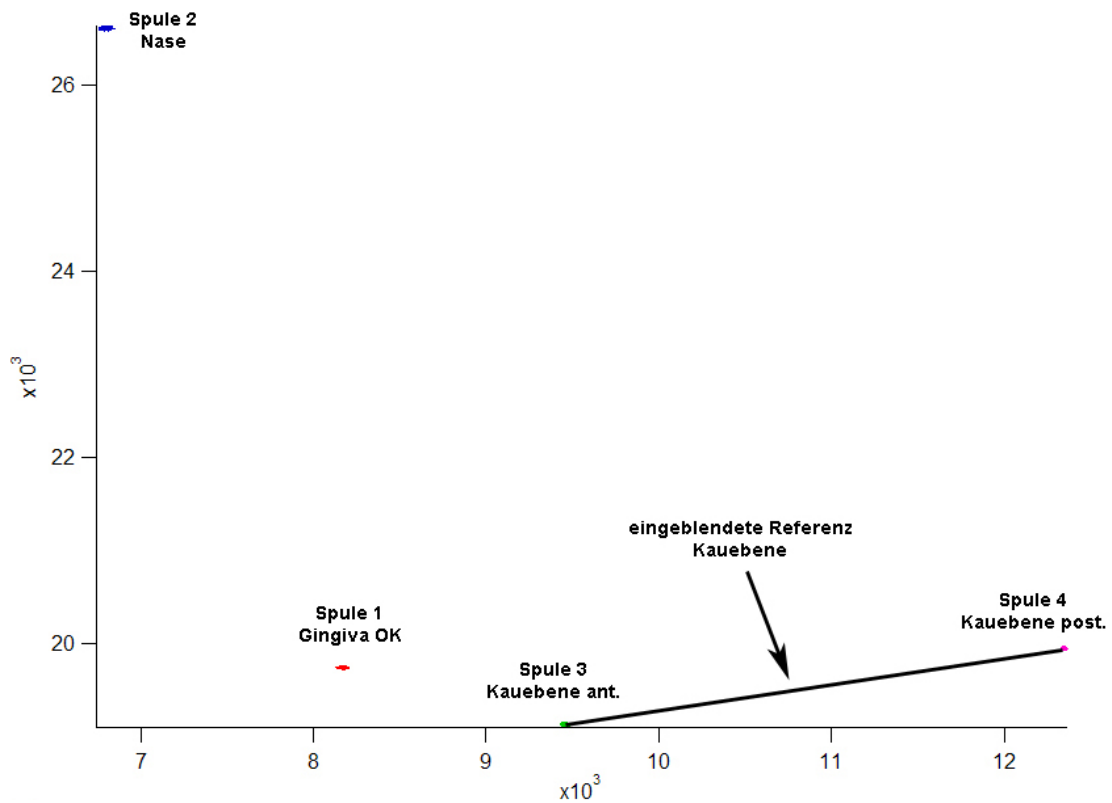
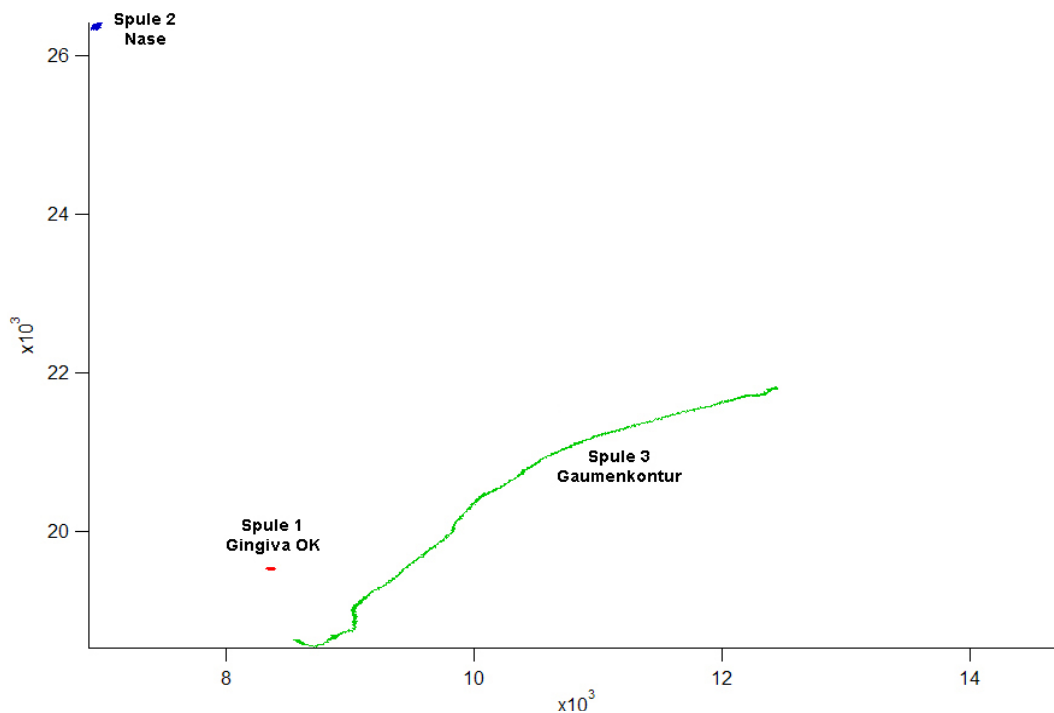


Abbildung 4: Darstellung der Kauebenenauzeichnung in Igor in X/Y Darstellung

Links im Bild = facial  
 Rechts im Bild = occipital  
 Oben im Bild = cranial  
 Unten im Bild = caudal

Der Ursprung des Koordinatensystems in der graphischen Datenwiedergabe entspricht der Kinnspeule der Sendeeinheit. Die Kauebene ist in Abb. 4 durch Spule 3 und 4 repräsentiert. Sie wird nun parallel zur Abszisse ausgerichtet. Die zugehörigen Spulen Gingiva OK und Nase werden in ihrer korrekten Relation zu der Kauebene mit verschoben. Die nivellierte Kauebenenauzeichnung wird mit der Gaumenaufzeichnung überlagert.



**Abbildung 5: Darstellung der Gaumenaufzeichnung in X/Y Darstellung**

Es folgt eine reine Translation der Spule Gingiva OK mit ihren zugehörigen Spulen auf die Spule Gingiva Oberkiefer (OK) der Kauebenaufzeichnung. Zum Abschluss der Nivellierung wird um die Spule Gingiva OK als Rotationszentrum die Gaumenaufzeichnung rotiert. Hierbei ist die Spule Nase der Kauebenaufzeichnung Zielpunkt der Rotationsbewegung von Spule Nase der Gaumenaufzeichnung. Hierdurch wird eine nivellierte Referenzabbildung von Kauebene und Gaumensignatur erstellt.

#### **2.2.4.7 Ausrichtung der Messdaten**

Auf die erstellte nivellierte Referenzabbildung werden im nächsten Schritt alle Spulenabbildungen der Sprach- und Schlucksequenzen translatiert und rotiert.

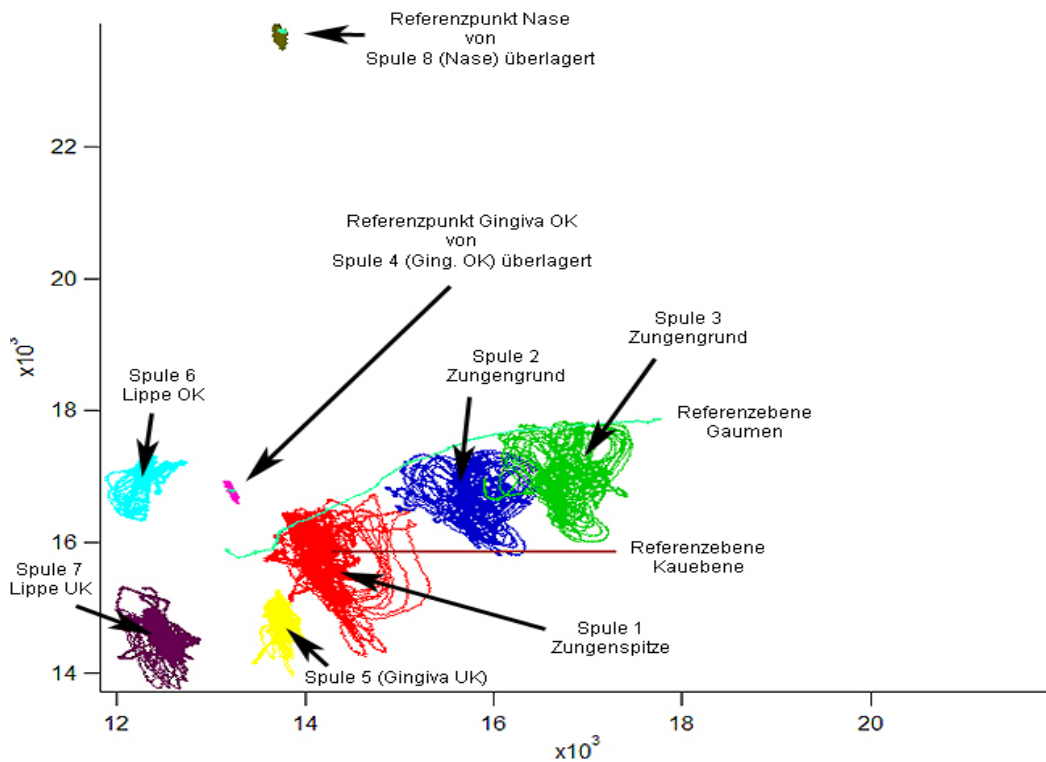


Abbildung 6: Übersicht über alle Spulen mit eingeblendeten Referenzpunkten

#### 2.2.4.8 Filtern der Akustik-Dateien

Aufgrund der Einflüsse der Messumgebung auf die Audioaufzeichnung wird die Akustik-Datei mit einem Highpass Filter bei 10 kHz und einem Notch Filter bei 50 Hz bearbeitet. Ergebnis ist eine präzisere Abbildung der Akustik, insbesondere bei den für die VCV-Sequenzen wichtigen hochfrequenten Konsonanten.

#### 2.2.4.9 Filtern der Kinematik Dateien

Auch die Kinematikaufzeichnung zeigt ein durch die Messumgebung verursachtes Grundrauschen auf. Dieses wird durch einen Lowpass Filter bei 15 Hz unterdrückt. Die Filterung minimiert die Fehleranfälligkeit bei der automatischen Setzung von Auswertungspeaks.

### 2.2.5 Auswertung der bearbeiteten Dateien

Als Gegenstand dieser Dissertation wird im Folgenden nun die Auswertung der CVC-Sequenzen beschrieben.

In die nivellierten und gefilterten Daten erfolgt in der Zeitdarstellung ein Setzen der Auswertungspeaks. Es werden die für die Auswertung der Lippenbewegungen relevanten Signaturen Audiospur, Ober- und Unterlippe (fakultativ die Zungenspitze) eingeblendet. Ergebnis dieser Auswertung durch Setzen der Peaks ist eine Tabelle mit X- und Y-Koordinaten der jeweiligen Messpunkte auf allen relevanten Spulen zum Zeitpunkt des gesetzten Peaks. Diese Tabelle wird durch das Statistikmodul in Igor Pro in eine für JMP IN verarbeitbare Form umgewandelt.

Auf den folgenden Seiten wird eine CVC-Sprachsequenz (Abb. 7) und zum Vergleich eine VCV-Sprachsequenz (Abb. 8) exemplarisch gezeigt. Die gezeigte CVC-Sequenz ist der Sweep Mepape in aufrechter Haltung, die VCV-Sequenz ist der Sweep Metasate in aufrechter Haltung. Der grundlegende Unterschied in der Auswertung zwischen CVC und VCV besteht in der maßgebenden Spur zur Peaksetzung. Die Auswertung und Peaksetzung der CVC-Sequenz orientiert sich an der Unterlippe. Wie in der unten gezeigten Grafik zu sehen, ist die Kernsequenz „e-p-x-p-e“ durch eindeutige Minima und Maxima der Unterlippe klar zu erkennen und im Rahmen der Peaksetzung auszuwerten. Im Gegensatz hierzu steht die VCV-Sequenz, in ihr ist fast keine Lippenbewegung sichtbar. Die Bewegung läuft insbesondere an der Zungenspitze am markantesten ab. Die Zungenspitze ist in der VCV-Sequenz die maßgebende Spur zur Auswertung und Peaksetzung. Es ist auch klar zu erkennen, dass bereits mittlerer und hinterer Zungenbereich auch nur wellenartige Bewegungen aufzeigen und nicht mehr die klaren zielgerichteten Bewegungen der Zungenspitze.

Grundlage der Auswertung ist die Peaksetzung. An den Minima und Maxima der Kernsequenz „e-p-x-p-e“ werden, wie in Abbildung 7 gezeigt, mit Hilfe von Igor Pro die Peaks (e1 bis e5) gesetzt, die dazugehörigen Messwerte an allen Spulen generiert und in eine Auswertungstabelle geschrieben.



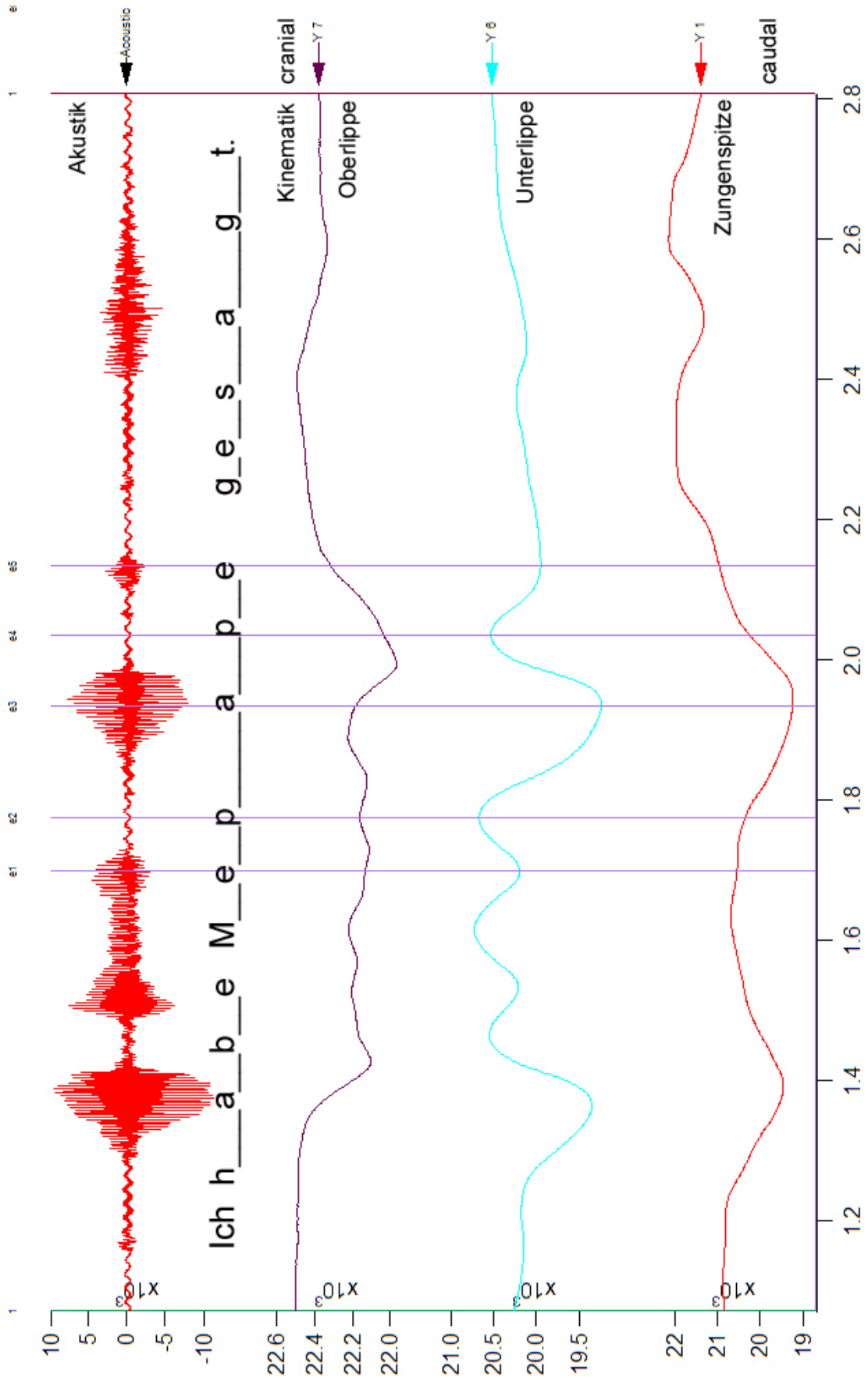


Abbildung 7: Übersicht CVC-Sprachsequenz

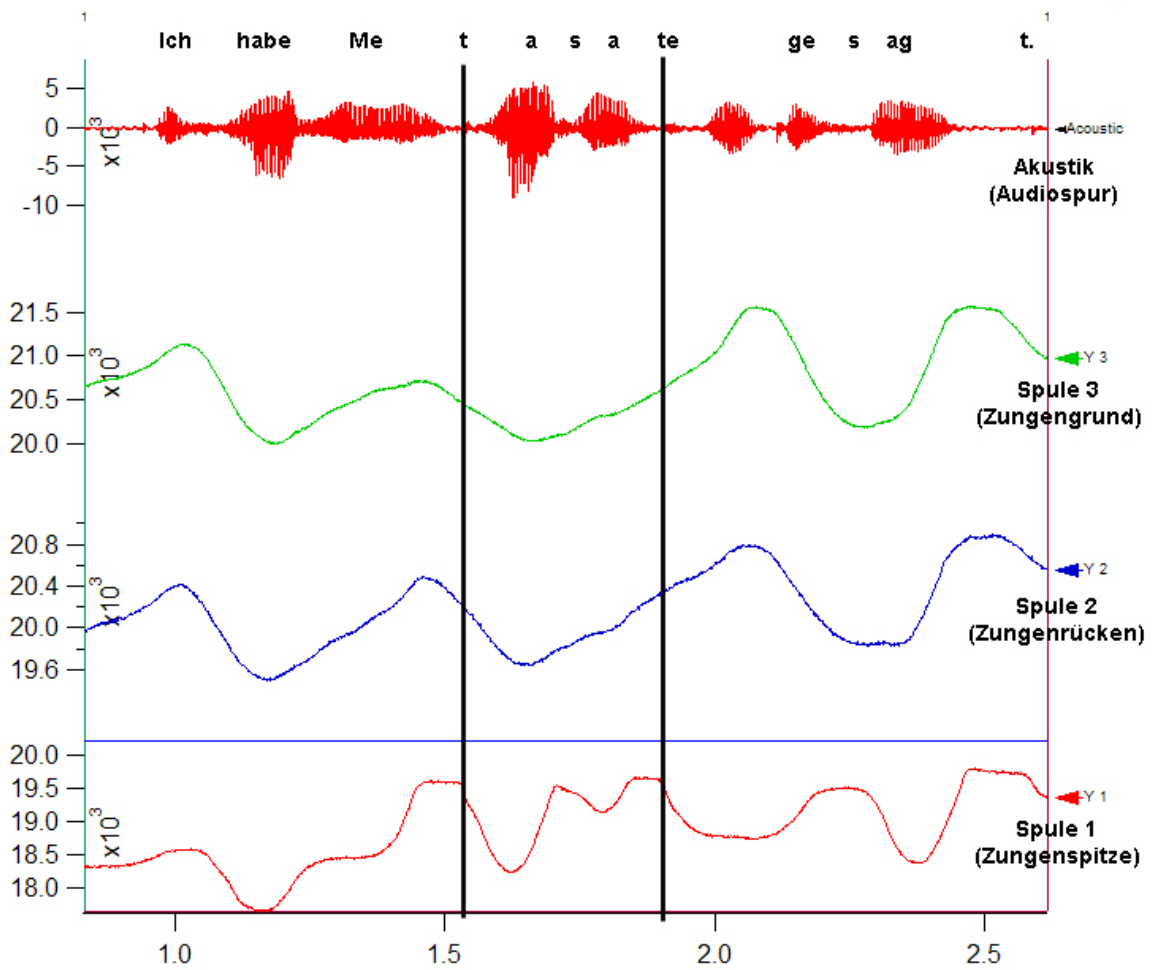


Abbildung 8: Übersicht VCV-Sprachsequenz

## 2.2.6 Definition der Auswertungsvariablen

### Auswertungsvariablen EMA (Sprechbewegungen CVC)

#### 1. Ausgangsvariablen

##### a) Positionen (x/y-Koordinaten):

- p1:** Position Beginn 1. "e" der e-CVC-e-Sequenz (1. Marker-Position)
- p2:** Position Extremposition 1. "p" der e-CVC-e-Sequenz
- p3:** Position Extremposition Konsonant der e-CVC-e-Sequenz
- p4:** Position Extremposition 2. "p" der e-CVC-e-Sequenz
- p5:** Position Beginn 2. "e" der e-CVC-e-Sequenz (2. Marker-Position)
- b1:** Schwerpunkt Referenzpunkt Nase
- b2:** Schwerpunkt Referenzpunkt OK

**b) Zeitpunkte:**

<b>t1:</b>	Zeitpunkt Beginn 1. "e" der e-CVC-e-Sequenz
<b>t2:</b>	Zeitpunkt Extremposition 1. "p" der e-CVC-e-Sequenz
<b>t3:</b>	Zeitpunkt Extremposition Konsonant der e-CVC-e-Sequenz
<b>t4:</b>	Zeitpunkt Extremposition 2. "p" der e-CVC-e-Sequenz
<b>t5:</b>	Zeitpunkt Beginn 2. "e" der e-CVC-e-Sequenz

**2. Berechnete Variablen**

**a) Distanzen:**

<b>D1:</b>	Strecke p1p2 ("e1"-C1)
<b>D2:</b>	Strecke p2p3 (C1-V)
<b>D3:</b>	Strecke p3p4 (V-C2)
<b>D4:</b>	Strecke p4p5 (C2-"e2")
<b>D5:</b>	Strecke p1p5 ("e1"- "e2")
<b>D6:</b>	Strecke p2p4 (C1-C2)
<b>D7:</b>	Strecke p1p3 ("e1"-V)
<b>D8:</b>	Strecke p3p5 (V-"e2")
<b>D9:</b>	Strecke p1-b2 (x-Richtung)
<b>D10:</b>	Strecke p1-b2 (y-Richtung)
<b>D11:</b>	Strecke p2-b2 (x-Richtung)
<b>D12:</b>	Strecke p2-b2 (y-Richtung)
<b>D13:</b>	Strecke p3-b2 (x-Richtung)
<b>D14:</b>	Strecke p3-b2 (y-Richtung)
<b>D15:</b>	Strecke p4-b2 (x-Richtung)
<b>D16:</b>	Strecke p4-b2 (y-Richtung)
<b>D17:</b>	Strecke p5-b2 (x-Richtung)
<b>D18:</b>	Strecke p5-b2 (y-Richtung)

**b) Zeitintervalle:**

<b>T1:</b>	Zeitintervall t1t2 ("e1"-C1)
<b>T2:</b>	Zeitintervall t2t3 (C1-V)
<b>T3:</b>	Zeitintervall t3t4 (V-C2)
<b>T4:</b>	Zeitintervall t4t5 (C2-"e2")
<b>T5:</b>	Zeitintervall t1t5 ("e1"- "e2")
<b>T6:</b>	Zeitintervall t2t4 (C1-C2)
<b>T7:</b>	Zeitintervall t1t3 ("e1"-V)
<b>T8:</b>	Zeitintervall t3t5 (V-"e2")

**c) Winkel:**

<b>Alpha1:</b>	Winkel Kauebene-p1p2 ("e1"-C1)
<b>Alpha2:</b>	Winkel Kauebene-p2p3 (C1-V)
<b>Alpha3:</b>	Winkel Kauebene-p3p4 (V-C2)
<b>Alpha4:</b>	Winkel Kauebene-p4p5 (C2-"e2")
<b>Alpha5:</b>	Winkel Kauebene-p1p5 ("e1"-e2")
<b>Alpha6:</b>	Winkel Kauebene-p2p4 (C1-C2)
<b>Alpha7:</b>	Winkel Kauebene-p1p3 ("e1"-V)
<b>Alpha8:</b>	Winkel Kauebene-p3p5 (V-"e2")

**Gesamtzahl der Variablen:**

<b>Positionen</b>	<b>14</b>
<b>Zeitpunkte</b>	<b>5</b>
<b>Distanzen</b>	<b>18</b>
<b>Zeitintervalle</b>	<b>8</b>
<b>Winkel</b>	<b>8</b>
<b>Gesamt:</b>	<b>53</b>

Tabelle 3: Auswertungsvariablen CVC

**2.2.7 Statistische Auswertung**

Die Zielgröße der Auswertung ist die aufgezeichnete Spannung, die mit Hilfe von AGMDE.EXE und Igor Pro bildgebend in Bewegungen mit X- und Y-Koordinaten wird. Ein entscheidender Leitfaktor der Studie ist die Aufteilung in aufrechte und entspannte Haltung<sup>3</sup>.

Zur statistischen Auswertung wurde das Programm JMP IN, Release 5.1 (SAS Institute Inc.) verwendet.

**2.2.7.1 Messfehler**

Zur Bestimmung des Messfehlers wurde der 1,96- und der 2,77-fache Messfehler bei wiederholten Messungen nach Bland und Altman<sup>5</sup> ermittelt.

Es ist davon auszugehen, dass ein wahrer Wert der zu messenden Variable eines Probanden existiert. Die wiederholten Messungen streuen um diesen wahren Wert. Es wird bei wiederholten Messungen an einem Probanden der

Mittelwert aller Messungen ermittelt<sup>52</sup>. Dies ist der intraindividuelle Mittelwert. Über die Varianzen der Messungen und der Quadratwurzel des Mittelwertes der Varianzen errechnet sich der Messfehler (zeta)<sub>w</sub> für die Variable bei entsprechendem Sweep:  $(zeta)_w = \sqrt[3]{Mean(Varianzen)}$

Bland und Altman fordern, dass der Unterschied zwischen der Messung eines Probanden und dem wahren Wert in 95 % aller Messungen kleiner ist als 1,96 \* Messfehler.

Eine Alternative hierzu, von Bland und Altman als zweite Möglichkeit genannt, ist die voraussagende Wiederholbarkeit der Messungen. Die „repeatability“ errechnet sich aus:  $\sqrt[3]{2 * 1,96 * (zeta)_w}$  oder vereinfacht: 2,77 \* Messfehler. Diese Wiederholbarkeit drückt aus, dass sich zwei Messungen desselben Probanden in 95 % aller Fälle um weniger als 2,77 \* Messfehler unterscheiden.

### 2.2.7.2 Messfehler Kategorien

Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten wurden im Rahmen der Forschungsgruppe Horn et al. dieselben Messfehler-Grenzwerte wie in den VCV-Sequenzen der Zungenbewegung gewählt.

#### Distanzen

Kategorie	Messfehler	Sternchen
1	≤ 1,5 mm	***
2	> 1,5 mm ≤ 3 mm	**
3	> 3 mm ≤ 4,5 mm	*
4	> 4,5 mm	

**Tabelle 4: Messfehler Kategorie Distanzen**

#### Winkel

Kategorie	Messfehler	Sternchen
1	≤ 15°	***
2	> 15° ≤ 30°	**
3	> 30° ≥ 45°	*
4	> 45°	

**Tabelle 5: Messfehler Kategorie Winkel**

Zeitdistanzen

Kategorie	Messfehler	Sternchen
1	≤ 0,025 s	***
2	> 0,025 s ≤ 0,05 s	**
3	> 0,05 s ≥ 0,075 s	*
4	> 0,075 s	

**Tabelle 6: Messfehler Kategorie Zeitdistanzen**

Variablen und Sweeps, die Messfehler der Kategorie 4 aufweisen, werden aus der Wertetabelle zusammen mit ihren korrespondierenden Werten (aufrecht/entspannt/männlich/weiblich) entfernt um einen aussagefähigen, statistisch verwertbaren Datenpool zu gewährleisten.

**2.2.7.3 Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien**

Zur Übersicht wird der Bewertungsquotient ( $Q^*$ ) von 0 bis 3 definiert.  $Q^* = 3$  liegt vor, wenn alle Variablen eines Sweeps in der Messkategorie 1 liegen,  $Q^* = 0$  bedeutet, dass alle Messfehler der Kategorie 4 angehören.

$$Q^* = Round \left[ \frac{(N(*) * 1 + N(**) * 2 + N(***) * 3)}{N(Rows)}, 2.Dezimalstelle \right]$$

**Abbildung 9: Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien**

**2.2.7.4 Messfehler Kovarianzanalysen**

Mit Hilfe von Kovarianzanalysen<sup>41</sup> wird der Einfluss der bekannten Faktoren auf den Messfehler überprüft. Der Einfluss der Gesamtheit aller Faktoren zeigt an, zu welchem Maß die beeinflussenden Faktoren bekannt sind, und wie groß der Prozentsatz der unbekannt Einflussgrößen ist.

Es wird der Einfluss von Position, Sweep, Variable und Geschlecht gemessen. Dabei wird jeweils jeder Faktor für sich und die Gesamtheit aller Faktoren auf den Messfehler von Distanzen, Winkel und Zeitdistanzen betrachtet.

Der RSquare Wert gibt hierbei an, zu wie viel Prozent der gewählte Faktor einen Einfluss auf den Messfehler hat. Die zu 100 % verbleibende Differenz in der Variation des Messfehlers wird durch noch unbekannte Faktoren bewirkt. Die leverage Plots zeigen die Konfidenzkurven. Hierbei treten die 3 Formen signifikant, Borderline Situation und nicht signifikant auf (bei einem Signifikanz-Level von 5%). Überschneiden die Konfidenzkurven den Horizont im Koordinatensystem, so liegt ein signifikanter Effekt des Faktors vor. Nähern sich die Kurven asymptotisch dem Horizont an, liegt eine Borderline Situation vor. Enthält die Fläche zwischen den Konfidenzkurven den Horizont, ist der Effekt nicht signifikant.

Beispiel einer Kovarianzanalyse:

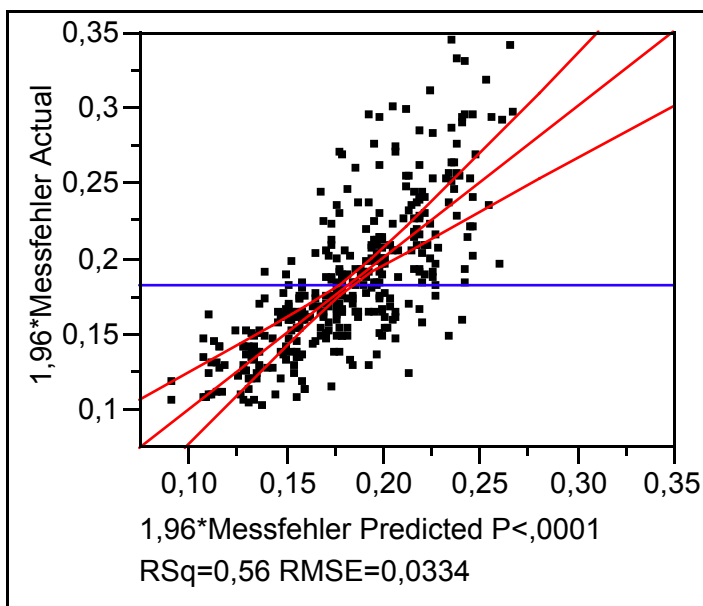


Abbildung: Kovarianzanalyse Distanzen, Gesamtmodell

**Summary of Fit**

<b>RSquare</b>	<b>0,561011</b>
RSquare Adj	0,530961
Root Mean Square Error	0,0334
Mean of Response	0,183122
Observations (or Sum Wgts)	360

**Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	23	0,47900602	0,020826	18,6693
Error	336	0,37482061	0,001116	Prob > F
C. Total	359	0,85382662		<,0001

**Effect Tests**

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,04676182</b>	<b>10,4797</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0,24996082</b>	<b>13,1807</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Position</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,03441778</b>	<b>30,8531</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Geschlecht</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,14786560</b>	<b>132,5510</b>	<b>&lt;,0001</b>

**Expanded Estimates**

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1831222	0,00176	104,03	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>0,0140861</b>	<b>0,003521</b>	<b>4,00</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepepe]</b>	<b>-0,013692</b>	<b>0,003521</b>	<b>-3,89</b>	<b>0,0001</b>
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>-0,012956</b>	<b>0,003521</b>	<b>-3,68</b>	<b>0,0003</b>
Sweep[Mepope]	0,0033778	0,003521	0,96	0,3380
<b>Sweep[Mepupe]</b>	<b>0,0091833</b>	<b>0,003521</b>	<b>2,61</b>	<b>0,0095</b>
<b>Variablen[D01 [mm]]</b>	<b>0,0175278</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,41</b>	<b>0,0163</b>
<b>Variablen[D02 [mm]]</b>	<b>0,0390778</b>	<b>0,007258</b>	<b>5,38</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D03 [mm]]	0,0123778	0,007258	1,71	0,0890
<b>Variablen[D04 [mm]]</b>	<b>0,0190778</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,63</b>	<b>0,0090</b>
<b>Variablen[D05 [mm]]</b>	<b>0,0206778</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,85</b>	<b>0,0047</b>
<b>Variablen[D06 [mm]]</b>	<b>-0,030872</b>	<b>0,007258</b>	<b>-4,25</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D07 [mm]]</b>	<b>0,0268278</b>	<b>0,007258</b>	<b>3,70</b>	<b>0,0003</b>
<b>Variablen[D08 [mm]]</b>	<b>0,0204278</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,81</b>	<b>0,0052</b>
<b>Variablen[D09 [mm]]</b>	<b>-0,027472</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,79</b>	<b>0,0002</b>
<b>Variablen[D10 [mm]]</b>	<b>0,0203778</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,81</b>	<b>0,0053</b>
<b>Variablen[D11 [mm]]</b>	<b>-0,025172</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,47</b>	<b>0,0006</b>
Variablen[D12 [mm]]	-0,002072	0,007258	-0,29	0,7754
<b>Variablen[D13 [mm]]</b>	<b>-0,022322</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,08</b>	<b>0,0023</b>
<b>Variablen[D14 [mm]]</b>	<b>0,0403778</b>	<b>0,007258</b>	<b>5,56</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D15 [mm]]</b>	<b>-0,029222</b>	<b>0,007258</b>	<b>-4,03</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D16 [mm]]</b>	<b>-0,022522</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,10</b>	<b>0,0021</b>
<b>Variablen[D17 [mm]]</b>	<b>-0,047272</b>	<b>0,007258</b>	<b>-6,51</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D18 [mm]]	-0,009822	0,007258	-1,35	0,1769
<b>Position[aufrecht]</b>	<b>-0,009778</b>	<b>0,00176</b>	<b>-5,55</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Position[entspannt]</b>	<b>0,0097778</b>	<b>0,00176</b>	<b>5,55</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Geschlecht[männlich]</b>	<b>0,0202667</b>	<b>0,00176</b>	<b>11,51</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Geschlecht[weiblich]</b>	<b>-0,020267</b>	<b>0,00176</b>	<b>-11,51</b>	<b>&lt;,0001</b>

Abbildung 10: Beispiel Kovarianzanalyse

**2.2.7.5 Messfehler Oneway Analyse**

Zum Vergleich, ob sich die Messfehler zwischen den zwei Leitfaktoren aufrechte und entspannte Position signifikant unterscheiden, wird die Oneway Analyse mit dem non-parametrischen Test: Wilcoxon rank scores durchgeführt<sup>4;6;40;53;54</sup>. Der Wert Prob>[Z] im 2-sample-test bei Normal Approximation zeigt hierbei, ob die zwei verglichenen Werte statistisch signifikant unterschiedlich sind oder nicht. Bei allen Variablen, deren Prob Wert  $\leq 0,05$  ist, hat der Leitfaktor einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Messfehler.



### **2.2.7.6 Messwerte Oneway Analyse**

Analog zu 2.2.7.5 wird die Oneway Analyse für den Mittelwert der gemessenen Werte durchgeführt. Hierbei wird der Einfluss der Leitfaktoren aufrechte und entspannte Haltung sowie männliches und weibliches Geschlecht betrachtet.

### **2.2.7.7 Definition der Normwerte**

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aller oben erläuterten statistischen Auswertungen wird nach Entfernung aller statistisch unsicheren Variablen eine Normwerttabelle definiert.

### 3. Ergebnisse

Im Anschluss werden alle relevanten und aussagekräftigen Ergebnisse der Auswertung der Rohdaten aufgeführt. Eine Auflistung der hier nicht enthaltenen Ergebnisse findet sich im Anhang.

#### 3.1 Messfehler

##### 3.1.1 Distanzen

Übersicht der Messfehler sortiert nach dem Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien ( $Q^*$ ) (2.2.7.3 Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien, S.31) nach Variable und Sweep.

Variablen	N Rows	N(*)	N(**)	N(***)	$Q^*$	Sweep	N Rows	N(*)	N(**)	N(***)	$Q^*$
D01 [mm]	20	0	0	20	3	Mepape	72	0	0	72	3
D02 [mm]	20	0	0	20	3	Mepepe	72	0	0	72	3
D03 [mm]	20	0	0	20	3	Mepipe	72	0	0	72	3
D04 [mm]	20	0	0	20	3	Mepope	72	0	0	72	3
D05 [mm]	20	0	0	20	3	Mepupe	72	0	0	72	3
D06 [mm]	20	0	0	20	3						
D07 [mm]	20	0	0	20	3						
D08 [mm]	20	0	0	20	3						
D09 [mm]	20	0	0	20	3						
D10 [mm]	20	0	0	20	3						
D11 [mm]	20	0	0	20	3						
D12 [mm]	20	0	0	20	3						
D13 [mm]	20	0	0	20	3						
D14 [mm]	20	0	0	20	3						
D15 [mm]	20	0	0	20	3						
D16 [mm]	20	0	0	20	3						
D17 [mm]	20	0	0	20	3						
D18 [mm]	20	0	0	20	3						

**Tabelle 8:  $Q^*$  nach Sweep**

**Tabelle 7:  $Q^*$  nach Variablen**

## ERGEBNISSE

Messfehler der Distanzen nach Variablen sortiert, mit 1,96-fachem und 2,77-fachem Messfehler nach Bland and Altman.

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(***)/<=3(**)/<=4,5(*)
Mepape	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,113	0,221	0,314	***
Mepape	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,102	0,2	0,282	***
Mepape	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,108	0,212	0,299	***
Mepape	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,078	0,153	0,217	***
Mepepe	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,107	0,21	0,297	***
Mepepe	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,083	0,163	0,231	***
Mepepe	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,11	0,216	0,304	***
Mepepe	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,07	0,137	0,193	***
Mepipe	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,103	0,202	0,286	***
Mepipe	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,089	0,174	0,246	***
Mepipe	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,124	0,243	0,343	***
Mepipe	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,082	0,161	0,227	***
Mepope	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,118	0,231	0,327	***
Mepope	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,085	0,167	0,236	***
Mepope	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,128	0,251	0,353	***
Mepope	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,083	0,163	0,23	***
Mepupe	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,122	0,239	0,338	***
Mepupe	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,094	0,184	0,26	***
Mepupe	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,14	0,274	0,388	***
Mepupe	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,108	0,212	0,3	***
Mepape	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,128	0,251	0,354	***
Mepape	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,153	0,3	0,424	***
Mepape	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,174	0,341	0,483	***
Mepape	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,158	0,31	0,436	***
Mepepe	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,106	0,208	0,293	***
Mepepe	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,117	0,229	0,324	***
Mepepe	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,125	0,245	0,347	***
Mepepe	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,101	0,198	0,279	***
Mepipe	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,097	0,19	0,27	***
Mepipe	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,098	0,192	0,271	***
Mepipe	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,13	0,255	0,361	***
Mepipe	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,089	0,174	0,248	***
Mepope	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,134	0,263	0,37	***
Mepope	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,105	0,206	0,29	***
Mepope	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,119	0,233	0,329	***
Mepope	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,086	0,169	0,238	***
Mepupe	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,08	0,157	0,222	***
Mepupe	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,075	0,147	0,208	***
Mepupe	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,099	0,194	0,274	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepupe	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,093	0,182	0,258	***
Mepape	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,121	0,237	0,334	***
Mepape	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,136	0,267	0,375	***
Mepape	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,169	0,331	0,469	***
Mepape	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,149	0,292	0,414	***
Mepepe	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,1	0,196	0,278	***
Mepepe	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,096	0,188	0,265	***
Mepepe	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,115	0,225	0,319	***
Mepepe	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,104	0,204	0,288	***
Mepipe	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,09	0,176	0,248	***
Mepipe	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,086	0,169	0,24	***
Mepipe	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,126	0,247	0,35	***
Mepipe	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,095	0,186	0,263	***
Mepope	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,095	0,186	0,264	***
Mepope	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,083	0,163	0,229	***
Mepope	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,089	0,174	0,246	***
Mepope	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,081	0,159	0,226	***
Mepupe	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,062	0,122	0,171	***
Mepupe	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,058	0,114	0,162	***
Mepupe	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,075	0,147	0,207	***
Mepupe	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,065	0,127	0,179	***
Mepape	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,097	0,19	0,27	***
Mepape	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,093	0,182	0,258	***
Mepape	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,112	0,22	0,311	***
Mepape	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,08	0,157	0,221	***
Mepepe	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,093	0,182	0,257	***
Mepepe	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,088	0,172	0,243	***
Mepepe	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,111	0,218	0,307	***
Mepepe	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,09	0,176	0,249	***
Mepipe	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,108	0,212	0,299	***
Mepipe	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,092	0,18	0,254	***
Mepipe	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,12	0,235	0,332	***
Mepipe	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,097	0,19	0,269	***
Mepope	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,119	0,233	0,329	***
Mepope	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,088	0,172	0,243	***
Mepope	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,12	0,235	0,332	***
Mepope	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,101	0,198	0,28	***
Mepupe	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,103	0,202	0,287	***
Mepupe	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,104	0,204	0,288	***
Mepupe	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,147	0,288	0,407	***
Mepupe	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,101	0,198	0,281	***
Mepape	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,099	0,194	0,275	***
Mepape	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,083	0,163	0,229	***
Mepape	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,112	0,22	0,31	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepape	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,074	0,145	0,206	***
Mepepe	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,099	0,194	0,275	***
Mepepe	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,091	0,178	0,251	***
Mepepe	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,116	0,227	0,322	***
Mepepe	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,084	0,165	0,231	***
Mepipe	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,105	0,206	0,291	***
Mepipe	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,089	0,174	0,247	***
Mepipe	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,124	0,243	0,343	***
Mepipe	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,092	0,18	0,256	***
Mepope	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,108	0,212	0,3	***
Mepope	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,093	0,182	0,258	***
Mepope	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,146	0,286	0,404	***
Mepope	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,107	0,21	0,296	***
Mepupe	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,122	0,239	0,339	***
Mepupe	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,096	0,188	0,267	***
Mepupe	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,15	0,294	0,414	***
Mepupe	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,09	0,176	0,248	***
Mepape	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,119	0,233	0,331	***
Mepape	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,07	0,137	0,193	***
Mepape	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,093	0,182	0,257	***
Mepape	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,065	0,127	0,181	***
Mepepe	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,06	0,118	0,167	***
Mepepe	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,074	0,145	0,204	***
Mepepe	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,078	0,153	0,216	***
Mepepe	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,055	0,108	0,152	***
Mepipe	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,09	0,176	0,249	***
Mepipe	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,054	0,106	0,15	***
Mepipe	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,124	0,243	0,344	***
Mepipe	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,063	0,123	0,174	***
Mepope	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,088	0,172	0,244	***
Mepope	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,077	0,151	0,214	***
Mepope	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,087	0,171	0,24	***
Mepope	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,055	0,108	0,154	***
Mepupe	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,074	0,145	0,204	***
Mepupe	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,06	0,118	0,167	***
Mepupe	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,097	0,19	0,269	***
Mepupe	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,071	0,139	0,197	***
Mepape	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,13	0,255	0,361	***
Mepape	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,15	0,294	0,417	***
Mepape	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,162	0,318	0,45	***
Mepape	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,152	0,298	0,422	***
Mepepe	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,113	0,221	0,312	***
Mepepe	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,103	0,202	0,284	***
Mepepe	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,128	0,251	0,354	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepepe	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,086	0,169	0,238	***
Mepipe	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,083	0,163	0,231	***
Mepipe	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,073	0,143	0,202	***
Mepipe	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,095	0,186	0,264	***
Mepipe	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,083	0,163	0,231	***
Mepope	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,106	0,208	0,293	***
Mepope	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,078	0,153	0,216	***
Mepope	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,093	0,182	0,257	***
Mepope	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,078	0,153	0,216	***
Mepupe	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,105	0,206	0,291	***
Mepupe	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,083	0,163	0,231	***
Mepupe	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,136	0,267	0,377	***
Mepupe	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,104	0,204	0,288	***
Mepape	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,109	0,214	0,302	***
Mepape	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,132	0,259	0,366	***
Mepape	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,15	0,294	0,417	***
Mepape	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,137	0,269	0,38	***
Mepepe	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,084	0,165	0,232	***
Mepepe	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,069	0,135	0,192	***
Mepepe	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,109	0,214	0,303	***
Mepepe	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,07	0,137	0,195	***
Mepipe	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,083	0,163	0,229	***
Mepipe	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,057	0,112	0,158	***
Mepipe	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,084	0,165	0,232	***
Mepipe	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,075	0,147	0,208	***
Mepope	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,109	0,214	0,301	***
Mepope	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,091	0,178	0,252	***
Mepope	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,127	0,249	0,352	***
Mepope	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,1	0,196	0,278	***
Mepupe	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,096	0,188	0,265	***
Mepupe	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,125	0,245	0,347	***
Mepupe	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,168	0,329	0,466	***
Mepupe	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,101	0,198	0,279	***
Mepape	D09 [mm]	aufrecht	männlich	0,075	0,147	0,207	***
Mepape	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	0,075	0,147	0,208	***
Mepape	D09 [mm]	entspannt	männlich	0,076	0,149	0,21	***
Mepape	D09 [mm]	entspannt	weiblich	0,059	0,116	0,163	***
Mepepe	D09 [mm]	aufrecht	männlich	0,08	0,157	0,223	***
Mepepe	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	0,082	0,161	0,226	***
Mepepe	D09 [mm]	entspannt	männlich	0,089	0,174	0,246	***
Mepepe	D09 [mm]	entspannt	weiblich	0,071	0,139	0,198	***
Mepipe	D09 [mm]	aufrecht	männlich	0,08	0,157	0,22	***
Mepipe	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	0,055	0,108	0,152	***
Mepipe	D09 [mm]	entspannt	männlich	0,102	0,2	0,281	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(****)<=3(***)<=4,5(*)
Mepipe	D09 [mm]	entspannt	weiblich	0,057	0,112	0,158	***
Mepope	D09 [mm]	aufrecht	männlich	0,075	0,147	0,208	***
Mepope	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	0,071	0,139	0,196	***
Mepope	D09 [mm]	entspannt	männlich	0,12	0,235	0,331	***
Mepope	D09 [mm]	entspannt	weiblich	0,07	0,137	0,195	***
Mepupe	D09 [mm]	aufrecht	männlich	0,094	0,184	0,262	***
Mepupe	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	0,071	0,139	0,197	***
Mepupe	D09 [mm]	entspannt	männlich	0,106	0,208	0,294	***
Mepupe	D09 [mm]	entspannt	weiblich	0,08	0,157	0,222	***
Mepape	D10 [mm]	aufrecht	männlich	0,092	0,18	0,254	***
Mepape	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	0,098	0,192	0,272	***
Mepape	D10 [mm]	entspannt	männlich	0,122	0,239	0,337	***
Mepape	D10 [mm]	entspannt	weiblich	0,081	0,159	0,225	***
Mepepe	D10 [mm]	aufrecht	männlich	0,108	0,212	0,298	***
Mepepe	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	0,08	0,157	0,222	***
Mepepe	D10 [mm]	entspannt	männlich	0,115	0,225	0,318	***
Mepepe	D10 [mm]	entspannt	weiblich	0,078	0,153	0,215	***
Mepipe	D10 [mm]	aufrecht	männlich	0,096	0,188	0,266	***
Mepipe	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	0,08	0,157	0,221	***
Mepipe	D10 [mm]	entspannt	männlich	0,133	0,261	0,369	***
Mepipe	D10 [mm]	entspannt	weiblich	0,094	0,184	0,26	***
Mepope	D10 [mm]	aufrecht	männlich	0,115	0,225	0,319	***
Mepope	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	0,092	0,18	0,254	***
Mepope	D10 [mm]	entspannt	männlich	0,175	0,343	0,486	***
Mepope	D10 [mm]	entspannt	weiblich	0,083	0,163	0,23	***
Mepupe	D10 [mm]	aufrecht	männlich	0,117	0,229	0,324	***
Mepupe	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	0,088	0,172	0,245	***
Mepupe	D10 [mm]	entspannt	männlich	0,149	0,292	0,413	***
Mepupe	D10 [mm]	entspannt	weiblich	0,081	0,159	0,225	***
Mepape	D11 [mm]	aufrecht	männlich	0,075	0,147	0,207	***
Mepape	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	0,064	0,125	0,178	***
Mepape	D11 [mm]	entspannt	männlich	0,099	0,194	0,274	***
Mepape	D11 [mm]	entspannt	weiblich	0,057	0,112	0,159	***
Mepepe	D11 [mm]	aufrecht	männlich	0,083	0,163	0,229	***
Mepepe	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	0,073	0,143	0,203	***
Mepepe	D11 [mm]	entspannt	männlich	0,106	0,208	0,294	***
Mepepe	D11 [mm]	entspannt	weiblich	0,068	0,133	0,187	***
Mepipe	D11 [mm]	aufrecht	männlich	0,081	0,159	0,224	***
Mepipe	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	0,056	0,11	0,154	***
Mepipe	D11 [mm]	entspannt	männlich	0,113	0,221	0,313	***
Mepipe	D11 [mm]	entspannt	weiblich	0,053	0,104	0,148	***
Mepope	D11 [mm]	aufrecht	männlich	0,086	0,169	0,239	***
Mepope	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	0,063	0,123	0,175	***
Mepope	D11 [mm]	entspannt	männlich	0,092	0,18	0,255	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(****)<=3(***)<=4,5(*)
Mepope	D11 [mm]	entspannt	weiblich	0,07	0,137	0,194	***
Mepupe	D11 [mm]	aufrecht	männlich	0,084	0,165	0,234	***
Mepupe	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	0,076	0,149	0,209	***
Mepupe	D11 [mm]	entspannt	männlich	0,14	0,274	0,389	***
Mepupe	D11 [mm]	entspannt	weiblich	0,073	0,143	0,201	***
Mepape	D12 [mm]	aufrecht	männlich	0,085	0,167	0,235	***
Mepape	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	0,085	0,167	0,235	***
Mepape	D12 [mm]	entspannt	männlich	0,101	0,198	0,281	***
Mepape	D12 [mm]	entspannt	weiblich	0,067	0,131	0,184	***
Mepepe	D12 [mm]	aufrecht	männlich	0,086	0,169	0,238	***
Mepepe	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	0,077	0,151	0,214	***
Mepepe	D12 [mm]	entspannt	männlich	0,092	0,18	0,254	***
Mepepe	D12 [mm]	entspannt	weiblich	0,068	0,133	0,187	***
Mepipe	D12 [mm]	aufrecht	männlich	0,086	0,169	0,24	***
Mepipe	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	0,07	0,137	0,193	***
Mepipe	D12 [mm]	entspannt	männlich	0,106	0,208	0,294	***
Mepipe	D12 [mm]	entspannt	weiblich	0,087	0,171	0,24	***
Mepope	D12 [mm]	aufrecht	männlich	0,091	0,178	0,251	***
Mepope	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	0,1	0,196	0,278	***
Mepope	D12 [mm]	entspannt	männlich	0,129	0,253	0,359	***
Mepope	D12 [mm]	entspannt	weiblich	0,077	0,151	0,212	***
Mepupe	D12 [mm]	aufrecht	männlich	0,107	0,21	0,296	***
Mepupe	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	0,093	0,182	0,256	***
Mepupe	D12 [mm]	entspannt	männlich	0,145	0,284	0,402	***
Mepupe	D12 [mm]	entspannt	weiblich	0,095	0,186	0,264	***
Mepape	D13 [mm]	aufrecht	männlich	0,089	0,174	0,247	***
Mepape	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	0,064	0,125	0,177	***
Mepape	D13 [mm]	entspannt	männlich	0,106	0,208	0,293	***
Mepape	D13 [mm]	entspannt	weiblich	0,072	0,141	0,199	***
Mepepe	D13 [mm]	aufrecht	männlich	0,078	0,153	0,217	***
Mepepe	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	0,071	0,139	0,196	***
Mepepe	D13 [mm]	entspannt	männlich	0,101	0,198	0,28	***
Mepepe	D13 [mm]	entspannt	weiblich	0,062	0,122	0,172	***
Mepipe	D13 [mm]	aufrecht	männlich	0,068	0,133	0,189	***
Mepipe	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	0,056	0,11	0,154	***
Mepipe	D13 [mm]	entspannt	männlich	0,085	0,167	0,234	***
Mepipe	D13 [mm]	entspannt	weiblich	0,064	0,125	0,177	***
Mepope	D13 [mm]	aufrecht	männlich	0,089	0,174	0,245	***
Mepope	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	0,075	0,147	0,209	***
Mepope	D13 [mm]	entspannt	männlich	0,097	0,19	0,268	***
Mepope	D13 [mm]	entspannt	weiblich	0,07	0,137	0,194	***
Mepupe	D13 [mm]	aufrecht	männlich	0,083	0,163	0,231	***
Mepupe	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	0,097	0,19	0,268	***
Mepupe	D13 [mm]	entspannt	männlich	0,133	0,261	0,369	***



# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepupe	D13 [mm]	entspannt	weiblich	0,081	0,159	0,224	***
Mepape	D14 [mm]	aufrecht	männlich	0,102	0,2	0,282	***
Mepape	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	0,139	0,272	0,384	***
Mepape	D14 [mm]	entspannt	männlich	0,151	0,296	0,42	***
Mepape	D14 [mm]	entspannt	weiblich	0,144	0,282	0,399	***
Mepepe	D14 [mm]	aufrecht	männlich	0,098	0,192	0,27	***
Mepepe	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	0,096	0,188	0,265	***
Mepepe	D14 [mm]	entspannt	männlich	0,116	0,227	0,32	***
Mepepe	D14 [mm]	entspannt	weiblich	0,097	0,19	0,267	***
Mepipe	D14 [mm]	aufrecht	männlich	0,079	0,155	0,219	***
Mepipe	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	0,089	0,174	0,246	***
Mepipe	D14 [mm]	entspannt	männlich	0,129	0,253	0,358	***
Mepipe	D14 [mm]	entspannt	weiblich	0,087	0,171	0,24	***
Mepope	D14 [mm]	aufrecht	männlich	0,134	0,263	0,371	***
Mepope	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	0,114	0,223	0,315	***
Mepope	D14 [mm]	entspannt	männlich	0,149	0,292	0,413	***
Mepope	D14 [mm]	entspannt	weiblich	0,104	0,204	0,287	***
Mepupe	D14 [mm]	aufrecht	männlich	0,098	0,192	0,272	***
Mepupe	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	0,101	0,198	0,28	***
Mepupe	D14 [mm]	entspannt	männlich	0,148	0,29	0,411	***
Mepupe	D14 [mm]	entspannt	weiblich	0,106	0,208	0,295	***
Mepape	D15 [mm]	aufrecht	männlich	0,138	0,27	0,382	***
Mepape	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	0,065	0,127	0,18	***
Mepape	D15 [mm]	entspannt	männlich	0,069	0,135	0,191	***
Mepape	D15 [mm]	entspannt	weiblich	0,054	0,106	0,151	***
Mepepe	D15 [mm]	aufrecht	männlich	0,067	0,131	0,186	***
Mepepe	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	0,054	0,106	0,148	***
Mepepe	D15 [mm]	entspannt	männlich	0,082	0,161	0,227	***
Mepepe	D15 [mm]	entspannt	weiblich	0,053	0,104	0,148	***
Mepipe	D15 [mm]	aufrecht	männlich	0,084	0,165	0,234	***
Mepipe	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	0,055	0,108	0,152	***
Mepipe	D15 [mm]	entspannt	männlich	0,114	0,223	0,317	***
Mepipe	D15 [mm]	entspannt	weiblich	0,069	0,135	0,19	***
Mepope	D15 [mm]	aufrecht	männlich	0,085	0,167	0,236	***
Mepope	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	0,061	0,12	0,169	***
Mepope	D15 [mm]	entspannt	männlich	0,092	0,18	0,255	***
Mepope	D15 [mm]	entspannt	weiblich	0,079	0,155	0,219	***
Mepupe	D15 [mm]	aufrecht	männlich	0,079	0,155	0,22	***
Mepupe	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	0,076	0,149	0,211	***
Mepupe	D15 [mm]	entspannt	männlich	0,111	0,218	0,309	***
Mepupe	D15 [mm]	entspannt	weiblich	0,083	0,163	0,23	***
Mepape	D16 [mm]	aufrecht	männlich	0,065	0,127	0,179	***
Mepape	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	0,074	0,145	0,204	***
Mepape	D16 [mm]	entspannt	männlich	0,087	0,171	0,241	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(****)<=3(***)<=4,5(*)
Mepape	D16 [mm]	entspannt	weiblich	0,081	0,159	0,224	***
Mepepe	D16 [mm]	aufrecht	männlich	0,07	0,137	0,194	***
Mepepe	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	0,064	0,125	0,177	***
Mepepe	D16 [mm]	entspannt	männlich	0,083	0,163	0,231	***
Mepepe	D16 [mm]	entspannt	weiblich	0,06	0,118	0,167	***
Mepipe	D16 [mm]	aufrecht	männlich	0,078	0,153	0,216	***
Mepipe	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	0,071	0,139	0,196	***
Mepipe	D16 [mm]	entspannt	männlich	0,08	0,157	0,223	***
Mepipe	D16 [mm]	entspannt	weiblich	0,086	0,169	0,237	***
Mepope	D16 [mm]	aufrecht	männlich	0,095	0,186	0,264	***
Mepope	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	0,07	0,137	0,193	***
Mepope	D16 [mm]	entspannt	männlich	0,12	0,235	0,333	***
Mepope	D16 [mm]	entspannt	weiblich	0,077	0,151	0,213	***
Mepupe	D16 [mm]	aufrecht	männlich	0,09	0,176	0,249	***
Mepupe	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	0,088	0,172	0,245	***
Mepupe	D16 [mm]	entspannt	männlich	0,117	0,229	0,324	***
Mepupe	D16 [mm]	entspannt	weiblich	0,083	0,163	0,229	***
Mepape	D17 [mm]	aufrecht	männlich	0,082	0,161	0,227	***
Mepape	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	0,065	0,127	0,18	***
Mepape	D17 [mm]	entspannt	männlich	0,083	0,163	0,229	***
Mepape	D17 [mm]	entspannt	weiblich	0,051	0,1	0,142	***
Mepepe	D17 [mm]	aufrecht	männlich	0,052	0,102	0,143	***
Mepepe	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	0,059	0,116	0,162	***
Mepepe	D17 [mm]	entspannt	männlich	0,074	0,145	0,204	***
Mepepe	D17 [mm]	entspannt	weiblich	0,062	0,122	0,171	***
Mepipe	D17 [mm]	aufrecht	männlich	0,06	0,118	0,167	***
Mepipe	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	0,053	0,104	0,148	***
Mepipe	D17 [mm]	entspannt	männlich	0,092	0,18	0,256	***
Mepipe	D17 [mm]	entspannt	weiblich	0,066	0,129	0,183	***
Mepope	D17 [mm]	aufrecht	männlich	0,069	0,135	0,191	***
Mepope	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	0,068	0,133	0,188	***
Mepope	D17 [mm]	entspannt	männlich	0,083	0,163	0,23	***
Mepope	D17 [mm]	entspannt	weiblich	0,065	0,127	0,18	***
Mepupe	D17 [mm]	aufrecht	männlich	0,062	0,122	0,172	***
Mepupe	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	0,066	0,129	0,183	***
Mepupe	D17 [mm]	entspannt	männlich	0,107	0,21	0,298	***
Mepupe	D17 [mm]	entspannt	weiblich	0,067	0,131	0,187	***
Mepape	D18 [mm]	aufrecht	männlich	0,093	0,182	0,259	***
Mepape	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	0,078	0,153	0,216	***
Mepape	D18 [mm]	entspannt	männlich	0,098	0,192	0,272	***
Mepape	D18 [mm]	entspannt	weiblich	0,075	0,147	0,208	***
Mepepe	D18 [mm]	aufrecht	männlich	0,083	0,163	0,229	***
Mepepe	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	0,071	0,139	0,197	***
Mepepe	D18 [mm]	entspannt	männlich	0,098	0,192	0,272	***

## ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=1,5(***)/<=3(***)<=4,5(*)
Mepepe	D18 [mm]	entspannt	weiblich	0,081	0,159	0,223	***
Mepipe	D18 [mm]	aufrecht	männlich	0,081	0,159	0,223	***
Mepipe	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	0,077	0,151	0,213	***
Mepipe	D18 [mm]	entspannt	männlich	0,096	0,188	0,267	***
Mepipe	D18 [mm]	entspannt	weiblich	0,082	0,161	0,226	***
Mepope	D18 [mm]	aufrecht	männlich	0,093	0,182	0,259	***
Mepope	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	0,083	0,163	0,231	***
Mepope	D18 [mm]	entspannt	männlich	0,104	0,204	0,288	***
Mepope	D18 [mm]	entspannt	weiblich	0,09	0,176	0,25	***
Mepupe	D18 [mm]	aufrecht	männlich	0,095	0,186	0,264	***
Mepupe	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	0,085	0,167	0,236	***
Mepupe	D18 [mm]	entspannt	männlich	0,129	0,253	0,357	***
Mepupe	D18 [mm]	entspannt	weiblich	0,076	0,149	0,212	***

**Tabelle 9: Messfehler Distanzen**

### 3.1.2 Winkel

Übersicht der Messfehler sortiert nach dem Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien ( $Q^*$ ) nach Variable und Sweep.

Variablen	N Rows	N()	N(*)	N(**)	N(***)	$Q^*$	Sweep	N Rows	N()	N(*)	N(**)	N(***)	$Q^*$
Alpha1 [°]	20	0	0	5	15	2,75	Mepape	32	8	1	7	16	1,97
Alpha2 [°]	20	8	5	3	4	1,15	Mepepe	32	14	4	4	10	1,31
Alpha3 [°]	20	0	4	5	11	2,35	Mepipe	32	16	3	4	9	1,19
Alpha4 [°]	20	0	1	11	8	2,35	Mepope	32	20	0	9	3	0,84
Alpha5 [°]	20	20	0	0	0	0	Mepupe	32	20	4	4	4	0,75
Alpha6 [°]	20	20	0	0	0	0							
Alpha7 [°]	20	16	1	3	0	0,35							
Alpha8 [°]	20	14	1	1	4	0,75							

**Tabelle 11:  $Q^*$  nach Sweep**

**Tabelle 10:  $Q^*$  nach Variable**

## ERGEBNISSE

Messfehler der Winkel, mit 1,96-fachem und 2,77-fachem Messfehler nach Bland and Altman.

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=15 [°](***)/<=30 [°](**)/<=45 [°](*)
Mepape	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	5,113	10,021	14,164	***
Mepape	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	5,747	11,264	15,919	***
Mepape	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	10,117	19,829	28,023	**
Mepape	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	4,828	9,463	13,373	***
Mepepe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	6,721	13,173	18,616	***
Mepepe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	5,31	10,408	14,708	***
Mepepe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	6,986	13,693	19,351	***
Mepepe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	5,416	10,615	15,002	***
Mepipe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	4,903	9,61	13,58	***
Mepipe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	5,083	9,963	14,079	***
Mepipe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	7,381	14,467	20,444	***
Mepipe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	5,753	11,276	15,936	***
Mepope	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	6,535	12,809	18,102	***
Mepope	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	8,71	17,072	24,127	**
Mepope	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	8,992	17,624	24,908	**
Mepope	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	6,119	11,993	16,95	***
Mepupe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	5,366	10,517	14,865	***
Mepupe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	7,785	15,259	21,565	**
Mepupe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	14,282	27,993	39,562	**
Mepupe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	7,626	14,947	21,123	***
Mepape	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	2,484	4,869	6,881	***
Mepape	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	2,48	4,861	6,869	***
Mepape	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	9,834	19,275	27,241	**
Mepape	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	7,479	14,659	20,716	***
Mepepe	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	3,513	6,885	9,731	***
Mepepe	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	15,412	30,208	42,69	*
Mepepe	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	17,964	35,209	49,761	*
Mepepe	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	12,037	23,593	33,343	**
Mepipe	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	15,661	30,696	43,381	*
Mepipe	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	15,188	29,768	42,07	**
Mepipe	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	21,487	42,115	59,52	*
Mepipe	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	21,659	42,452	59,995	*
Mepape	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	4,034	7,907	11,174	***
Mepape	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	2,392	4,688	6,624	***
Mepape	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	2,811	5,51	7,787	***
Mepape	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	4,492	8,804	12,442	***
Mepepe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	3,636	7,127	10,071	***
Mepepe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	4,706	9,224	13,036	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <= 15 [°](***) <= 30 [°](***) <= 45 [°](*)
Mepepe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	6,583	12,903	18,234	***
Mepepe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	3,613	7,081	10,008	***
Mepipe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	6,2	12,152	17,174	***
Mepipe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	3,698	7,248	10,244	***
Mepipe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	8,64	16,934	23,934	**
Mepipe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	5,963	11,687	16,518	***
Mepope	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	10,239	20,068	28,362	**
Mepope	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	13,309	26,086	36,866	**
Mepope	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	9,93	19,463	27,506	**
Mepope	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	13,615	26,685	37,713	**
Mepupe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	17,149	33,612	47,503	*
Mepupe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	17,534	34,367	48,569	*
Mepupe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	18,332	35,931	50,779	*
Mepupe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	19,743	38,696	54,688	*
Mepape	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	9,675	18,963	26,8	**
Mepape	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	4,822	9,451	13,358	***
Mepape	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	13,688	26,828	37,917	**
Mepape	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	5,195	10,182	14,389	***
Mepepe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	11,82	23,167	32,74	**
Mepepe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	4,37	8,565	12,105	***
Mepepe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	10,157	19,908	28,134	**
Mepepe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	16,247	31,844	45,003	*
Mepipe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	5,599	10,974	15,508	***
Mepipe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	3,981	7,803	11,027	***
Mepipe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	10,744	21,058	29,762	**
Mepipe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	10,575	20,727	29,294	**
Mepope	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	8,895	17,434	24,64	**
Mepope	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	7,455	14,612	20,65	***
Mepope	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	13,288	26,044	36,809	**
Mepope	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	13,207	25,886	36,584	**
Mepupe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	13,171	25,815	36,482	**
Mepupe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	5,518	10,815	15,286	***
Mepupe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	7,768	15,225	21,516	**
Mepupe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	5,406	10,596	14,976	***
Mepape	Alpha7 [°]	aufrecht	männlich	9,759	19,128	27,032	**
Mepape	Alpha7 [°]	aufrecht	weiblich	11,192	21,936	31,001	**
Mepape	Alpha7 [°]	entspannt	männlich	10,739	21,048	29,748	**
Mepape	Alpha7 [°]	entspannt	weiblich	22,367	43,839	61,956	*
Mepape	Alpha8 [°]	aufrecht	männlich	5,426	10,635	15,031	***
Mepape	Alpha8 [°]	aufrecht	weiblich	5,727	11,225	15,864	***
Mepape	Alpha8 [°]	entspannt	männlich	7,017	13,753	19,436	***
Mepape	Alpha8 [°]	entspannt	weiblich	6,455	12,652	17,879	***

## ERGEBNISSE

---

Folgende Variablen wurden aufgrund unzureichender Güte des Messfehlers ausgeschlossen, Messfehler Kategorie 4 (Tabelle mit Werten siehe Anhang).

Mepope Alpha2 [°] aufrecht männlich  
Mepope Alpha2 [°] aufrecht weiblich  
Mepope Alpha2 [°] entspannt männlich  
Mepope Alpha2 [°] entspannt weiblich

Mepupe Alpha2 [°] aufrecht männlich  
Mepupe Alpha2 [°] aufrecht weiblich  
Mepupe Alpha2 [°] entspannt männlich  
Mepupe Alpha2 [°] entspannt weiblich

Mepape Alpha5 [°] aufrecht männlich  
Mepape Alpha5 [°] aufrecht weiblich  
Mepape Alpha5 [°] entspannt männlich  
Mepape Alpha5 [°] entspannt weiblich

Mepepe Alpha5 [°] aufrecht männlich  
Mepepe Alpha5 [°] aufrecht weiblich  
Mepepe Alpha5 [°] entspannt männlich  
Mepepe Alpha5 [°] entspannt weiblich

Mepipe Alpha5 [°] aufrecht männlich  
Mepipe Alpha5 [°] aufrecht weiblich  
Mepipe Alpha5 [°] entspannt männlich  
Mepipe Alpha5 [°] entspannt weiblich

Mepope Alpha5 [°] aufrecht männlich  
Mepope Alpha5 [°] aufrecht weiblich  
Mepope Alpha5 [°] entspannt männlich  
Mepope Alpha5 [°] entspannt weiblich

Mepupe Alpha5 [°] aufrecht männlich  
Mepupe Alpha5 [°] aufrecht weiblich  
Mepupe Alpha5 [°] entspannt männlich  
Mepupe Alpha5 [°] entspannt weiblich

Mepape Alpha6 [°] aufrecht männlich  
Mepape Alpha6 [°] aufrecht weiblich  
Mepape Alpha6 [°] entspannt männlich  
Mepape Alpha6 [°] entspannt weiblich

Mepepe Alpha6 [°] aufrecht männlich  
Mepepe Alpha6 [°] aufrecht weiblich  
Mepepe Alpha6 [°] entspannt männlich  
Mepepe Alpha6 [°] entspannt weiblich

Mepipe Alpha6 [°] aufrecht männlich  
Mepipe Alpha6 [°] aufrecht weiblich  
Mepipe Alpha6 [°] entspannt männlich  
Mepipe Alpha6 [°] entspannt weiblich

Mepope Alpha6 [°] aufrecht männlich  
Mepope Alpha6 [°] aufrecht weiblich  
Mepope Alpha6 [°] entspannt männlich  
Mepope Alpha6 [°] entspannt weiblich

Mepupe Alpha6 [°] aufrecht männlich  
Mepupe Alpha6 [°] aufrecht weiblich  
Mepupe Alpha6 [°] entspannt männlich  
Mepupe Alpha6 [°] entspannt weiblich

Mepepe Alpha7 [°] aufrecht männlich  
Mepepe Alpha7 [°] aufrecht weiblich  
Mepepe Alpha7 [°] entspannt männlich  
Mepepe Alpha7 [°] entspannt weiblich

Mepipe Alpha7 [°] aufrecht männlich  
Mepipe Alpha7 [°] aufrecht weiblich  
Mepipe Alpha7 [°] entspannt männlich  
Mepipe Alpha7 [°] entspannt weiblich

Mepope Alpha7 [°] aufrecht männlich  
Mepope Alpha7 [°] aufrecht weiblich  
Mepope Alpha7 [°] entspannt männlich  
Mepope Alpha7 [°] entspannt weiblich

Mepupe Alpha7 [°] aufrecht männlich  
Mepupe Alpha7 [°] aufrecht weiblich  
Mepupe Alpha7 [°] entspannt männlich  
Mepupe Alpha7 [°] entspannt weiblich

Mepepe Alpha8 [°] aufrecht weiblich  
Mepepe Alpha8 [°] entspannt weiblich

Mepipe Alpha8 [°] aufrecht männlich  
Mepipe Alpha8 [°] aufrecht weiblich  
Mepipe Alpha8 [°] entspannt männlich  
Mepipe Alpha8 [°] entspannt weiblich

Mepope Alpha8 [°] aufrecht männlich  
 Mepope Alpha8 [°] aufrecht weiblich  
 Mepope Alpha8 [°] entspannt männlich  
 Mepope Alpha8 [°] entspannt weiblich

Mepupe Alpha8 [°] aufrecht männlich  
 Mepupe Alpha8 [°] aufrecht weiblich  
 Mepupe Alpha8 [°] entspannt männlich  
 Mepupe Alpha8 [°] entspannt weiblich

**Tabelle 12: Drop out Variablen Winkel**

Um einen sauberen Datenpool weiterhin zu gewährleisten, wurden die Daten des Sweeps Mepepe Spule Alpha 8 insgesamt aus der Auswertungstabelle gelöscht. Es ist aufgrund der vielen drop outs der Spule Alpha 8 keine Paarbildung mehr zur weiteren statistischen Betrachtung möglich. Die Werte der Spule 8 sind zu variabel.

### 3.1.3 Zeitspannen

Übersicht der Messfehler sortiert nach dem Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien ( $Q^*$ ) nach Variable und Sweep.

Variablen	N Rows	N(*)	N(**)	N(***)	$Q^*$	Sweep	N Rows	N(*)	N(**)	N(***)	$Q^*$
T1 [s]	20	0	2	18	2,9	Mepape	32	1	12	19	2,56
T2 [s]	20	2	7	11	2,45	Mepepe	32	1	10	21	2,63
T3 [s]	20	2	6	12	2,5	Mepipe	32	0	14	18	2,56
T4 [s]	20	6	10	4	1,9	Mepope	32	8	21	3	1,84
T5 [s]	20	5	15	0	1,75	Mepupe	32	14	15	3	1,66
T6 [s]	20	1	10	9	2,4						
T7 [s]	20	1	10	9	2,4						
T8 [s]	20	7	12	1	1,7						

**Tabelle 13:  $Q^*$  nach Sweep**

**Tabelle 14:  $Q^*$  nach Variable**

## ERGEBNISSE

Messfehler der Zeitspannen, mit 1,96-fachem und 2,77-fachem Messfehler nach Bland und Altman.

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler ≤-0,025(***)/≤0,05(***)/≤0,075(*)
Mepape	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,007	0,014	0,018	***
Mepape	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,009	0,018	0,024	***
Mepape	T1 [s]	entspannt	männlich	0,007	0,014	0,02	***
Mepape	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,005	0,01	0,014	***
Mepepe	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,007	0,014	0,021	***
Mepepe	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,005	0,01	0,013	***
Mepepe	T1 [s]	entspannt	männlich	0,008	0,016	0,023	***
Mepepe	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,007	0,014	0,018	***
Mepipe	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,005	0,01	0,014	***
Mepipe	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,005	0,01	0,015	***
Mepipe	T1 [s]	entspannt	männlich	0,013	0,025	0,036	***
Mepipe	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,005	0,01	0,014	***
Mepope	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,008	0,016	0,022	***
Mepope	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,009	0,018	0,024	***
Mepope	T1 [s]	entspannt	männlich	0,016	0,031	0,044	**
Mepope	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,009	0,018	0,024	***
Mepupe	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,013	0,025	0,037	***
Mepupe	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,011	0,022	0,029	***
Mepupe	T1 [s]	entspannt	männlich	0,012	0,024	0,033	***
Mepupe	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,022	0,043	0,062	**
Mepape	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,009	0,018	0,024	***
Mepape	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,01	0,02	0,026	***
Mepape	T2 [s]	entspannt	männlich	0,009	0,018	0,026	***
Mepape	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,011	0,022	0,031	***
Mepepe	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,009	0,018	0,025	***
Mepepe	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,009	0,018	0,024	***
Mepepe	T2 [s]	entspannt	männlich	0,009	0,018	0,024	***
Mepepe	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,009	0,018	0,024	***
Mepipe	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,009	0,018	0,025	***
Mepipe	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,008	0,016	0,022	***
Mepipe	T2 [s]	entspannt	männlich	0,009	0,018	0,026	***
Mepipe	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,014	0,027	0,039	**
Mepope	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,019	0,037	0,052	**
Mepope	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,02	0,039	0,056	**
Mepope	T2 [s]	entspannt	männlich	0,018	0,035	0,049	**
Mepope	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,02	0,039	0,056	**
Mepupe	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,027	0,053	0,074	*
Mepupe	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,021	0,041	0,058	**
Mepupe	T2 [s]	entspannt	männlich	0,021	0,041	0,059	**



# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=0,025(***)/<=0,05(**) 0,075(*)
Mepupe	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,028	0,055	0,077	*
Mepape	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,008	0,016	0,022	***
Mepape	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,008	0,016	0,022	***
Mepape	T3 [s]	entspannt	männlich	0,006	0,012	0,018	***
Mepape	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,009	0,018	0,026	***
Mepepe	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,008	0,016	0,021	***
Mepepe	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,006	0,012	0,017	***
Mepepe	T3 [s]	entspannt	männlich	0,009	0,018	0,024	***
Mepepe	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,007	0,014	0,018	***
Mepipe	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,007	0,014	0,02	***
Mepipe	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,007	0,014	0,019	***
Mepipe	T3 [s]	entspannt	männlich	0,008	0,016	0,023	***
Mepipe	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,013	0,025	0,037	***
Mepope	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,022	0,043	0,061	**
Mepope	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,02	0,039	0,054	**
Mepope	T3 [s]	entspannt	männlich	0,017	0,033	0,048	**
Mepope	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,02	0,039	0,055	**
Mepupe	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,027	0,053	0,074	*
Mepupe	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,022	0,043	0,061	**
Mepupe	T3 [s]	entspannt	männlich	0,02	0,039	0,056	**
Mepupe	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,032	0,063	0,088	*
Mepape	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,013	0,025	0,036	***
Mepape	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,017	0,033	0,046	**
Mepape	T4 [s]	entspannt	männlich	0,013	0,025	0,035	***
Mepape	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,016	0,031	0,046	**
Mepepe	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,017	0,033	0,046	**
Mepepe	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,016	0,031	0,044	**
Mepepe	T4 [s]	entspannt	männlich	0,013	0,025	0,037	***
Mepepe	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,023	0,045	0,063	**
Mepipe	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,014	0,027	0,038	**
Mepipe	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,018	0,035	0,051	**
Mepipe	T4 [s]	entspannt	männlich	0,012	0,024	0,034	***
Mepipe	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,019	0,037	0,053	**
Mepope	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,028	0,055	0,077	*
Mepope	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,026	0,051	0,071	*
Mepope	T4 [s]	entspannt	männlich	0,016	0,031	0,044	**
Mepope	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,027	0,053	0,076	*
Mepupe	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,026	0,051	0,072	*
Mepupe	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,027	0,053	0,074	*
Mepupe	T4 [s]	entspannt	männlich	0,019	0,037	0,053	**
Mepupe	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,028	0,055	0,076	*
Mepape	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,019	0,037	0,053	**
Mepape	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,026	0,051	0,071	*
Mepape	T5 [s]	entspannt	männlich	0,017	0,033	0,048	**

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler <=0,025(***)/<=0,05(**) 0,075(*)
Mepape	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,022	0,043	0,06	**
Mepepe	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,025	0,049	0,07	**
Mepepe	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,019	0,037	0,053	**
Mepepe	T5 [s]	entspannt	männlich	0,017	0,033	0,046	**
Mepepe	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,026	0,051	0,073	*
Mepipe	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,016	0,031	0,043	**
Mepipe	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,023	0,045	0,063	**
Mepipe	T5 [s]	entspannt	männlich	0,02	0,039	0,054	**
Mepipe	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,021	0,041	0,059	**
Mepope	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,026	0,051	0,073	*
Mepope	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,025	0,049	0,069	**
Mepope	T5 [s]	entspannt	männlich	0,025	0,049	0,069	**
Mepope	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,029	0,057	0,081	*
Mepupe	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,02	0,039	0,055	**
Mepupe	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,026	0,051	0,071	*
Mepupe	T5 [s]	entspannt	männlich	0,023	0,045	0,064	**
Mepupe	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,023	0,045	0,064	**
Mepape	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,011	0,022	0,029	***
Mepape	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,014	0,027	0,038	**
Mepape	T6 [s]	entspannt	männlich	0,011	0,022	0,032	***
Mepape	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,014	0,027	0,038	**
Mepepe	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,011	0,022	0,032	***
Mepepe	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,011	0,022	0,03	***
Mepepe	T6 [s]	entspannt	männlich	0,012	0,024	0,033	***
Mepepe	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,012	0,024	0,032	***
Mepipe	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,011	0,022	0,03	***
Mepipe	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,011	0,022	0,031	***
Mepipe	T6 [s]	entspannt	männlich	0,012	0,024	0,032	***
Mepipe	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,016	0,031	0,044	**
Mepope	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,018	0,035	0,049	**
Mepope	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,019	0,037	0,053	**
Mepope	T6 [s]	entspannt	männlich	0,014	0,027	0,04	**
Mepope	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,019	0,037	0,054	**
Mepupe	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,025	0,049	0,069	**
Mepupe	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,019	0,037	0,052	**
Mepupe	T6 [s]	entspannt	männlich	0,015	0,029	0,042	**
Mepupe	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,032	0,063	0,087	*
Mepape	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,011	0,022	0,029	***
Mepape	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,014	0,027	0,04	**
Mepape	T7 [s]	entspannt	männlich	0,01	0,02	0,027	***
Mepape	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,012	0,024	0,033	***
Mepepe	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,013	0,025	0,035	***
Mepepe	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,01	0,02	0,028	***
Mepepe	T7 [s]	entspannt	männlich	0,009	0,018	0,026	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Messfehler	1,96*Messfehler	2,77*Messfehler	1,96*Messfehler ≤0,025(***)/≤0,05(**)/≤0,075(*)
Mepepe	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,009	0,018	0,026	***
Mepipe	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,011	0,022	0,03	***
Mepipe	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,009	0,018	0,026	***
Mepipe	T7 [s]	entspannt	männlich	0,015	0,029	0,043	**
Mepipe	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,015	0,029	0,042	**
Mepope	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,021	0,041	0,058	**
Mepope	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,021	0,041	0,059	**
Mepope	T7 [s]	entspannt	männlich	0,022	0,043	0,062	**
Mepope	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,021	0,041	0,057	**
Mepupe	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,028	0,055	0,079	*
Mepupe	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,021	0,041	0,059	**
Mepupe	T7 [s]	entspannt	männlich	0,022	0,043	0,061	**
Mepupe	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,025	0,049	0,068	**
Mepape	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,015	0,029	0,041	**
Mepape	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,02	0,039	0,056	**
Mepape	T8 [s]	entspannt	männlich	0,014	0,027	0,037	**
Mepape	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,02	0,039	0,056	**
Mepepe	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,019	0,037	0,052	**
Mepepe	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,017	0,033	0,048	**
Mepepe	T8 [s]	entspannt	männlich	0,016	0,031	0,045	**
Mepepe	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,024	0,047	0,066	**
Mepipe	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,016	0,031	0,044	**
Mepipe	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,02	0,039	0,056	**
Mepipe	T8 [s]	entspannt	männlich	0,013	0,025	0,036	***
Mepipe	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,02	0,039	0,055	**
Mepope	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,03	0,059	0,083	*
Mepope	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,03	0,059	0,082	*
Mepope	T8 [s]	entspannt	männlich	0,024	0,047	0,066	**
Mepope	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,033	0,065	0,091	*
Mepupe	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,033	0,065	0,091	*
Mepupe	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,029	0,057	0,08	*
Mepupe	T8 [s]	entspannt	männlich	0,031	0,061	0,085	*
Mepupe	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,033	0,065	0,091	*

### 3.2 Messfehler Kovarianzanalysen

Im Folgenden werden die Kovarianzanalysen dargestellt. Beginnend wird der Einfluss aller Faktoren Sweep, Variable, Position und Geschlecht gezeigt und im Anschluss der Einfluss jedes einzelnen Faktors.

#### 3.2.1 Distanzen

##### 3.2.1.1 Gesamtmodell

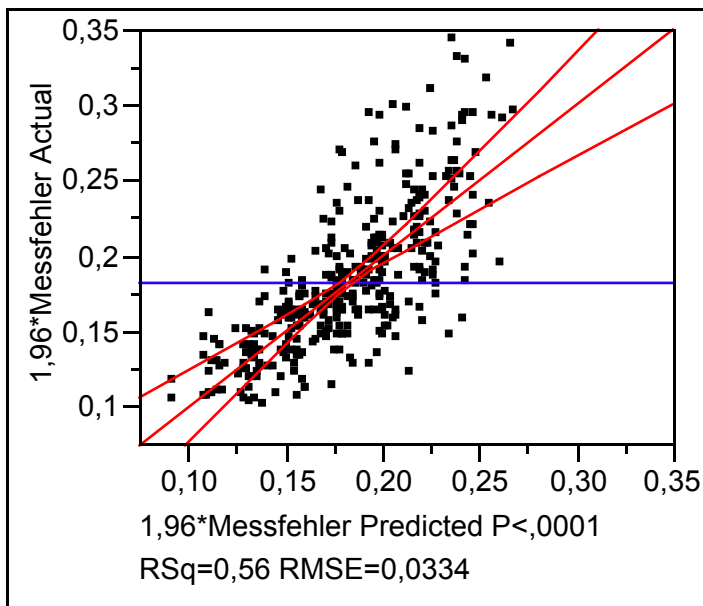


Abbildung 11: Kovarianzanalyse Distanzen, Gesamtmodell

#### Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,561011</b>
RSquare Adj	0,530961
Root Mean Square Error	0,0334
Mean of Response	0,183122
Observations (or Sum Wgts)	360

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	23	0,47900602	0,020826	18,6693
Error	336	0,37482061	0,001116	Prob > F
C. Total	359	0,85382662		<,0001

#### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,04676182</b>	<b>10,4797</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0,24996082</b>	<b>13,1807</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Position</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,03441778</b>	<b>30,8531</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Geschlecht</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,14786560</b>	<b>132,5510</b>	<b>&lt;,0001</b>

**Expanded Estimates**

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1831222	0,00176	104,03	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>0,0140861</b>	<b>0,003521</b>	<b>4,00</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepepe]</b>	<b>-0,013692</b>	<b>0,003521</b>	<b>-3,89</b>	<b>0,0001</b>
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>-0,012956</b>	<b>0,003521</b>	<b>-3,68</b>	<b>0,0003</b>
Sweep[Mepope]	0,0033778	0,003521	0,96	0,3380
<b>Sweep[Mepupe]</b>	<b>0,0091833</b>	<b>0,003521</b>	<b>2,61</b>	<b>0,0095</b>
<b>Variablen[D01 [mm]]</b>	<b>0,0175278</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,41</b>	<b>0,0163</b>
<b>Variablen[D02 [mm]]</b>	<b>0,0390778</b>	<b>0,007258</b>	<b>5,38</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D03 [mm]]	0,0123778	0,007258	1,71	0,0890
<b>Variablen[D04 [mm]]</b>	<b>0,0190778</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,63</b>	<b>0,0090</b>
<b>Variablen[D05 [mm]]</b>	<b>0,0206778</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,85</b>	<b>0,0047</b>
<b>Variablen[D06 [mm]]</b>	<b>-0,030872</b>	<b>0,007258</b>	<b>-4,25</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D07 [mm]]</b>	<b>0,0268278</b>	<b>0,007258</b>	<b>3,70</b>	<b>0,0003</b>
<b>Variablen[D08 [mm]]</b>	<b>0,0204278</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,81</b>	<b>0,0052</b>
<b>Variablen[D09 [mm]]</b>	<b>-0,027472</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,79</b>	<b>0,0002</b>
<b>Variablen[D10 [mm]]</b>	<b>0,0203778</b>	<b>0,007258</b>	<b>2,81</b>	<b>0,0053</b>
<b>Variablen[D11 [mm]]</b>	<b>-0,025172</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,47</b>	<b>0,0006</b>
Variablen[D12 [mm]]	-0,002072	0,007258	-0,29	0,7754
<b>Variablen[D13 [mm]]</b>	<b>-0,022322</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,08</b>	<b>0,0023</b>
<b>Variablen[D14 [mm]]</b>	<b>0,0403778</b>	<b>0,007258</b>	<b>5,56</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D15 [mm]]</b>	<b>-0,029222</b>	<b>0,007258</b>	<b>-4,03</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D16 [mm]]</b>	<b>-0,022522</b>	<b>0,007258</b>	<b>-3,10</b>	<b>0,0021</b>
<b>Variablen[D17 [mm]]</b>	<b>-0,047272</b>	<b>0,007258</b>	<b>-6,51</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D18 [mm]]	-0,009822	0,007258	-1,35	0,1769
<b>Position[aufrecht]</b>	<b>-0,009778</b>	<b>0,00176</b>	<b>-5,55</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Position[entspannt]</b>	<b>0,0097778</b>	<b>0,00176</b>	<b>5,55</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Geschlecht[männlich]</b>	<b>0,0202667</b>	<b>0,00176</b>	<b>11,51</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Geschlecht[weiblich]</b>	<b>-0,020267</b>	<b>0,00176</b>	<b>-11,51</b>	<b>&lt;,0001</b>

Tabelle 15: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Distanzen

**Leverage Plots:**

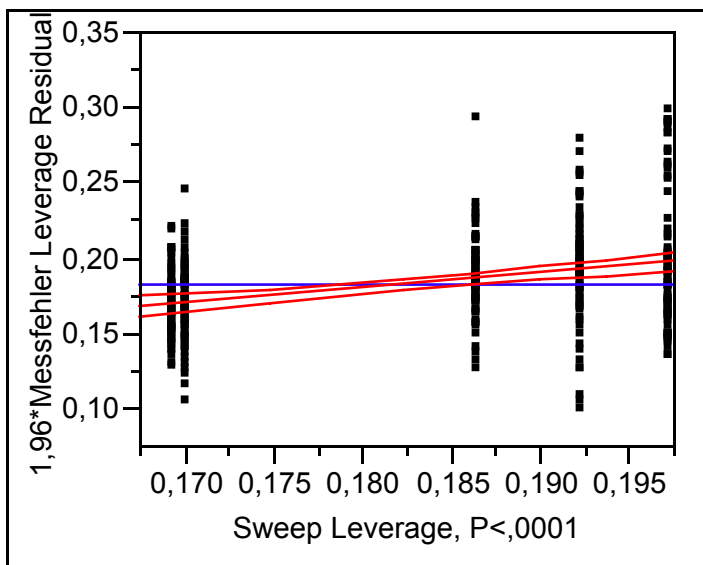


Abbildung 12: Leverage Plot: Sweep

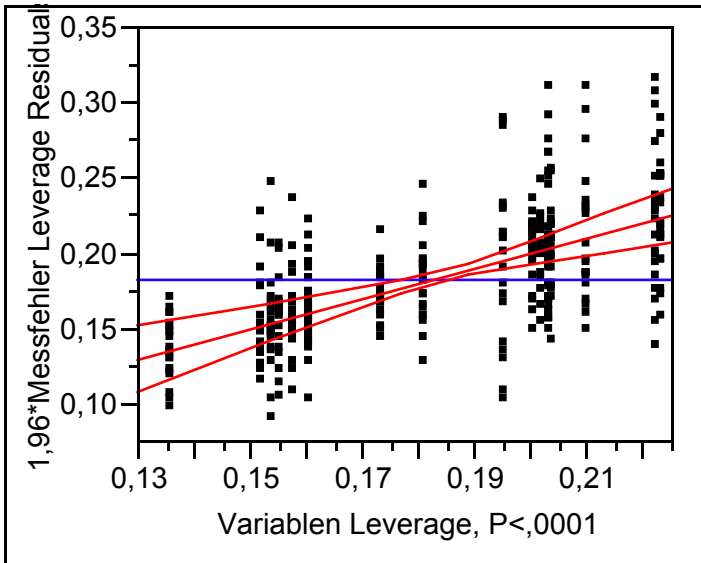


Abbildung 13: Leverage Plot: Variable

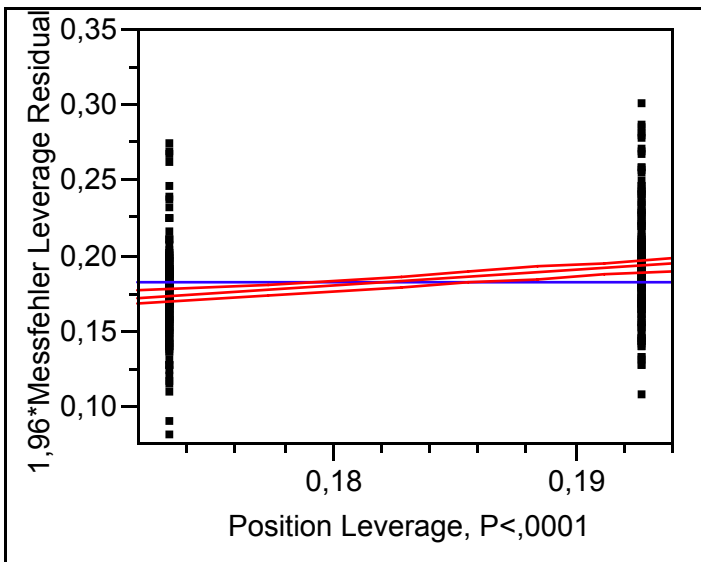


Abbildung 14: Leverage Plot: Position

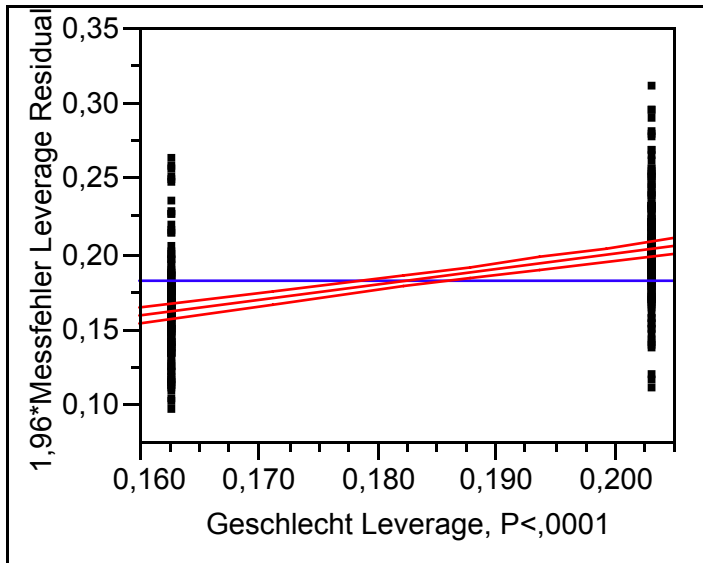


Abbildung 15: Leverage Plot: Geschlecht

### 3.2.1.2 Einzelmodell Sweep

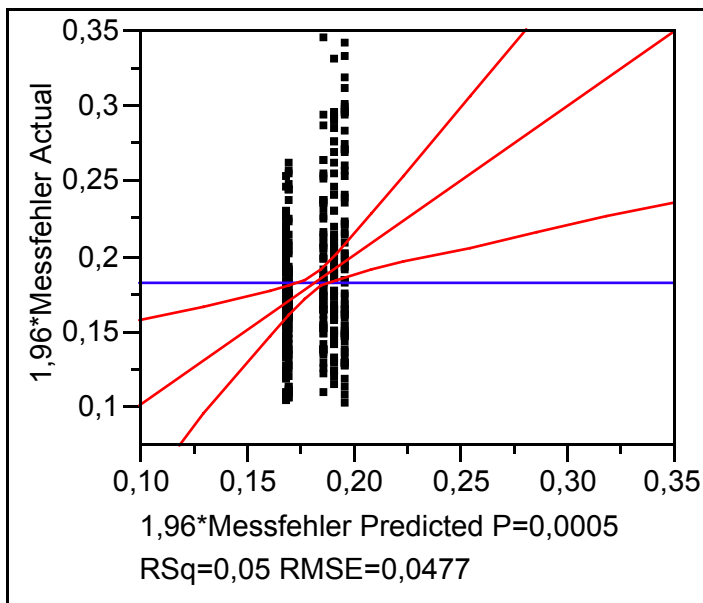


Abbildung 16: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Sweep

#### Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,054767</b>
RSquare Adj	0,044117
Root Mean Square Error	0,04768
Mean of Response	0,183122
Observations (or Sum Wgts)	360

## ERGEBNISSE

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	4	0,04676182	0,011690	5,1422
Error	355	0,80706481	0,002273	Prob > F
C. Total	359	0,85382662		0,0005

### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,04676182</b>	<b>5,1422</b>	<b>0,0005</b>

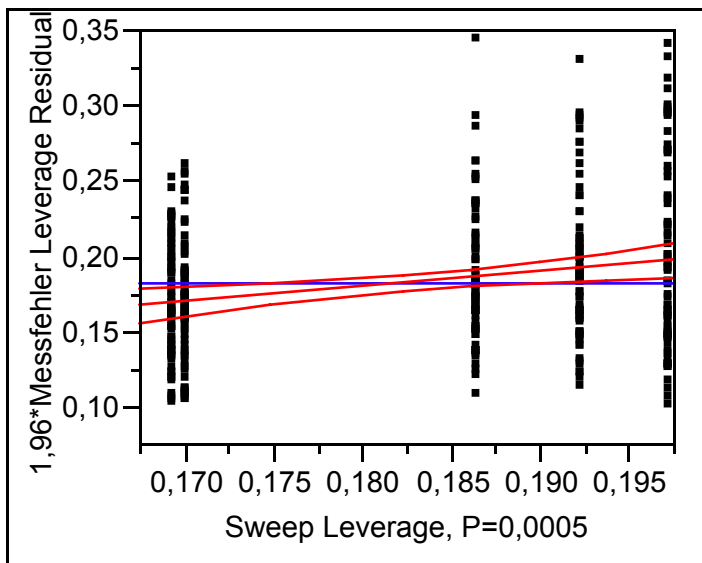
### Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1831222	0,002513	72,87	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>0,0140861</b>	<b>0,005026</b>	<b>2,80</b>	<b>0,0053</b>
<b>Sweep[Mepepe]</b>	<b>-0,013692</b>	<b>0,005026</b>	<b>-2,72</b>	<b>0,0068</b>
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>-0,012956</b>	<b>0,005026</b>	<b>-2,58</b>	<b>0,0103</b>
Sweep[Mepope]	0,0033778	0,005026	0,67	0,5020
Sweep[Mepupe]	0,0091833	0,005026	1,83	0,0685

**Tabelle 16: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Sweep**

### Leverage Plot:



**Abbildung 17: Leverage Plot: Sweep**



3.2.1.3 Einzelmodell Variable

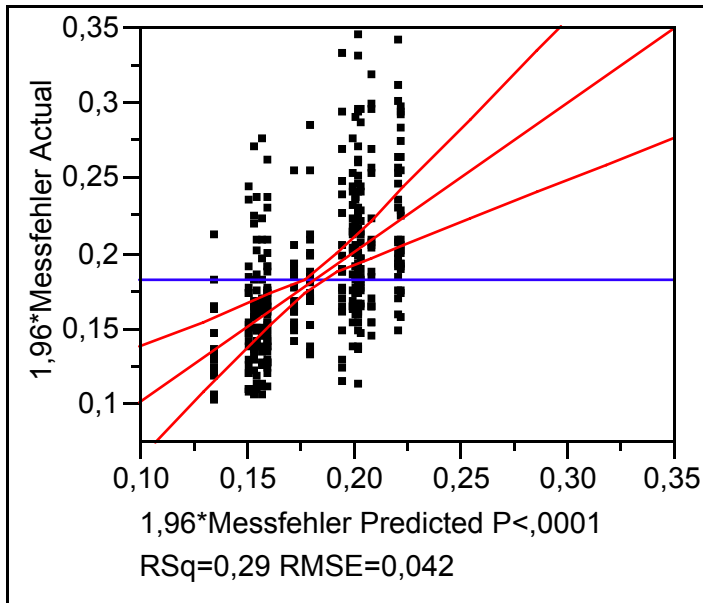


Abbildung 18: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Variable

Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,292754</b>
RSquare Adj	0,257598
Root Mean Square Error	0,04202
Mean of Response	0,183122
Observations (or Sum Wgts)	360

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	17	0,24996082	0,014704	8,3274
Error	342	0,60386580	0,001766	Prob > F
C. Total	359	0,85382662		<,0001

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Variablen</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0,24996082</b>	<b>8,3274</b>	<b>&lt;,0001</b>

Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1831222	0,002215	82,69	<,0001
Variablen[D01 [mm]]	0,0175278	0,009131	1,92	0,0557
<b>Variablen[D02 [mm]]</b>	<b>0,0390778</b>	<b>0,009131</b>	<b>4,28</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D03 [mm]]	0,0123778	0,009131	1,36	0,1761
<b>Variablen[D04 [mm]]</b>	<b>0,0190778</b>	<b>0,009131</b>	<b>2,09</b>	<b>0,0374</b>
<b>Variablen[D05 [mm]]</b>	<b>0,0206778</b>	<b>0,009131</b>	<b>2,26</b>	<b>0,0242</b>
<b>Variablen[D06 [mm]]</b>	<b>-0,030872</b>	<b>0,009131</b>	<b>-3,38</b>	<b>0,0008</b>
<b>Variablen[D07 [mm]]</b>	<b>0,0268278</b>	<b>0,009131</b>	<b>2,94</b>	<b>0,0035</b>
<b>Variablen[D08 [mm]]</b>	<b>0,0204278</b>	<b>0,009131</b>	<b>2,24</b>	<b>0,0259</b>
<b>Variablen[D09 [mm]]</b>	<b>-0,027472</b>	<b>0,009131</b>	<b>-3,01</b>	<b>0,0028</b>
<b>Variablen[D10 [mm]]</b>	<b>0,0203778</b>	<b>0,009131</b>	<b>2,23</b>	<b>0,0263</b>
<b>Variablen[D11 [mm]]</b>	<b>-0,025172</b>	<b>0,009131</b>	<b>-2,76</b>	<b>0,0062</b>

## ERGEBNISSE

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Variablen[D12 [mm]]	-0,002072	0,009131	-0,23	0,8206
<b>Variablen[D13 [mm]]</b>	<b>-0,022322</b>	<b>0,009131</b>	<b>-2,44</b>	<b>0,0150</b>
<b>Variablen[D14 [mm]]</b>	<b>0,0403778</b>	<b>0,009131</b>	<b>4,42</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D15 [mm]]</b>	<b>-0,029222</b>	<b>0,009131</b>	<b>-3,20</b>	<b>0,0015</b>
<b>Variablen[D16 [mm]]</b>	<b>-0,022522</b>	<b>0,009131</b>	<b>-2,47</b>	<b>0,0141</b>
<b>Variablen[D17 [mm]]</b>	<b>-0,047272</b>	<b>0,009131</b>	<b>-5,18</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D18 [mm]]	-0,009822	0,009131	-1,08	0,2828

Tabelle 17: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Variable

### Leverage Plot:

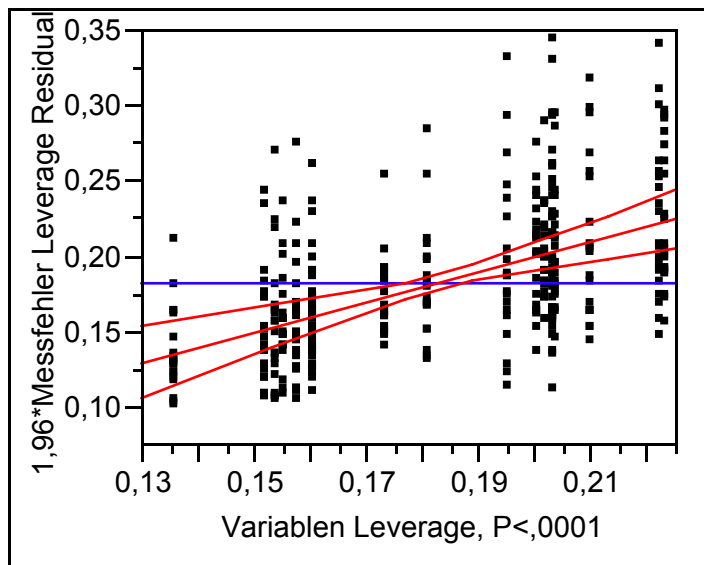


Abbildung 19: Leverage Plot: Variable

2.2.1.4 Einzelmodell Position

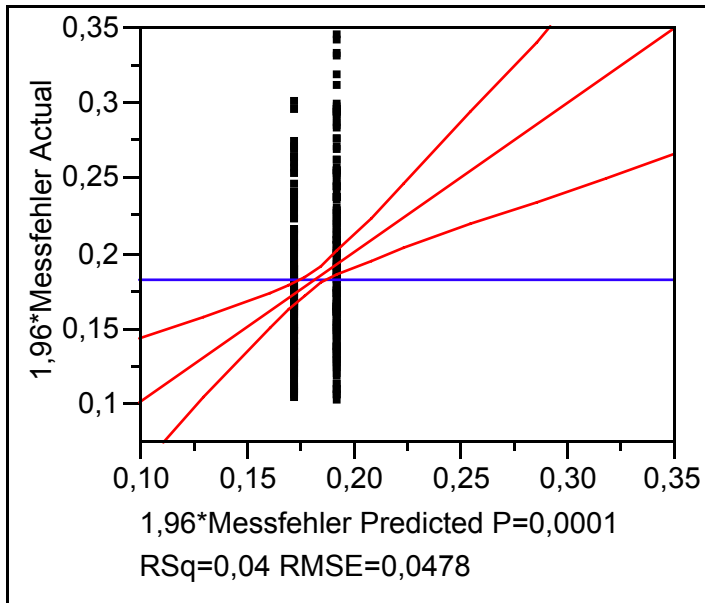


Abbildung 20: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Position

Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,04031</b>
RSquare Adj	0,037629
Root Mean Square Error	0,047842
Mean of Response	0,183122
Observations (or Sum Wgts)	360

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,03441778	0,034418	15,0371
Error	358	0,81940884	0,002289	Prob > F
C. Total	359	0,85382662		0,0001

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Position</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,03441778</b>	<b>15,0371</b>	<b>0,0001</b>

Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1831222	0,002521	72,62	<,0001
<b>Position[aufrecht]</b>	<b>-0,009778</b>	<b>0,002521</b>	<b>-3,88</b>	<b>0,0001</b>
<b>Position[entspannt]</b>	<b>0,0097778</b>	<b>0,002521</b>	<b>3,88</b>	<b>0,0001</b>

Tabelle 18: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Position

**Leverage Plot:**

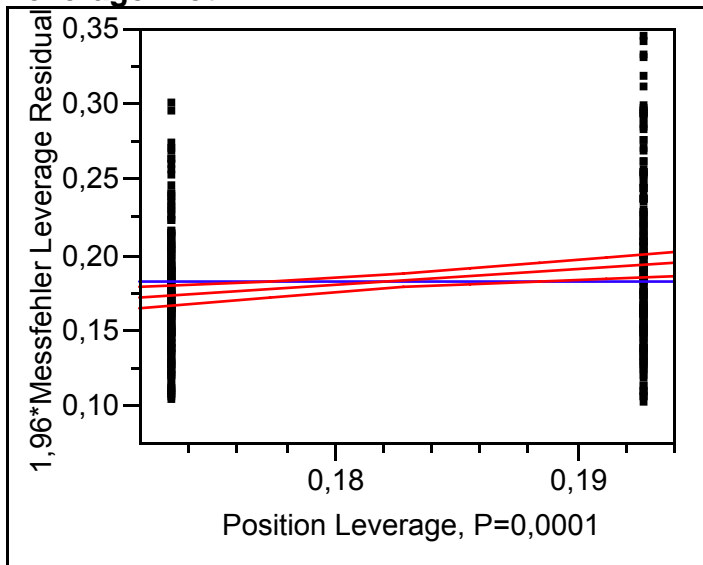


Abbildung 21: Leverage Plot: Position

**2.2.1.5 Einzelmodell Geschlecht**

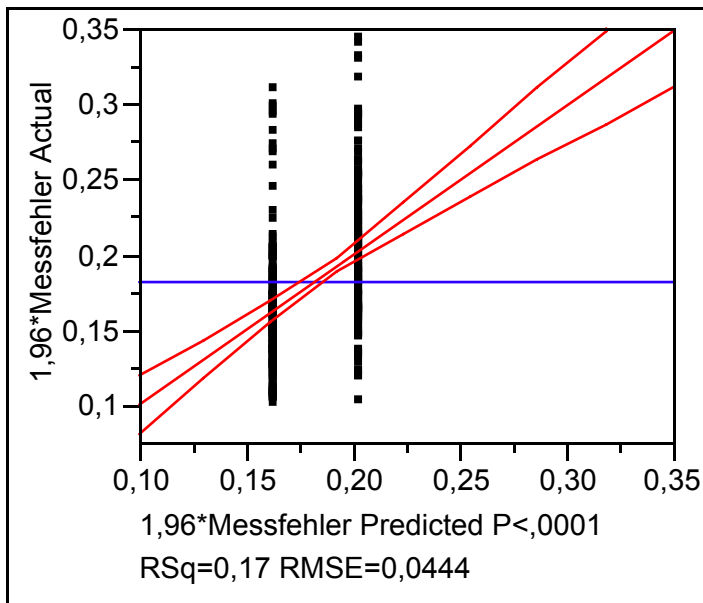


Abbildung 22: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Geschlecht

**Summary of Fit**

<b>RSquare</b>	<b>0,17318</b>
RSquare Adj	0,17087
Root Mean Square Error	0,044407
Mean of Response	0,183122
Observations (or Sum Wgts)	360

## ERGEBNISSE

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,14786560	0,147866	74,9841
Error	358	0,70596102	0,001972	Prob > F
C. Total	359	0,85382662		<,0001

### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Geschlecht</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,14786560</b>	<b>74,9841</b>	<b>&lt;,0001</b>

### Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1831222	0,00234	78,24	<,0001
<b>Geschlecht[männlich]</b>	<b>0,0202667</b>	<b>0,00234</b>	<b>8,66</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Geschlecht[weiblich]</b>	<b>-0,020267</b>	<b>0,00234</b>	<b>-8,66</b>	<b>&lt;,0001</b>

Abbildung 23: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Geschlecht

### Leverage Plot:

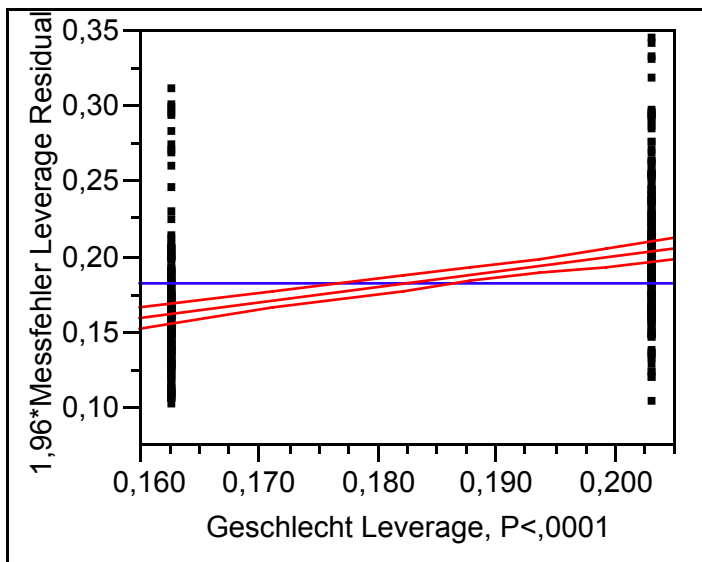


Abbildung 24: Leverage Plot: Geschlecht

### 3.2.2 Winkel

#### 3.2.2.1 Gesamtmodell

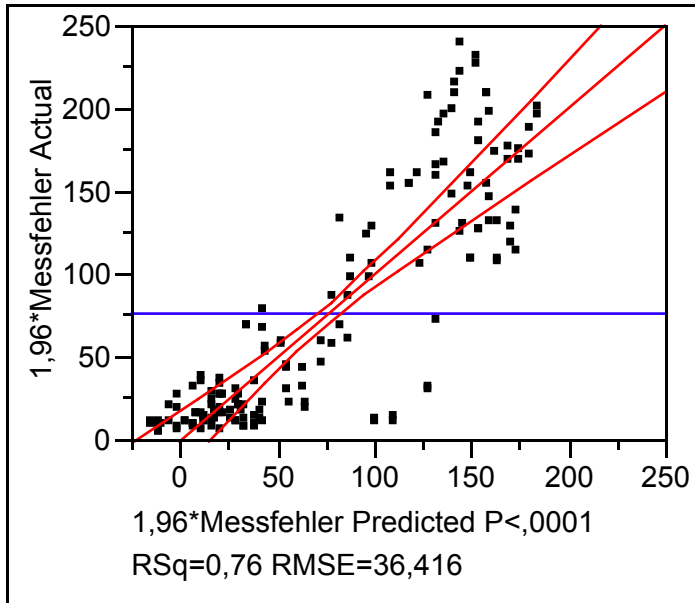


Abbildung 25: Kovarianzanalyse Winkel, Gesamtmodell

#### Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,756367</b>
RSquare Adj	0,734674
Root Mean Square Error	36,41631
Mean of Response	76,98076
Observations (or Sum Wgts)	160

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	13	601093,79	46238,0	34,8664
Error	146	193617,60	1326,1	Prob > F
C. Total	159	794711,39		<,0001

#### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>33726,26</b>	<b>6,3579</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>564026,13</b>	<b>60,7588</b>	<b>&lt;,0001</b>
Position	1	1	0,88	0,0007	0,9794
Geschlecht	1	1	3340,51	2,5190	0,1146

#### Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

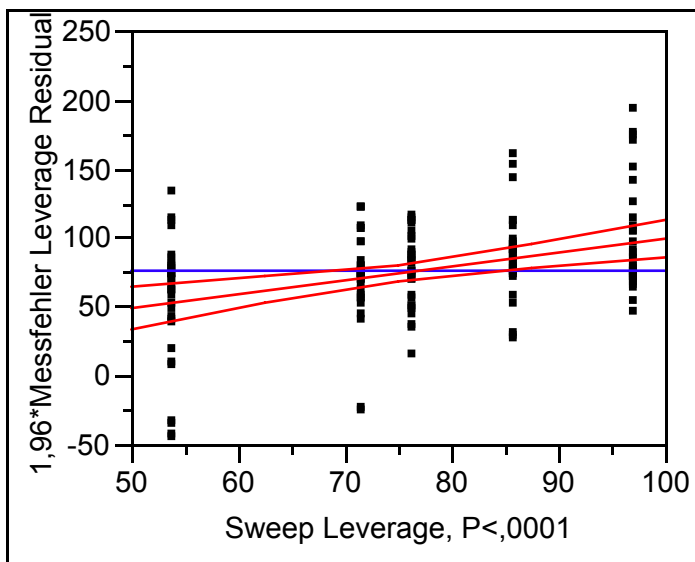
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	76,980762	2,878962	26,74	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>-23,13108</b>	<b>5,757925</b>	<b>-4,02</b>	<b>&lt;,0001</b>
Sweep[Mepepe]	-5,350888	5,757925	-0,93	0,3543
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>20,223425</b>	<b>5,757925</b>	<b>3,51</b>	<b>0,0006</b>
Sweep[Mepope]	8,9861437	5,757925	1,56	0,1208
Sweep[Mepupe]	-0,727606	5,757925	-0,13	0,8996

## ERGEBNISSE

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Variablen[Alpha1 [°]]	-63,38096	7,617019	-8,32	<,0001
Variablen[Alpha2 [°]]	-37,47556	7,617019	-4,92	<,0001
Variablen[Alpha3 [°]]	-59,67211	7,617019	-7,83	<,0001
Variablen[Alpha4 [°]]	-59,18591	7,617019	-7,77	<,0001
Variablen[Alpha5 [°]]	78,496487	7,617019	10,31	<,0001
Variablen[Alpha6 [°]]	82,617238	7,617019	10,85	<,0001
Variablen[Alpha7 [°]]	6,8095875	7,617019	0,89	0,3728
Variablen[Alpha8 [°]]	51,791238	7,617019	6,80	<,0001
Position[aufrecht]	0,074325	2,878962	0,03	0,9794
Position[entspannt]	-0,074325	2,878962	-0,03	0,9794
Geschlecht[männlich]	4,5692625	2,878962	1,59	0,1146
Geschlecht[weiblich]	-4,569262	2,878962	-1,59	0,1146

**Tabelle 19: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Winkel**

### Leverage Plots:



**Abbildung 26: Leverage Plot: Sweep**

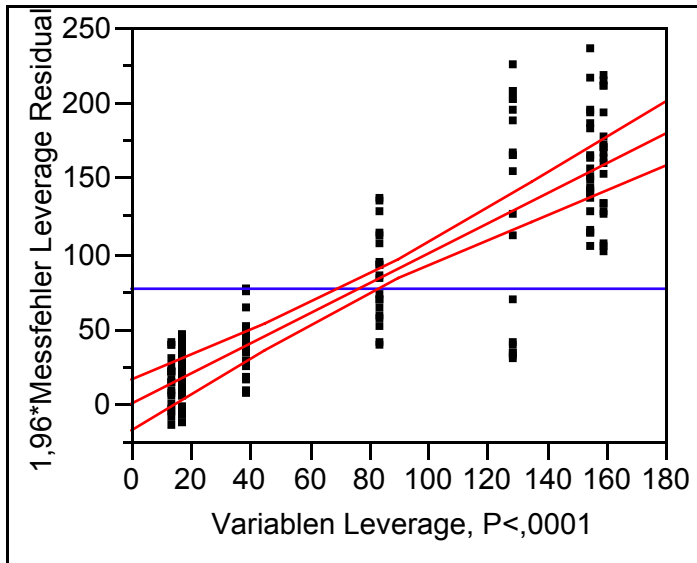


Abbildung 27: Leverage Plot: Variable

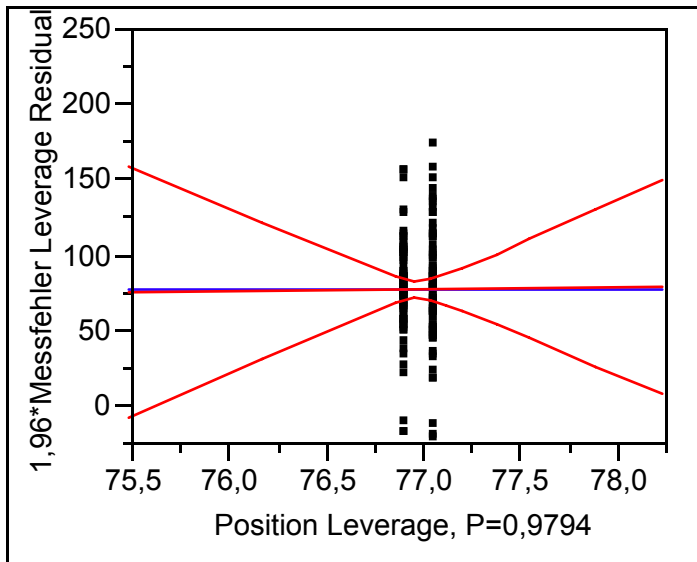


Abbildung 28: Leverage Plot: Position



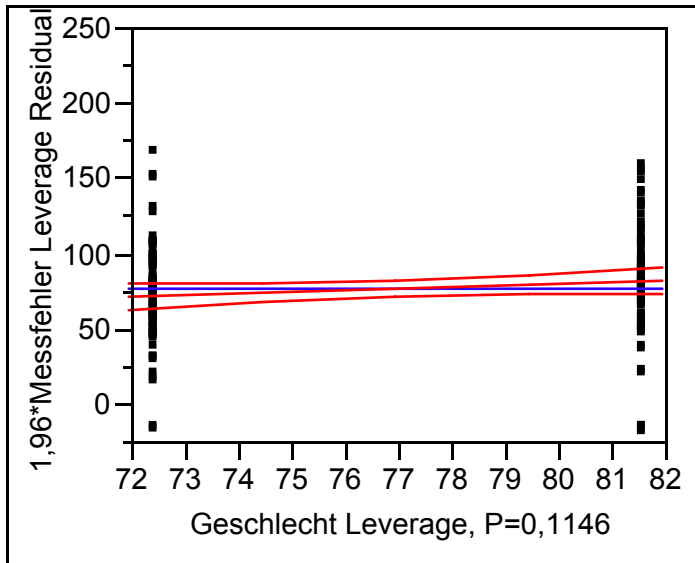


Abbildung 29: Leverage Plot: Geschlecht

### 3.2.2.2 Einzelmodell Sweep

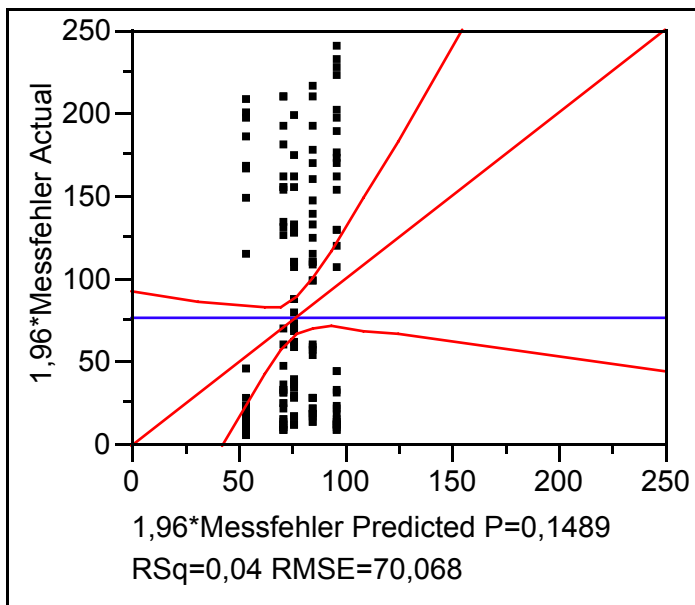


Abbildung 30: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Sweep

#### Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,042438</b>
RSquare Adj	0,017727
Root Mean Square Error	70,06841
Mean of Response	76,98076
Observations (or Sum Wgts)	160

## ERGEBNISSE

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	4	33726,26	8431,57	1,7174
Error	155	760985,13	4909,58	Prob > F
C. Total	159	794711,39		0,1489

### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Sweep	4	4	33726,264	1,7174	0,1489

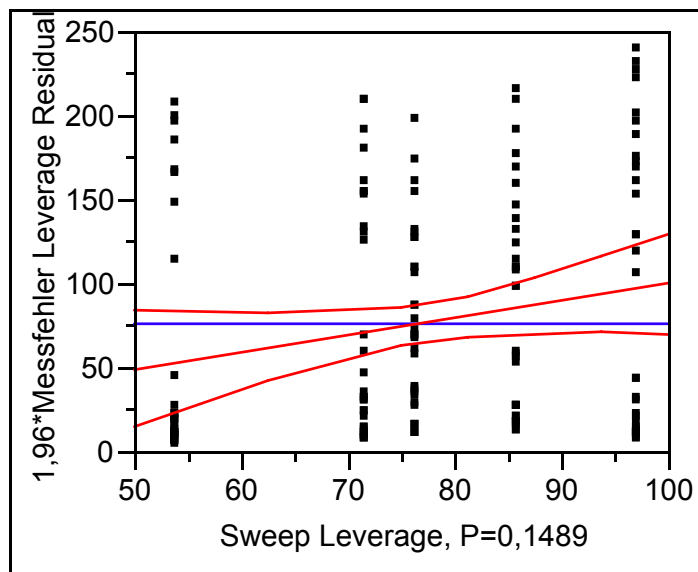
### Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	76,980762	5,539394	13,90	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>-23,13108</b>	<b>11,07879</b>	<b>-2,09</b>	<b>0,0384</b>
Sweep[Mepepe]	-5,350888	11,07879	-0,48	0,6298
Sweep[Mepipe]	20,223425	11,07879	1,83	0,0699
Sweep[Mepope]	8,9861437	11,07879	0,81	0,4185
Sweep[Mepupe]	-0,727606	11,07879	-0,07	0,9477

**Tabelle 20: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Sweep**

### Leverage Plot:



**Abbildung 31: Leverage Plot: Sweep**

3.2.2.3 Einzelmodell Variable

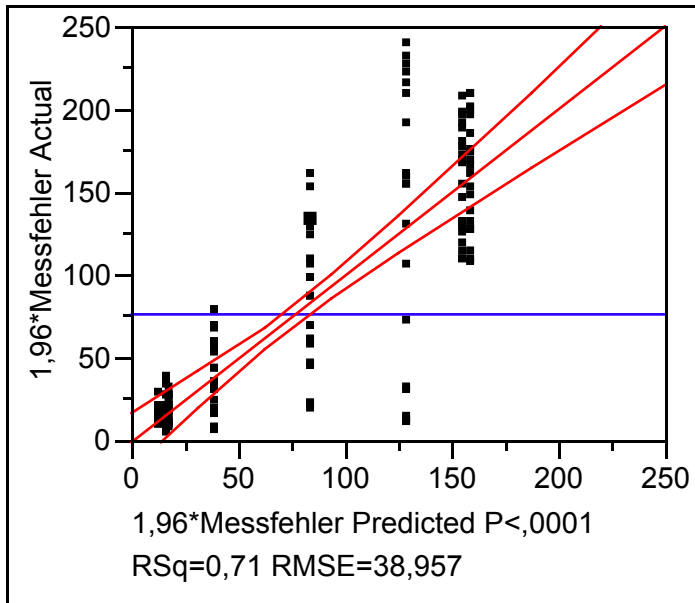


Abbildung 32: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Variable

Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,709724</b>
RSquare Adj	0,696357
Root Mean Square Error	38,95724
Mean of Response	76,98076
Observations (or Sum Wgts)	160

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	7	564026,13	80575,2	53,0915
Error	152	230685,26	1517,7	Prob > F
C. Total	159	794711,39		<,0001

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Variablen</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>564026,13</b>	<b>53,0915</b>	<b>&lt;,0001</b>

Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	76,980762	3,07984	25,00	<,0001
<b>Variablen[Alpha1 [°]]</b>	<b>-63,38096</b>	<b>8,14849</b>	<b>-7,78</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha2 [°]]</b>	<b>-37,47556</b>	<b>8,14849</b>	<b>-4,60</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha3 [°]]</b>	<b>-59,67211</b>	<b>8,14849</b>	<b>-7,32</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha4 [°]]</b>	<b>-59,18591</b>	<b>8,14849</b>	<b>-7,26</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha5 [°]]</b>	<b>78,496487</b>	<b>8,14849</b>	<b>9,63</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha6 [°]]</b>	<b>82,617238</b>	<b>8,14849</b>	<b>10,14</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[Alpha7 [°]]	6,8095875	8,14849	0,84	0,4046
<b>Variablen[Alpha8 [°]]</b>	<b>51,791238</b>	<b>8,14849</b>	<b>6,36</b>	<b>&lt;,0001</b>

Tabelle 21: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Variable

**Leverage Plot:**

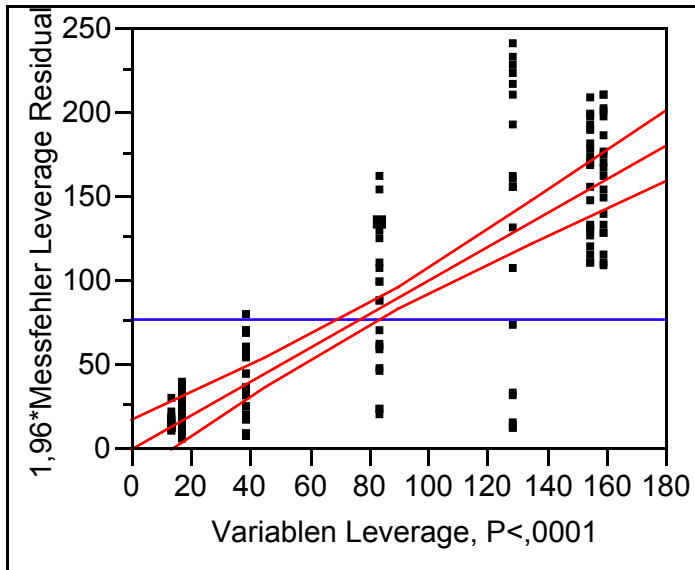


Abbildung 33: Leverage Plot: Variable

**3.2.2.4 Einzelmodell Position**

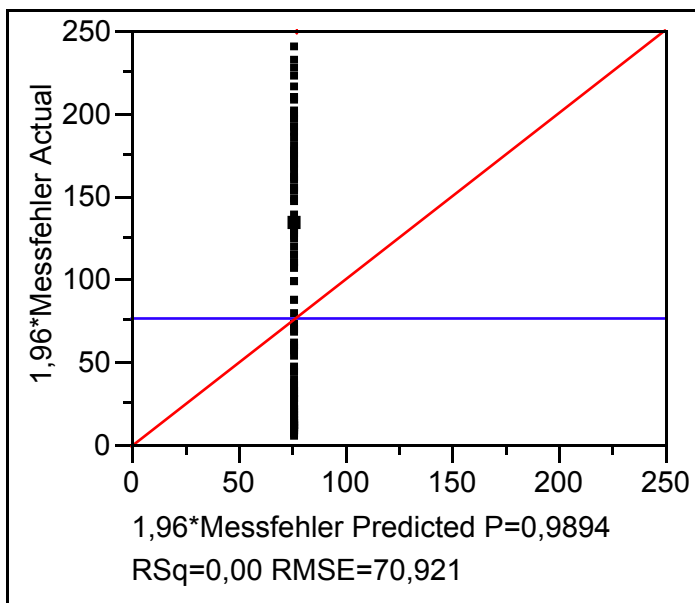


Abbildung 34: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Position

**Summary of Fit**

<b>RSquare</b>	<b>0,000001</b>
RSquare Adj	-0,00633
Root Mean Square Error	70,92118
Mean of Response	76,98076
Observations (or Sum Wgts)	160

# ERGEBNISSE

## Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,88	0,88	0,0002
Error	158	794710,51	5029,81	Prob > F
C. Total	159	794711,39		0,9894

## Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Position	1	1	0,88387290	0,0002	0,9894

## Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	76,980762	5,606811	13,73	<,0001
Position[aufrecht]	0,074325	5,606811	0,01	0,9894
Position[entspannt]	-0,074325	5,606811	-0,01	0,9894

Tabelle 22: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Position

## Leverage Plot:

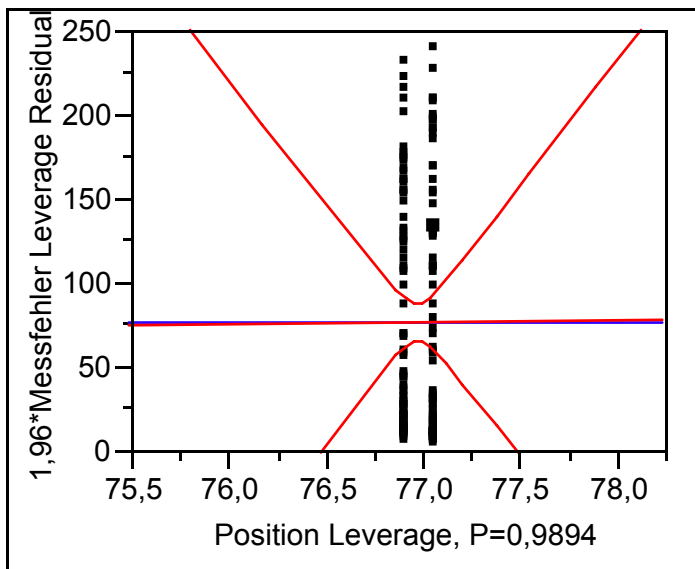


Abbildung 35: Leverage Plot Position

3.2.2.5 Einzelmodell Geschlecht

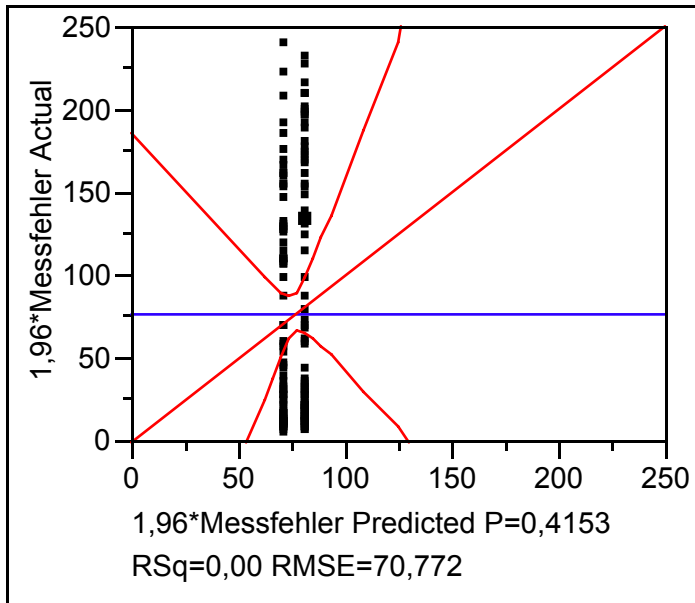


Abbildung 36: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Geschlecht

Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,004203</b>
RSquare Adj	-0,0021
Root Mean Square Error	70,772
Mean of Response	76,98076
Observations (or Sum Wgts)	160

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	3340,51	3340,51	0,6669
Error	158	791370,89	5008,68	Prob > F
C. Total	159	794711,39		0,4153

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Geschlecht	1	1	3340,5056	0,6669	0,4153

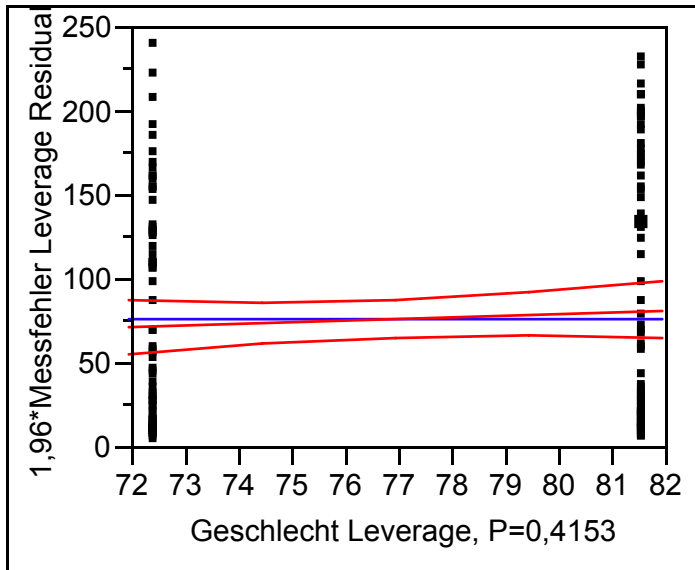
Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	76,980762	5,595018	13,76	<,0001
Geschlecht[männlich]	4,5692625	5,595018	0,82	0,4153
Geschlecht[weiblich]	-4,569262	5,595018	-0,82	0,4153

Tabelle 23: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Geschlecht

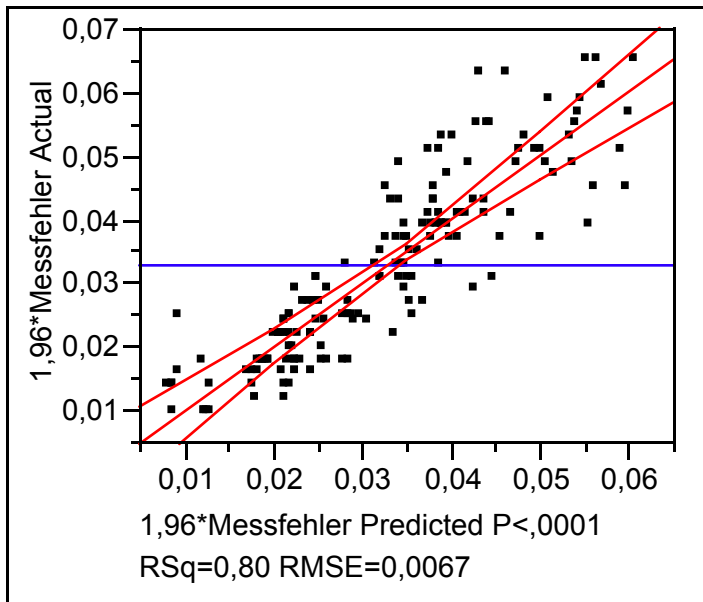
**Leverage Plot:**



**Abbildung 37: Leverage Plot: Geschlecht**

**3.2.3 Zeitspannen**

**3.2.3.1 Gesamtmodell**



**Abbildung 38: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Zeitspannen**

## ERGEBNISSE

### Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,796168</b>
RSquare Adj	0,778019
Root Mean Square Error	0,006706
Mean of Response	0,032687
Observations (or Sum Wgts)	160

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	13	0,02564648	0,001973	43,8675
Error	146	0,00656590	0,000045	Prob > F
C. Total	159	0,03221238		<,0001

### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,01380625</b>	<b>76,7493</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0,01128437</b>	<b>35,8458</b>	<b>&lt;,0001</b>
Position	1	1	0,00001563	0,3474	0,5565
<b>Geschlecht</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,00054023</b>	<b>12,0125</b>	<b>0,0007</b>

### Expanded Estimates

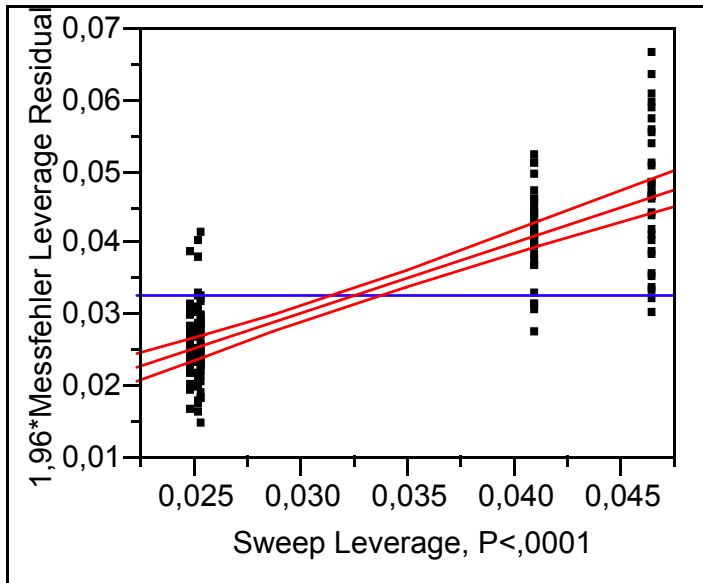
Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,0326875	0,00053	61,66	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>-0,007719</b>	<b>0,00106</b>	<b>-7,28</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepepe]</b>	<b>-0,007344</b>	<b>0,00106</b>	<b>-6,93</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>-0,007281</b>	<b>0,00106</b>	<b>-6,87</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepope]</b>	<b>0,0084062</b>	<b>0,00106</b>	<b>7,93</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepupe]</b>	<b>0,0139375</b>	<b>0,00106</b>	<b>13,14</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[T1 [s]]</b>	<b>-0,014587</b>	<b>0,001403</b>	<b>-10,40</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[T2 [s]]</b>	<b>-0,004238</b>	<b>0,001403</b>	<b>-3,02</b>	<b>0,0030</b>
<b>Variablen[T3 [s]]</b>	<b>-0,005537</b>	<b>0,001403</b>	<b>-3,95</b>	<b>0,0001</b>
<b>Variablen[T4 [s]]</b>	<b>0,0051625</b>	<b>0,001403</b>	<b>3,68</b>	<b>0,0003</b>
<b>Variablen[T5 [s]]</b>	<b>0,0111125</b>	<b>0,001403</b>	<b>7,92</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[T6 [s]]	-0,002537	0,001403	-1,81	0,0725
Variablen[T7 [s]]	-0,001387	0,001403	-0,99	0,3242
<b>Variablen[T8 [s]]</b>	<b>0,0120125</b>	<b>0,001403</b>	<b>8,56</b>	<b>&lt;,0001</b>
Position[aufrecht]	-0,000313	0,00053	-0,59	0,5565
Position[entspannt]	0,0003125	0,00053	0,59	0,5565
<b>Geschlecht[männlich]</b>	<b>-0,001838</b>	<b>0,00053</b>	<b>-3,47</b>	<b>0,0007</b>
<b>Geschlecht[weiblich]</b>	<b>0,0018375</b>	<b>0,00053</b>	<b>3,47</b>	<b>0,0007</b>

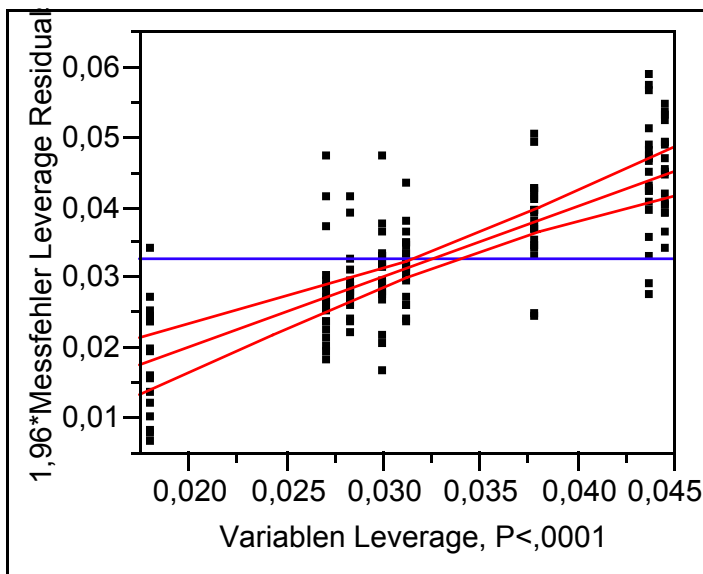
Tabelle 24: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Zeitspannen



**Leverage Plots:**



**Abbildung 39: Leverage Plot: Sweep**



**Abbildung 40: Leverage Plot: Variablen**

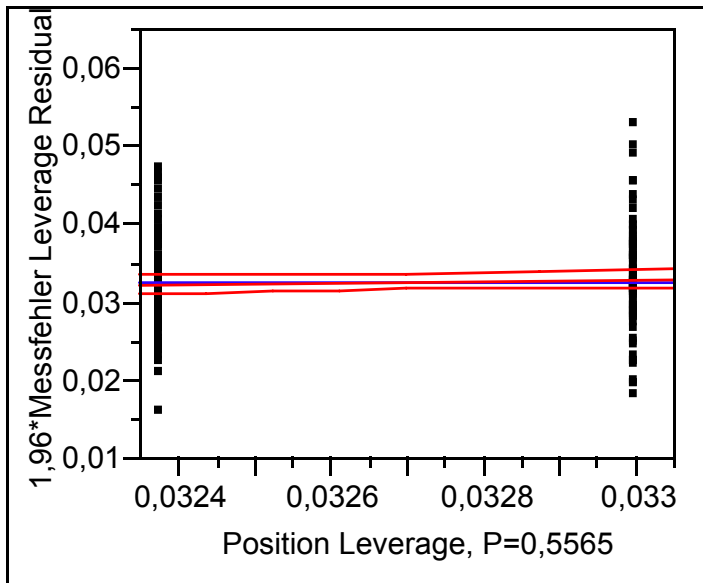


Abbildung 41: Leverage Plot: Position

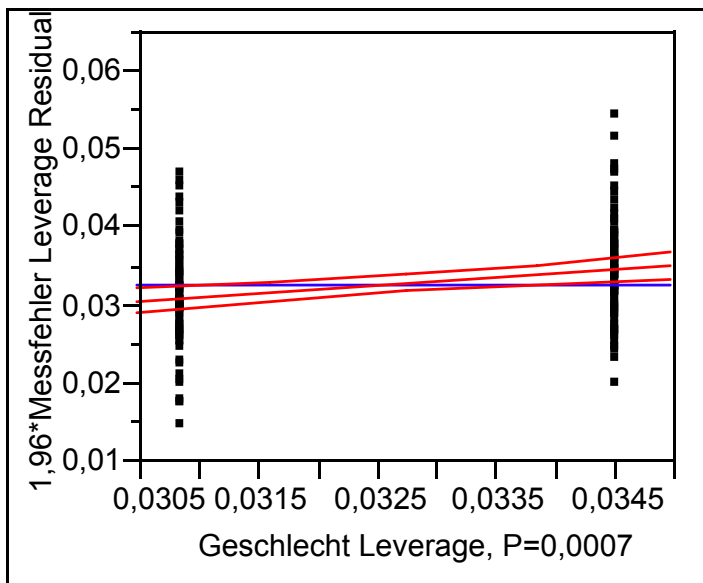


Abbildung 42: Leverage Plot: Geschlecht

3.2.3.2 Einzelmodell Sweep

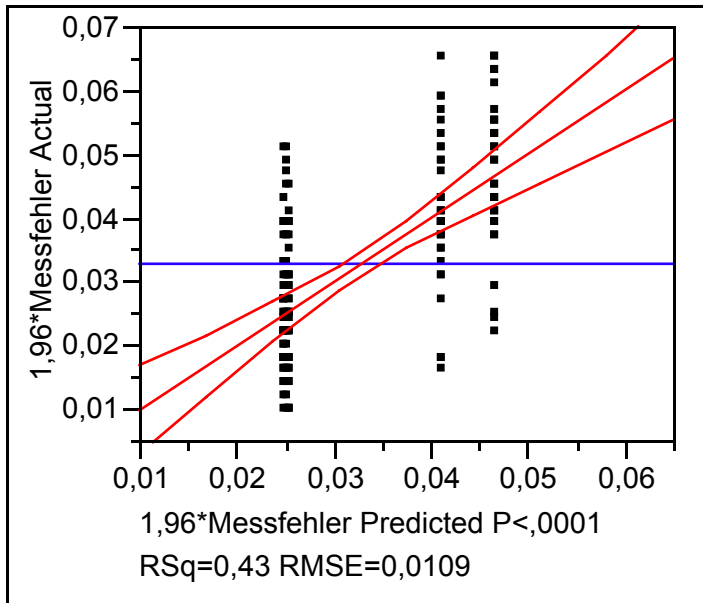


Abbildung 43: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspannen Sweep

Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,428601</b>
RSquare Adj	0,413855
Root Mean Square Error	0,010897
Mean of Response	0,032687
Observations (or Sum Wgts)	160

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	4	0,01380625	0,003452	29,0660
Error	155	0,01840613	0,000119	Prob > F
C. Total	159	0,03221238		<,0001

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,01380625</b>	<b>29,0660</b>	<b>&lt;,0001</b>

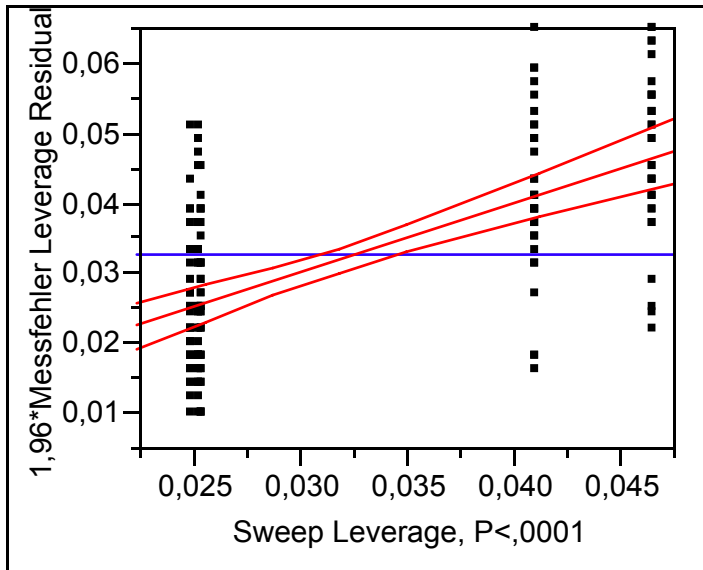
Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,0326875	0,000862	37,94	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>-0,007719</b>	<b>0,001723</b>	<b>-4,48</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepepe]</b>	<b>-0,007344</b>	<b>0,001723</b>	<b>-4,26</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>-0,007281</b>	<b>0,001723</b>	<b>-4,23</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepope]</b>	<b>0,0084062</b>	<b>0,001723</b>	<b>4,88</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepupe]</b>	<b>0,0139375</b>	<b>0,001723</b>	<b>8,09</b>	<b>&lt;,0001</b>

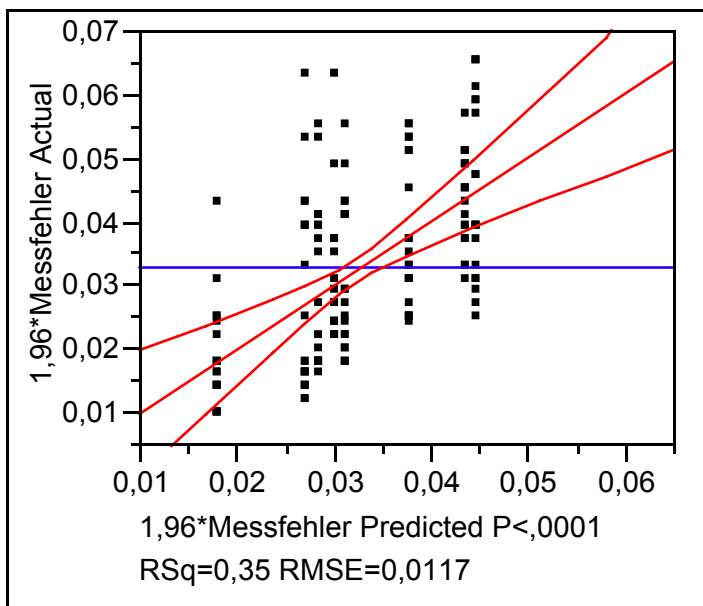
Tabelle 25: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspanne Sweep

**Leverage Plot:**



**Abbildung 44: Leverage Plot: Sweep**

**3.2.3.3 Einzelmodell Variable**



**Abbildung 45: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitdistanz Variable**

**Summary of Fit**

<b>RSquare</b>	<b>0,350312</b>
RSquare Adj	0,320392
Root Mean Square Error	0,011734
Mean of Response	0,032687

## ERGEBNISSE

Observations (or Sum Wgts) 160

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	7	0,01128438	0,001612	11,7083
Error	152	0,02092800	0,000138	Prob > F
C. Total	159	0,03221238		<,0001

### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Variablen</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0,01128437</b>	<b>11,7083</b>	<b>&lt;,0001</b>

### Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,0326875	0,000928	35,24	<,0001
<b>Variablen[T1 [s]]</b>	<b>-0,014587</b>	<b>0,002454</b>	<b>-5,94</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[T2 [s]]	-0,004238	0,002454	-1,73	0,0863
<b>Variablen[T3 [s]]</b>	<b>-0,005537</b>	<b>0,002454</b>	<b>-2,26</b>	<b>0,0255</b>
<b>Variablen[T4 [s]]</b>	<b>0,0051625</b>	<b>0,002454</b>	<b>2,10</b>	<b>0,0371</b>
<b>Variablen[T5 [s]]</b>	<b>0,0111125</b>	<b>0,002454</b>	<b>4,53</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[T6 [s]]	-0,002537	0,002454	-1,03	0,3028
Variablen[T7 [s]]	-0,001387	0,002454	-0,57	0,5727
<b>Variablen[T8 [s]]</b>	<b>0,0120125</b>	<b>0,002454</b>	<b>4,89</b>	<b>&lt;,0001</b>

Tabelle 26: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspanne Variable

### Leverage Plot:

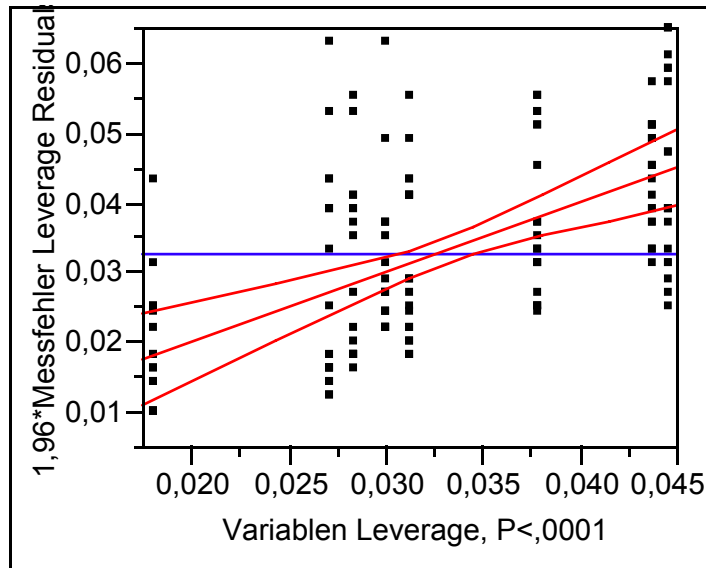


Abbildung 46: Leverage Plot: Variable

3.2.3.4 Einzelmodell Position

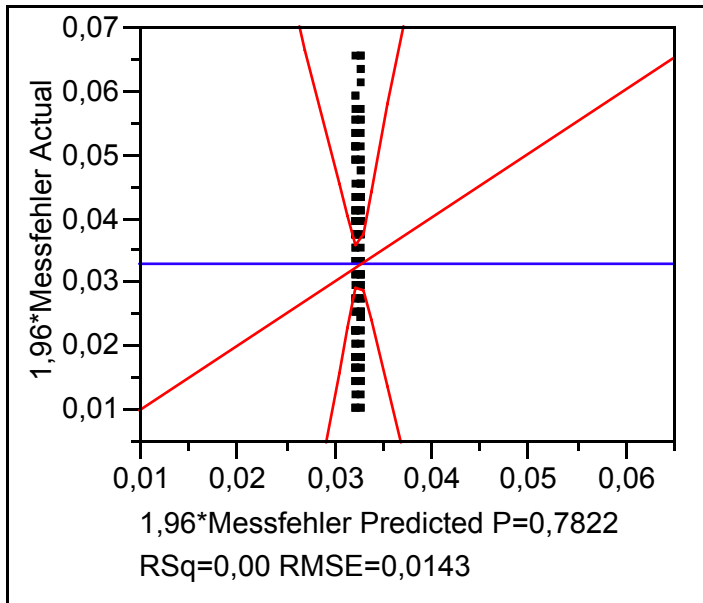


Abbildung 47: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspanne Position

Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,000485</b>
RSquare Adj	-0,00584
Root Mean Square Error	0,014275
Mean of Response	0,032687
Observations (or Sum Wgts)	160

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,00001563	0,000016	0,0767
Error	158	0,03219675	0,000204	Prob > F
C. Total	159	0,03221238		0,7822

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Position	1	1	0,00001563	0,0767	0,7822

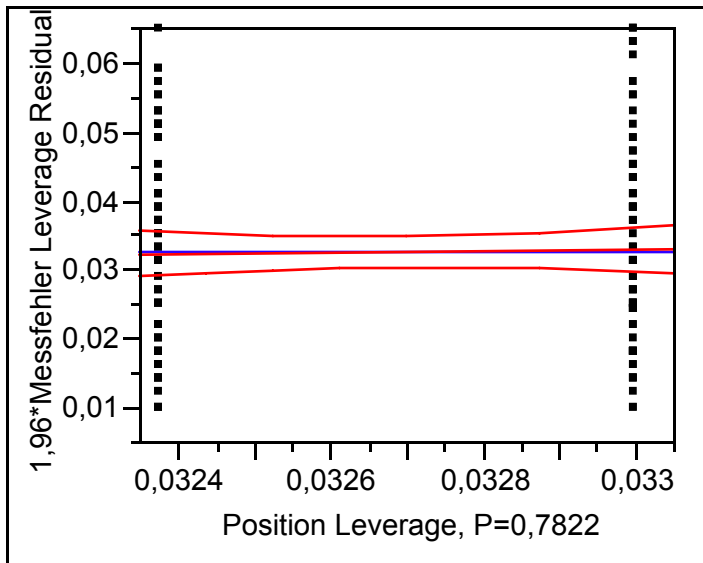
Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,0326875	0,001129	28,96	<,0001
Position[aufrecht]	-0,000313	0,001129	-0,28	0,7822
Position[entspannt]	0,0003125	0,001129	0,28	0,7822

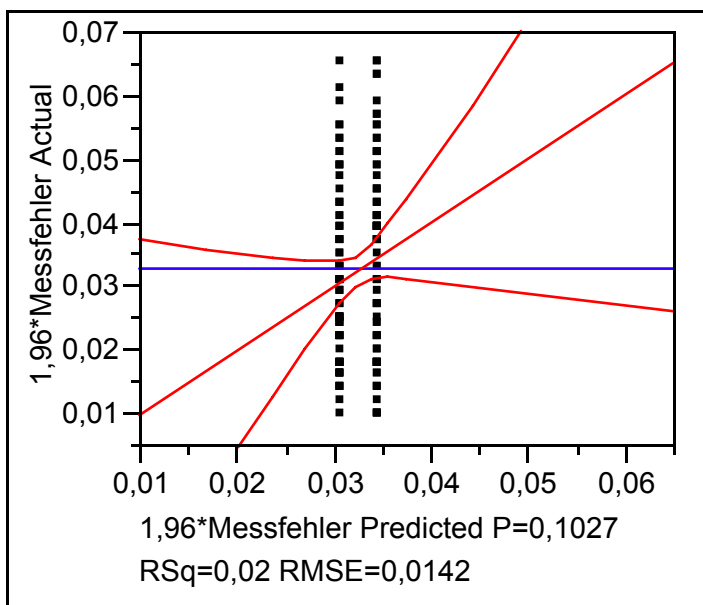
Tabelle 27: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitdistanzen Position

**Leverage Plot:**



**Abbildung 48: Leverage Plot: Position**

**3.2.3.5 Einzelmodell Geschlecht**



**Abbildung 49: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspannen Geschlecht**

**Summary of Fit**

<b>RSquare</b>	<b>0,016771</b>
RSquare Adj	0,010548
Root Mean Square Error	0,014158

## ERGEBNISSE

Mean of Response                    0,032687  
 Observations (or Sum Wgts)        160

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,00054023	0,000540	2,6950
Error	158	0,03167215	0,000200	Prob > F
C. Total	159	0,03221238		0,1027

### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Geschlecht	1	1	0,00054023	2,6950	0,1027

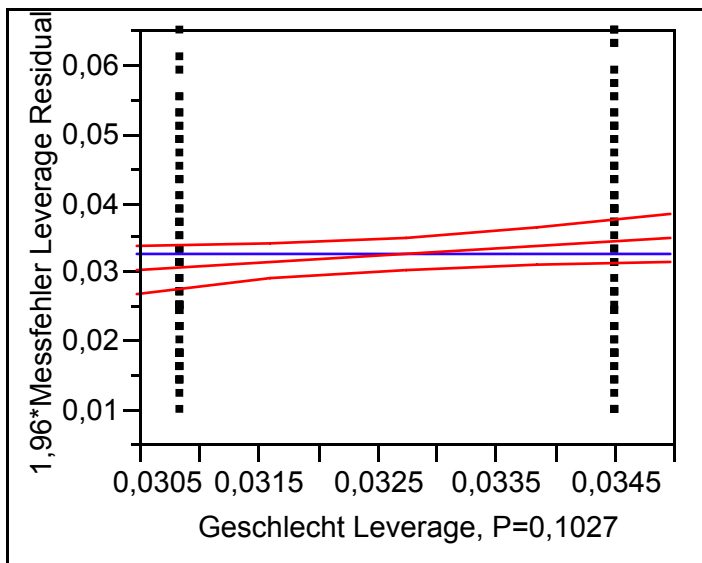
### Expanded Estimates

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,0326875	0,001119	29,20	<,0001
Geschlecht[männlich]	-0,001838	0,001119	-1,64	0,1027
Geschlecht[weiblich]	0,0018375	0,001119	1,64	0,1027

**Tabelle 28: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspannen Geschlecht**

### Leverage Plot:



**Abbildung 50: Leverage Plot: Geschlecht**



### 3.3 Messfehler Oneway

Die Oneway Analyse zeigt, ob die Position einen Einfluss auf den Messfehler hat. Bei einem Probability Wert von  $\leq 0,05$  ist von einem statistisch signifikanten Einfluss der Leitgröße Position auf den Messfehler auszugehen. Die gesamten Tabellen sind im Anhang abgebildet, im Folgenden werden die relevanten Probability Werte in einer Übersicht aufgeführt und nur bei den Variablen, bei denen die Position einen signifikanten Einfluss zeigt, wird die gesamte Analyse dargestellt.

#### 3.3.1 Distanzen

Variable	Prob>ChiSq
D01	0,9097
D02	0,6501
D03	0,4272
D04	0,185
D05	0,3642
D06	0,7621
D07	0,5197
D08	0,2404
D09	0,595
D10	0,472
D11	0,4272
D12	0,4268
D13	0,3638
D14	0,0695
D15	0,5449
D16	0,1733
D17	0,0885
D18	0,2116

Tabelle 29: Oneway Test, ChiSquare Approximation Distanzen

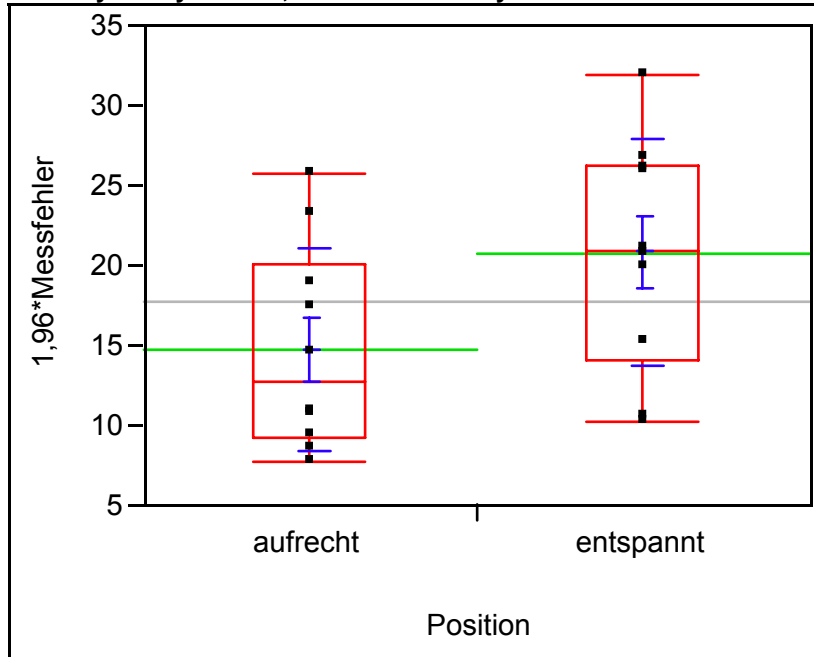
#### 3.3.2 Winkel

Variable	Prob>ChiSq	
Alpha 1	0,1124	
Alpha 2	0,1495	
Alpha 3	0,5967	
<b>Alpha 4</b>	<b>0,0494</b>	
Alpha 5	./.	Drop out
Alpha 6	./.	Drop out
Alpha 7	0,4386	Small sample size
Alpha 8	0,1213	Small sample size

Tabelle 30: Oneway Test, ChiSquare Approximation Winkel

Es wird im Folgenden die auffällige Variable Alpha 4 dargestellt.

Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	7,803	7,8792	9,2295	12,793	20,014	25,5502	25,815
entspannt	10,182	10,2234	14,06775	20,8925	26,24	31,3424	31,844

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	14,7599	6,34725	2,0072	10,219	19,300
entspannt	10	20,8298	7,15291	2,2619	15,713	25,947

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	79	7,9000	-1,928
entspannt	10	131	13,1000	1,928

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
131	1,92762	0,0539

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
3,8629	1	<b>0,0494</b>

Abbildung 51: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 4

### 3.3.3 Zeitspannen

Variable	Prob>ChiSq
T01	0,3578
T02	0,6391
T03	0,7605
T04	0,5434
T05	0,8192
T06	0,5130
T07	0,8194
T08	0,9091

**Tabelle 31: Oneway Test, ChiSquare Approximation Zeitspannen**

### 3.4 Messwerte Oneway

#### 3.4.1 Einfluss der Position

##### 3.4.1.1 Distanzen

Variable	Prob>ChiSq
D01	0,7614
D02	0,8797
D03	0,9396
D04	0,7616
D05	0,0843
D06	0,8193
D07	0,5201
D08	0,5964
D09	0,8798
D10	1,0000
D11	0,9097
D12	1,0000
D13	0,7624
D14	0,9698
D15	0,9097
D16	0,7054
D17	1,0000
D18	1,0000

**Tabelle 32: Oneway Test, ChiSquare Approximation Distanzen**

##### 3.4.1.2 Winkel

Variable	Prob>ChiSq	
Alpha 1	0,8798	
Alpha 2	0,1093	
Alpha 3	0,4057	
Alpha 4	0,7055	
Alpha 5	./.	Drop out
Alpha 6	./.	Drop out
Alpha 7	1,0000	Small sample size
Alpha 8	1,0000	Small sample size

**Tabelle 33: Oneway Test, ChiSquare Approximation Winkel**

### 3.4.1.3 Zeitspannen

Variable	Prob>ChiSq
T01	0,3833
T02	0,8456
T03	0,6844
T04	0,6972
T05	0,3461
T06	0,9694
T07	0,6907
T08	0,9060

Tabelle 34: Oneway Test, ChiSquare Approximation Zeitspannen

### 3.4.2 Einfluss des Geschlechts

#### 3.4.2.1 Distanzen

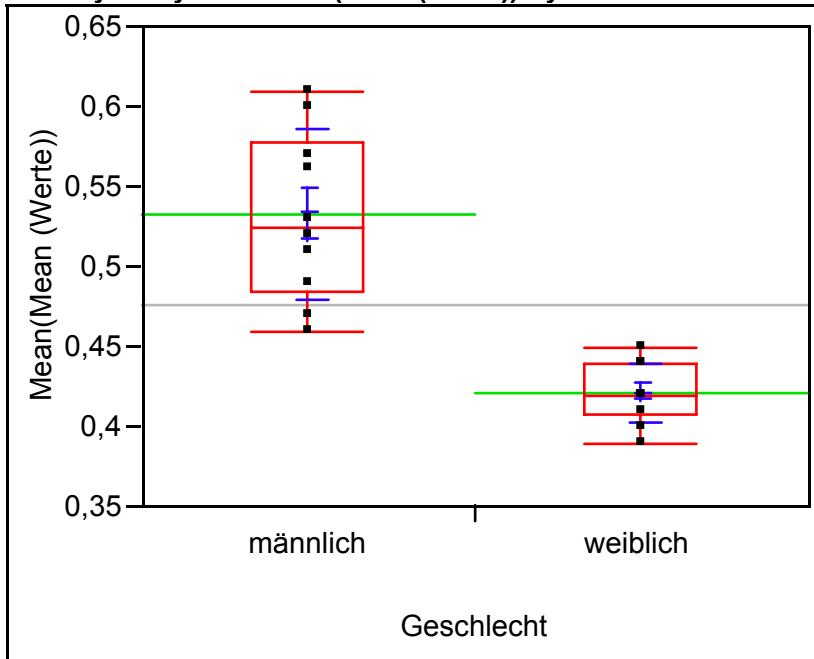
Variable	Prob>ChiSq
D01	<b>0,0001</b>
D02	0,5201
D03	0,5959
D04	0,8496
D05	0,7013
D06	<b>0,0397</b>
D07	0,8499
D08	0,5202
D09	<b>0,0002</b>
D10	<b>0,0002</b>
D11	<b>0,0002</b>
D12	<b>0,0002</b>
D13	<b>0,0284</b>
D14	<b>0,0283</b>
D15	<b>0,0003</b>
D16	<b>0,0002</b>
D17	<b>0,0002</b>
D18	<b>0,0002</b>

Tabelle 35: Oneway Test, ChiSquare Approximation Distanzen

Auf den folgenden Seiten werden die Oneway Analysen der Variablen mit signifikantem Einfluss auf den gemessenen Wert detailliert gezeigt.

**Variable D01 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,46	0,461	0,485	0,525	0,5775	0,609	0,61
weiblich	0,39	0,391	0,4075	0,42	0,44	0,449	0,45

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,532000	0,052026	0,01645	0,49478	0,56922
weiblich	10	0,421000	0,018529	0,00586	0,40774	0,43426

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	155	15,5000	3,757
weiblich	10	55	5,5000	-3,757

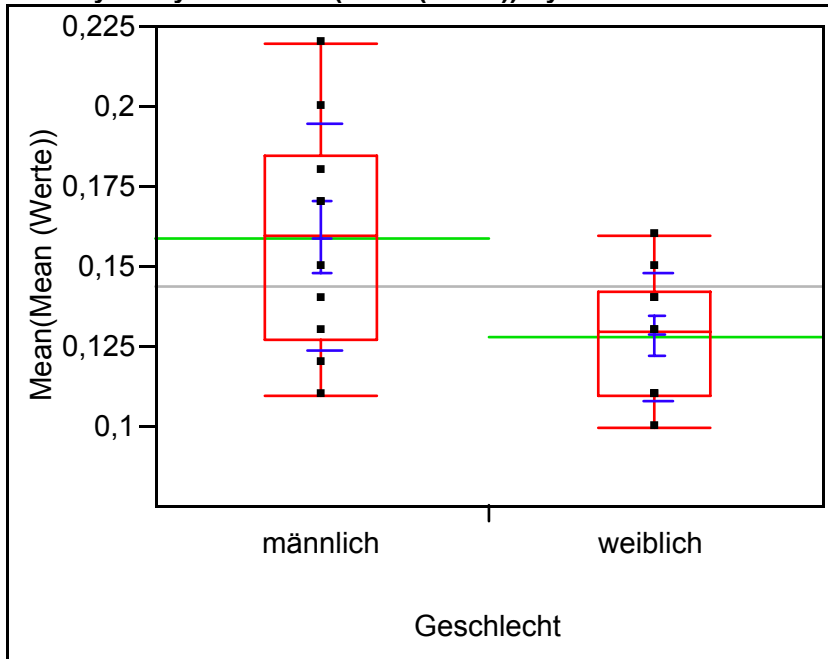
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,4049	1	<b>0,0001</b>

**Abbildung 52: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D01**

**Variable D06 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,11	0,111	0,1275	0,16	0,185	0,218	0,22
weiblich	0,1	0,101	0,11	0,13	0,1425	0,159	0,16

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,159000	0,035418	0,01120	0,13366	0,18434
weiblich	10	0,128000	0,019889	0,00629	0,11377	0,14223

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	132	13,2000	2,018
weiblich	10	78	7,8000	-2,018

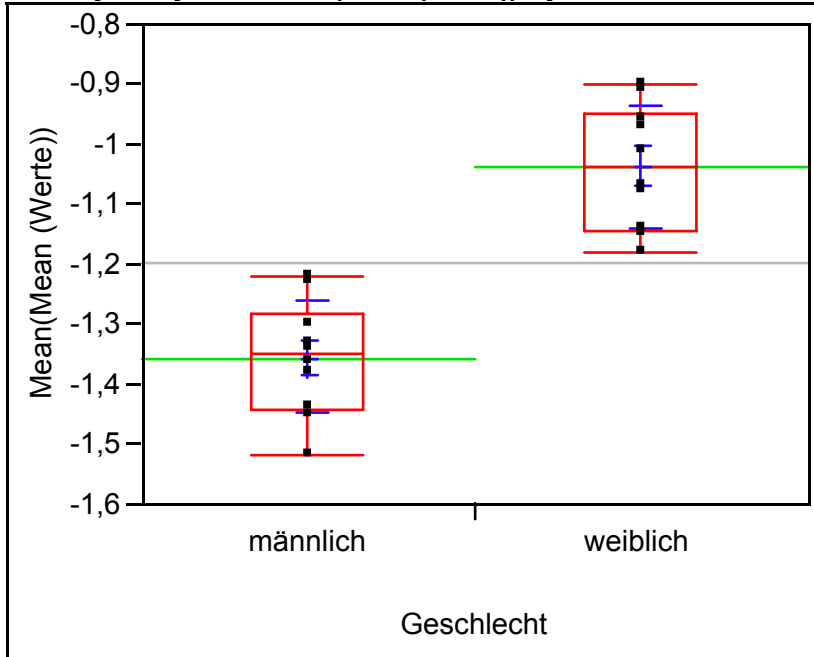
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
4,2293	1	<b>0,0397</b>

**Abbildung 53: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D06**

**Variable D09 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-1,52	-1,513	-1,4425	-1,35	-1,2825	-1,221	-1,22
weiblich	-1,18	-1,177	-1,1425	-1,04	-0,9475	-0,901	-0,9

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-1,3570	0,095341	0,03015	-1,425	-1,289
weiblich	10	-1,0370	0,101549	0,03211	-1,110	-0,964

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	55	5,5000	-3,742
weiblich	10	155	15,5000	3,742

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

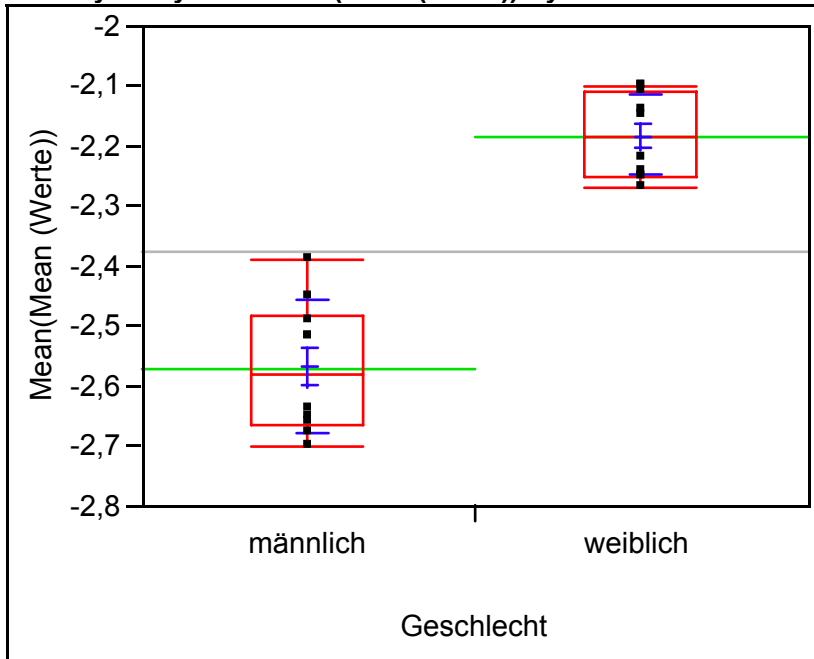
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,2857	1	<b>0,0002</b>

**Abbildung 54: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D09**



**Variable D10 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-2,7	-2,698	-2,665	-2,58	-2,48	-2,396	-2,39
weiblich	-2,27	-2,268	-2,25	-2,185	-2,1075	-2,1	-2,1

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-2,5700	0,108832	0,03442	-2,648	-2,492
weiblich	10	-2,1830	0,069290	0,02191	-2,233	-2,133

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	55	5,5000	-3,746
weiblich	10	155	15,5000	3,746

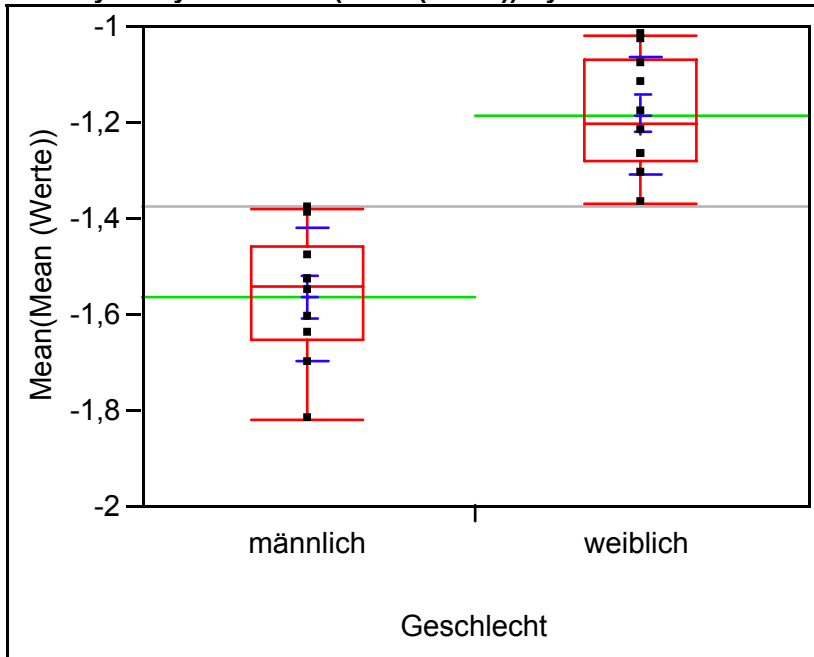
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,3180	1	<b>0,0002</b>

**Abbildung 55: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D10**

**Variable D11 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-1,82	-1,808	-1,655	-1,54	-1,4575	-1,381	-1,38
weiblich	-1,37	-1,364	-1,28	-1,2	-1,0675	-1,021	-1,02

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-1,5630	0,135651	0,04290	-1,660	-1,466
weiblich	10	-1,1870	0,121111	0,03830	-1,274	-1,100

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	55	5,5000	-3,745
weiblich	10	155	15,5000	3,745

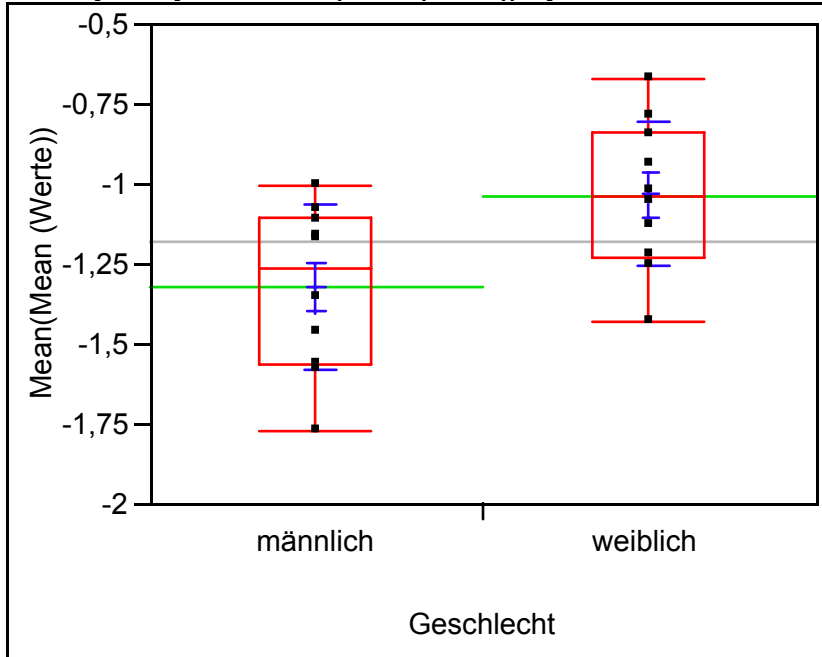
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,3072	1	<b>0,0002</b>

**Abbildung 56: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D11**

**Variable D12 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-1,77	-1,751	-1,565	-1,26	-1,1025	-1,008	-1
weiblich	-1,43	-1,412	-1,2275	-1,035	-0,835	-0,682	-0,67

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-1,3240	0,258251	0,08167	-1,509	-1,139
weiblich	10	-1,0350	0,231529	0,07322	-1,201	-0,869

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	76	7,6000	-2,154
weiblich	10	134	13,4000	2,154

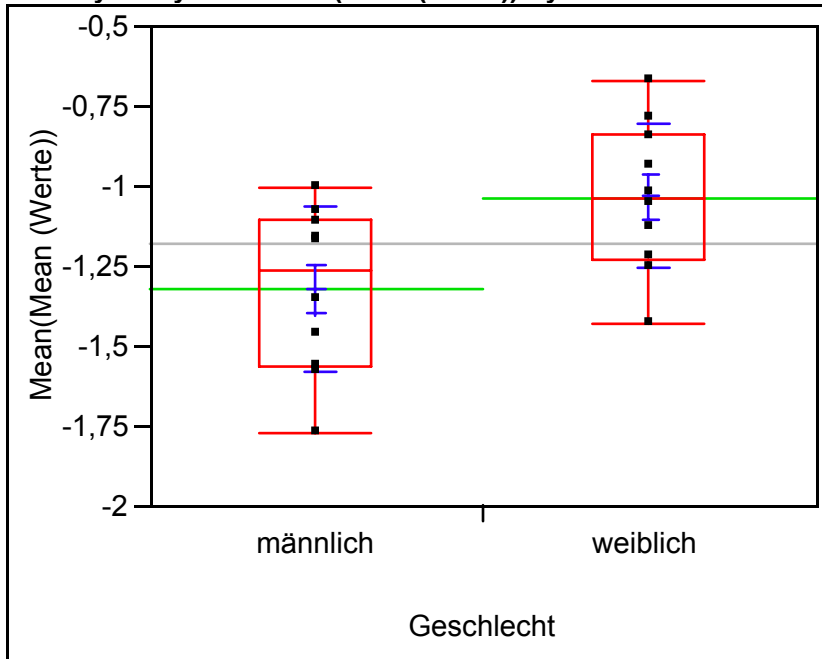
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
4,8057	1	<b>0,0284</b>

**Abbildung 57: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D12**

**Variable D13 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-1,77	-1,751	-1,565	-1,26	-1,1025	-1,008	-1
weiblich	-1,43	-1,412	-1,2275	-1,035	-0,835	-0,682	-0,67

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-1,3240	0,258251	0,08167	-1,509	-1,139
weiblich	10	-1,0350	0,231529	0,07322	-1,201	-0,869

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	76	7,6000	-2,154
weiblich	10	134	13,4000	2,154

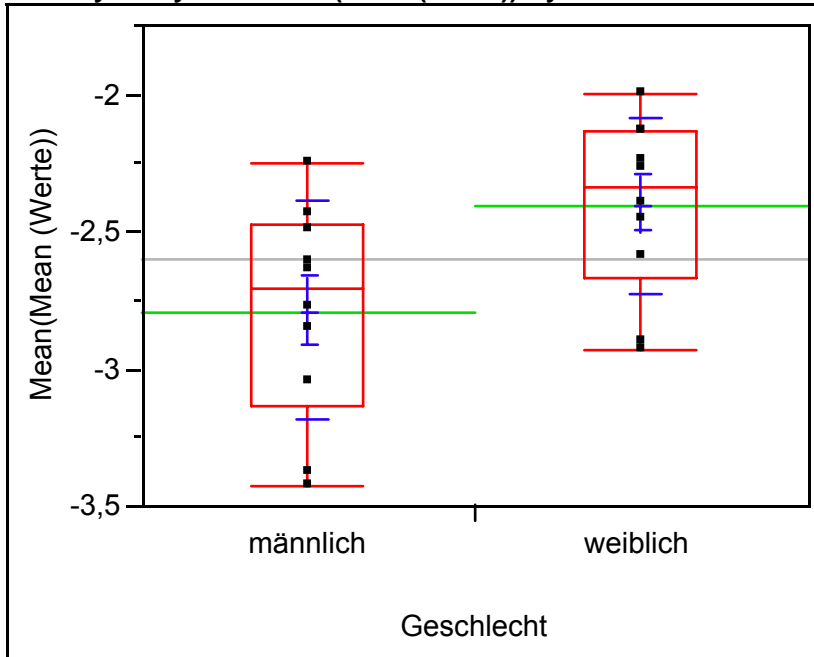
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
4,8057	1	<b>0,0284</b>

**Abbildung 58: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D13**

**Variable D14 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-3,43	-3,425	-3,1325	-2,71	-2,4775	-2,269	-2,25
weiblich	-2,93	-2,927	-2,6675	-2,335	-2,13	-2,013	-2

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-2,7920	0,392706	0,12418	-3,073	-2,511
weiblich	10	-2,4040	0,319312	0,10098	-2,632	-2,176

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	76	7,6000	-2,155
weiblich	10	134	13,4000	2,155

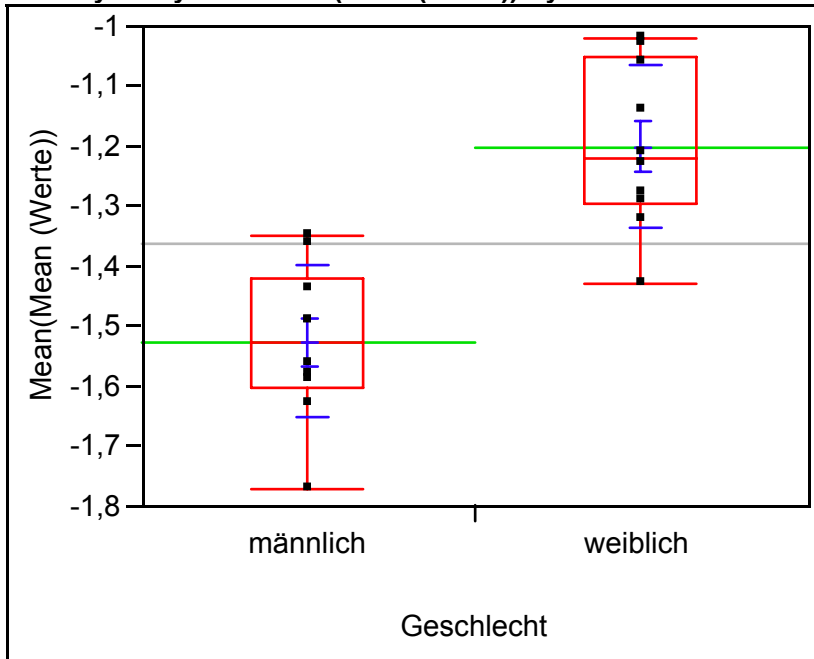
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
4,8093	1	<b>0,0283</b>

**Abbildung 59: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D14**

**Variable D15 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-1,77	-1,756	-1,6	-1,525	-1,42	-1,351	-1,35
weiblich	-1,43	-1,419	-1,2975	-1,22	-1,0525	-1,021	-1,02

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-1,5260	0,127819	0,04042	-1,617	-1,435
weiblich	10	-1,2010	0,136337	0,04311	-1,299	-1,103

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	57	5,7000	-3,592
weiblich	10	153	15,3000	3,592

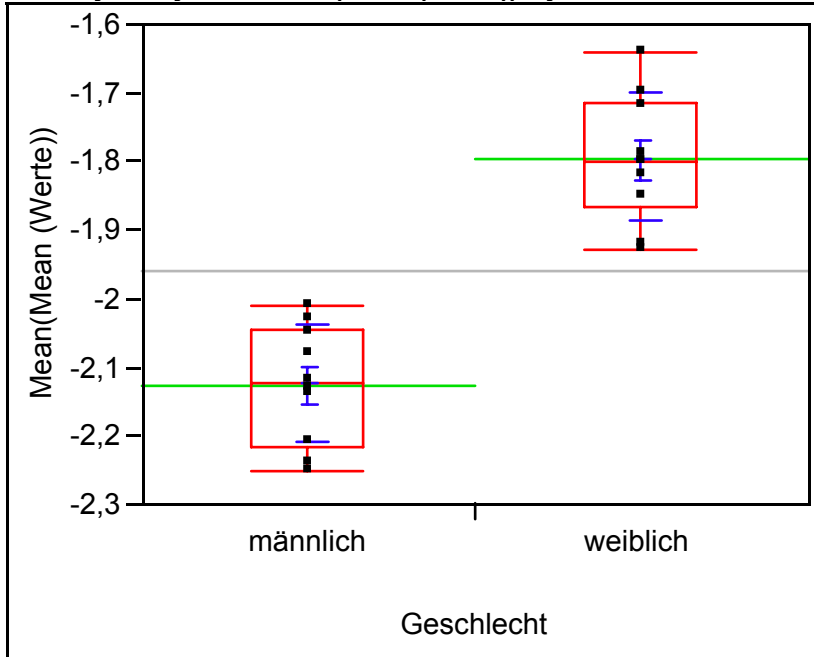
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
13,1756	1	<b>0,0003</b>

**Abbildung 60: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D15**

**Variable D16 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-2,25	-2,249	-2,2175	-2,125	-2,045	-2,012	-2,01
weiblich	-1,93	-1,929	-1,8675	-1,8	-1,715	-1,646	-1,64

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-2,1260	0,085790	0,02713	-2,187	-2,065
weiblich	10	-1,7970	0,092021	0,02910	-1,863	-1,731

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	55	5,5000	-3,743
weiblich	10	155	15,5000	3,743

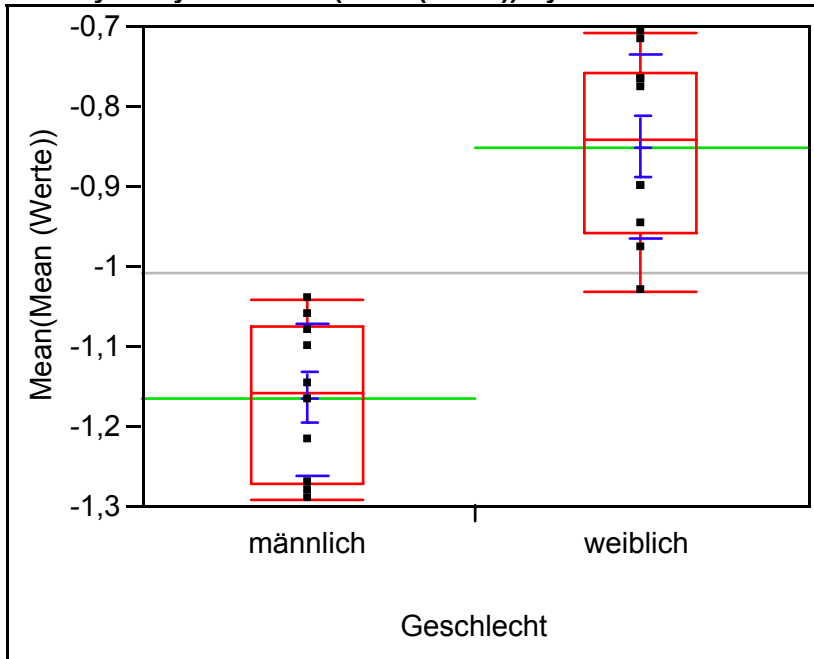
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,2965	1	<b>0,0002</b>

**Abbildung 61: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D16**

**Variable D17 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-1,29	-1,289	-1,2725	-1,16	-1,075	-1,042	-1,04
weiblich	-1,03	-1,025	-0,9575	-0,84	-0,7575	-0,711	-0,71

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-1,1660	0,095009	0,03004	-1,234	-1,098
weiblich	10	-0,8510	0,114741	0,03628	-0,933	-0,769

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	55	5,5000	-3,745
weiblich	10	155	15,5000	3,745

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

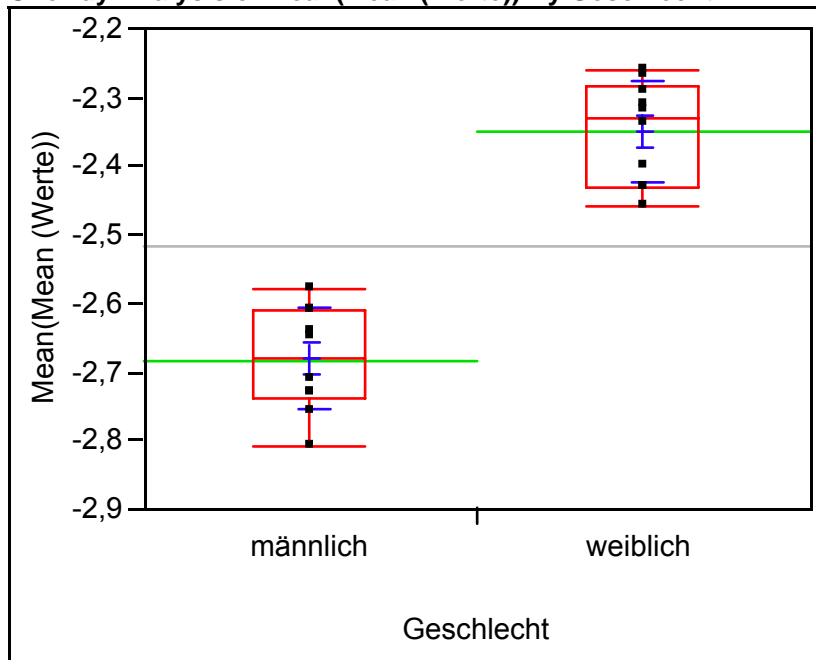
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,3072	1	<b>0,0002</b>

**Abbildung 62: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D17**



**Variable D18 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	-2,81	-2,805	-2,7375	-2,68	-2,61	-2,583	-2,58
weiblich	-2,46	-2,457	-2,43	-2,33	-2,285	-2,261	-2,26

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	-2,6830	0,075579	0,02390	-2,737	-2,629
weiblich	10	-2,3510	0,073098	0,02312	-2,403	-2,299

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	55	5,5000	-3,746
weiblich	10	155	15,5000	3,746

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,3180	1	<b>0,0002</b>

**Abbildung 63: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D18**

3.4.2.2 Winkel

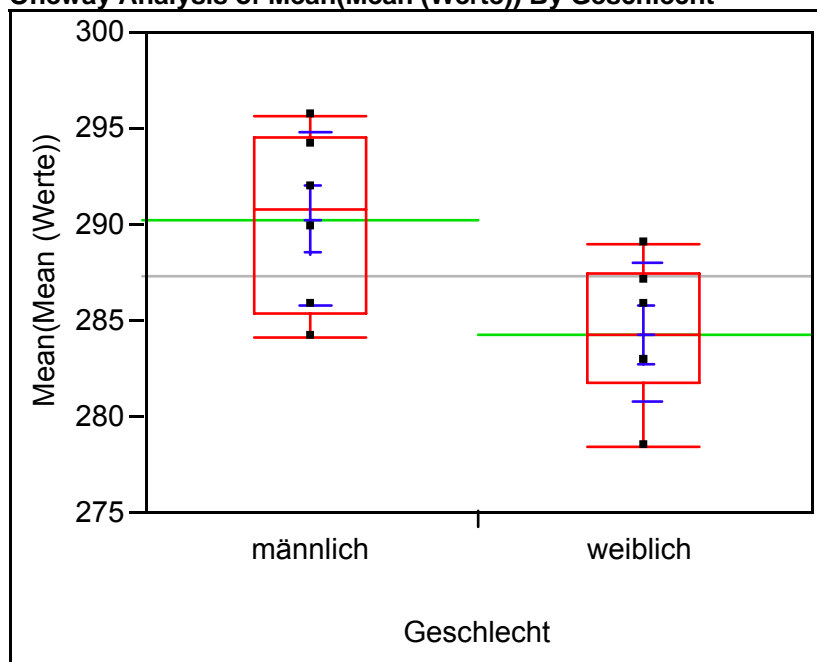
Variable	Prob>ChiSq	
Alpha 1	0,1736	
Alpha 2	<b>0,0374</b>	
Alpha 3	0,3258	
Alpha 4	0,2265	
Alpha 5	./.	Drop out
Alpha 6	./.	Drop out
Alpha 7	0,4386	Small sample size
Alpha 8	0,4386	Small sample size

Tabelle 36: Oneway Test, ChiSquare Approximation Winkel

Im Folgenden wird die Oneway Analyse der signifikant auffälligen Variable detailliert gezeigt.

Variable Alpha 2 [°]

Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht



Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	284,13	284,13	285,405	290,815	294,4925	295,61	295,61
weiblich	278,41	278,41	281,725	284,305	287,455	288,91	288,91

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err	Lower 95%	Upper 95%
männlich	6	290,220	4,55096	1,8579	285,44	295,00
weiblich	6	284,288	3,72275	1,5198	280,38	288,20

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
-------	-------	-----------	------------	-------------------

## ERGEBNISSE

---

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	6	52	8,66667	2,002
weiblich	6	26	4,33333	-2,002

### 1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
4,3333	1	<b>0,0374</b>

Abbildung 64: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable Alpha 2

### 3.4.2.3 Zeitspannen

Variable	Prob>ChiSq
T01	1,0000
T02	0,4361
T03	0,0878
T04	<b>0,0324</b>
T05	<b>0,0029</b>
T06	0,1919
T07	0,0800
T08	<b>0,0118</b>

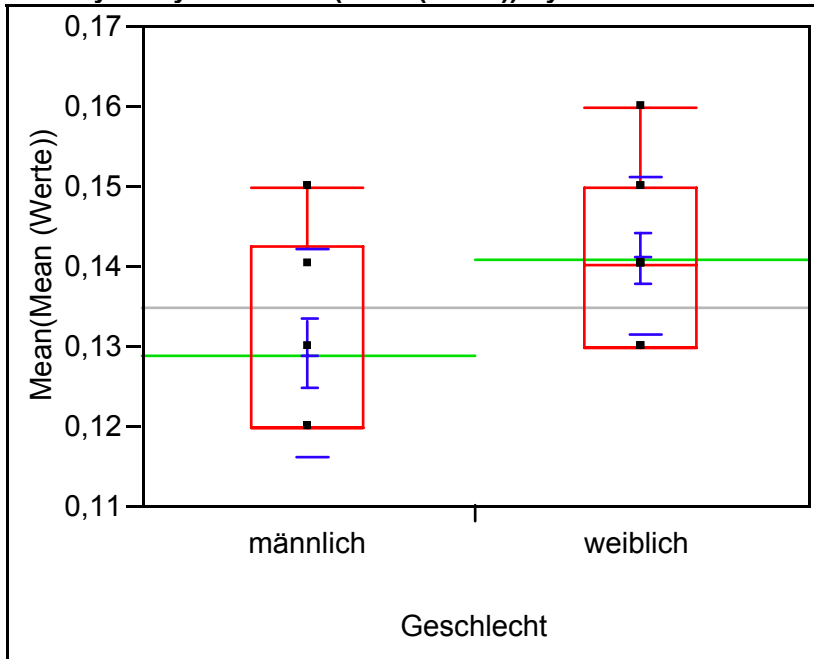
Tabelle 37: Oneway Test, ChiSquare Approximation Zeitspannen

Bei den Variablen T04, T05 und T08 hat das Geschlecht einen statistisch signifikanten Einfluss auf den gemessenen Wert.

Auf den folgenden Seiten werden die Oneway Analysen der signifikant auffälligen Variablen detailliert gezeigt.

**Variable T04 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,12	0,12	0,12	0,12	0,1425	0,15	0,15
weiblich	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15	0,159	0,16

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,129000	0,012867	0,00407	0,11980	0,13820
weiblich	10	0,141000	0,009944	0,00314	0,13389	0,14811

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	77,5	7,7500	-2,101
weiblich	10	132,5	13,2500	2,101

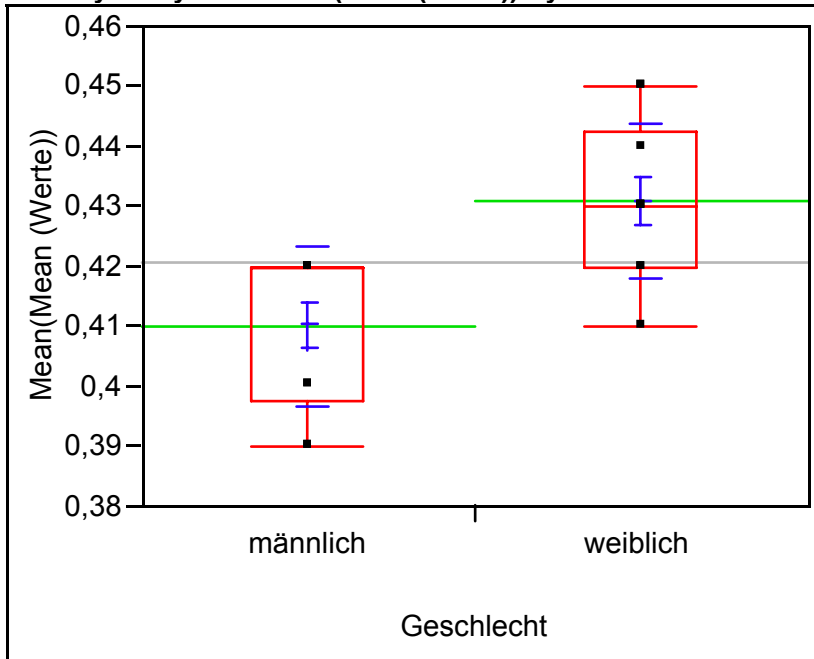
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
4,5797	1	<b>0,0324</b>

**Abbildung 65: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable T04**

**Variable T05 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,39	0,39	0,3975	0,42	0,42	0,42	0,42
weiblich	0,41	0,411	0,42	0,43	0,4425	0,45	0,45

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,410000	0,013333	0,00422	0,40046	0,41954
weiblich	10	0,431000	0,012867	0,00407	0,42180	0,44020

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	67	6,7000	-2,944
weiblich	10	143	14,3000	2,944

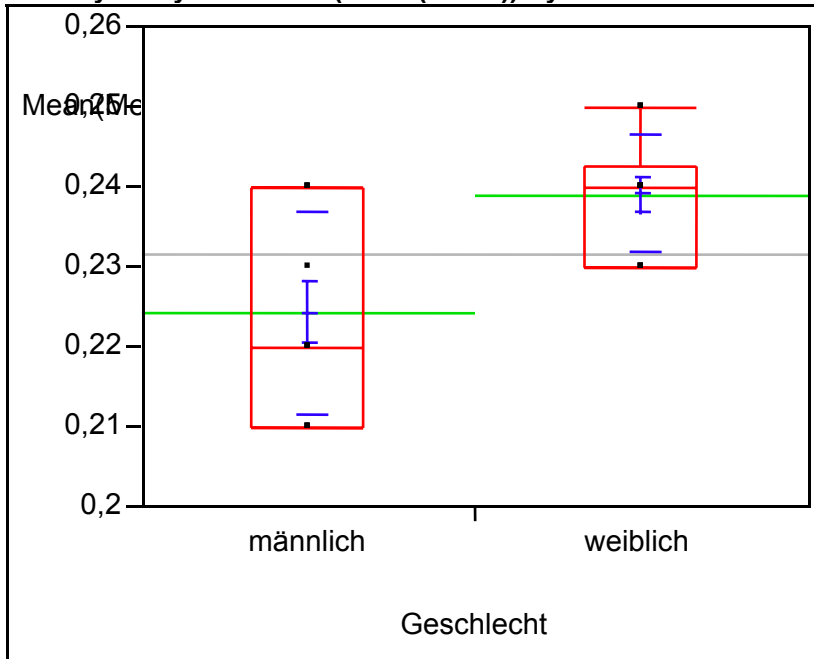
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
8,9006	1	<b>0,0029</b>

**Abbildung 66: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable T05**

**Variable T08 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,21	0,21	0,21	0,22	0,24	0,24	0,24
weiblich	0,23	0,23	0,23	0,24	0,2425	0,25	0,25

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,224000	0,012649	0,00400	0,21495	0,23305
weiblich	10	0,239000	0,007379	0,00233	0,23372	0,24428

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	73	7,3000	-2,479
weiblich	10	137	13,7000	2,479

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
6,3426	1	<b>0,0118</b>

**Abbildung 67: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable T08**

### 3.5 Definition Normwerte

Unter Berücksichtigung aller oben genannten Ergebnisse aus den durchgeführten statistischen Berechnungen werden folgende Wertetabellen als Normwerte definiert. Hierbei ist die Güte des jeweiligen Normwertes nach  $Q^*$  zu berücksichtigen.

#### 3.5.1 Distanzen

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 ≤1,5(***)/≤3(**)/≤4,5(*)
Mepape	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,57	0,113	0,221	0,314	***
Mepape	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,42	0,102	0,2	0,282	***
Mepape	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,47	0,108	0,212	0,299	***
Mepape	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,42	0,078	0,153	0,217	***
Mepepe	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,52	0,107	0,21	0,297	***
Mepepe	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,41	0,083	0,163	0,231	***
Mepepe	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,49	0,11	0,216	0,304	***
Mepepe	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,42	0,07	0,137	0,193	***
Mepipe	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,61	0,103	0,202	0,286	***
Mepipe	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,44	0,089	0,174	0,246	***
Mepipe	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,53	0,124	0,243	0,343	***
Mepipe	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,44	0,082	0,161	0,227	***
Mepope	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,56	0,118	0,231	0,327	***
Mepope	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,39	0,085	0,167	0,236	***
Mepope	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,46	0,128	0,251	0,353	***
Mepope	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,42	0,083	0,163	0,23	***
Mepupe	D01 [mm]	aufrecht	männlich	0,6	0,122	0,239	0,338	***
Mepupe	D01 [mm]	aufrecht	weiblich	0,4	0,094	0,184	0,26	***
Mepupe	D01 [mm]	entspannt	männlich	0,51	0,14	0,274	0,388	***
Mepupe	D01 [mm]	entspannt	weiblich	0,45	0,108	0,212	0,3	***
Mepape	D02 [mm]	aufrecht	männlich	1,42	0,128	0,251	0,354	***
Mepape	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	1,25	0,153	0,3	0,424	***
Mepape	D02 [mm]	entspannt	männlich	1,42	0,174	0,341	0,483	***
Mepape	D02 [mm]	entspannt	weiblich	1,18	0,158	0,31	0,436	***
Mepepe	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,91	0,106	0,208	0,293	***
Mepepe	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,75	0,117	0,229	0,324	***
Mepepe	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,84	0,125	0,245	0,347	***
Mepepe	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,79	0,101	0,198	0,279	***
Mepipe	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,71	0,097	0,19	0,27	***
Mepipe	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,6	0,098	0,192	0,271	***
Mepipe	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,66	0,13	0,255	0,361	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepipe	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,6	0,089	0,174	0,248	***
Mepope	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,5	0,134	0,263	0,37	***
Mepope	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,4	0,105	0,206	0,29	***
Mepope	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,54	0,119	0,233	0,329	***
Mepope	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,43	0,086	0,169	0,238	***
Mepupe	D02 [mm]	aufrecht	männlich	0,32	0,08	0,157	0,222	***
Mepupe	D02 [mm]	aufrecht	weiblich	0,28	0,075	0,147	0,208	***
Mepupe	D02 [mm]	entspannt	männlich	0,27	0,099	0,194	0,274	***
Mepupe	D02 [mm]	entspannt	weiblich	0,27	0,093	0,182	0,258	***
Mepape	D03 [mm]	aufrecht	männlich	1,39	0,121	0,237	0,334	***
Mepape	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	1,27	0,136	0,267	0,375	***
Mepape	D03 [mm]	entspannt	männlich	1,43	0,169	0,331	0,469	***
Mepape	D03 [mm]	entspannt	weiblich	1,21	0,149	0,292	0,414	***
Mepepe	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,91	0,1	0,196	0,278	***
Mepepe	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,78	0,096	0,188	0,265	***
Mepepe	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,84	0,115	0,225	0,319	***
Mepepe	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,83	0,104	0,204	0,288	***
Mepipe	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,71	0,09	0,176	0,248	***
Mepipe	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,63	0,086	0,169	0,24	***
Mepipe	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,67	0,126	0,247	0,35	***
Mepipe	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,64	0,095	0,186	0,263	***
Mepope	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,37	0,095	0,186	0,264	***
Mepope	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,3	0,083	0,163	0,229	***
Mepope	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,37	0,089	0,174	0,246	***
Mepope	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,37	0,081	0,159	0,226	***
Mepupe	D03 [mm]	aufrecht	männlich	0,23	0,062	0,122	0,171	***
Mepupe	D03 [mm]	aufrecht	weiblich	0,2	0,058	0,114	0,162	***
Mepupe	D03 [mm]	entspannt	männlich	0,2	0,075	0,147	0,207	***
Mepupe	D03 [mm]	entspannt	weiblich	0,23	0,065	0,127	0,179	***
Mepape	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,66	0,097	0,19	0,27	***
Mepape	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,65	0,093	0,182	0,258	***
Mepape	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,63	0,112	0,22	0,311	***
Mepape	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,64	0,08	0,157	0,221	***
Mepepe	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,65	0,093	0,182	0,257	***
Mepepe	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,68	0,088	0,172	0,243	***
Mepepe	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,65	0,111	0,218	0,307	***
Mepepe	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,68	0,09	0,176	0,249	***
Mepipe	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,72	0,108	0,212	0,299	***
Mepipe	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,71	0,092	0,18	0,254	***
Mepipe	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,69	0,12	0,235	0,332	***
Mepipe	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,72	0,097	0,19	0,269	***
Mepope	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,6	0,119	0,233	0,329	***
Mepope	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,58	0,088	0,172	0,243	***
Mepope	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,66	0,12	0,235	0,332	***



# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepope	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,64	0,101	0,198	0,28	***
Mepupe	D04 [mm]	aufrecht	männlich	0,76	0,103	0,202	0,287	***
Mepupe	D04 [mm]	aufrecht	weiblich	0,67	0,104	0,204	0,288	***
Mepupe	D04 [mm]	entspannt	männlich	0,76	0,147	0,288	0,407	***
Mepupe	D04 [mm]	entspannt	weiblich	0,74	0,101	0,198	0,281	***
Mepape	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,27	0,099	0,194	0,275	***
Mepape	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,28	0,083	0,163	0,229	***
Mepape	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,3	0,112	0,22	0,31	***
Mepape	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,26	0,074	0,145	0,206	***
Mepepe	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,27	0,099	0,194	0,275	***
Mepepe	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,29	0,091	0,178	0,251	***
Mepepe	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,29	0,116	0,227	0,322	***
Mepepe	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,29	0,084	0,165	0,231	***
Mepipe	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,28	0,105	0,206	0,291	***
Mepipe	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,29	0,089	0,174	0,247	***
Mepipe	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,32	0,124	0,243	0,343	***
Mepipe	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,31	0,092	0,18	0,256	***
Mepope	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,29	0,108	0,212	0,3	***
Mepope	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,29	0,093	0,182	0,258	***
Mepope	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,41	0,146	0,286	0,404	***
Mepope	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,32	0,107	0,21	0,296	***
Mepupe	D05 [mm]	aufrecht	männlich	0,37	0,122	0,239	0,339	***
Mepupe	D05 [mm]	aufrecht	weiblich	0,33	0,096	0,188	0,267	***
Mepupe	D05 [mm]	entspannt	männlich	0,38	0,15	0,294	0,414	***
Mepupe	D05 [mm]	entspannt	weiblich	0,33	0,09	0,176	0,248	***
Mepape	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,15	0,119	0,233	0,331	***
Mepape	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,14	0,07	0,137	0,193	***
Mepape	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,17	0,093	0,182	0,257	***
Mepape	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,13	0,065	0,127	0,181	***
Mepepe	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,11	0,06	0,118	0,167	***
Mepepe	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,13	0,074	0,145	0,204	***
Mepepe	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,12	0,078	0,153	0,216	***
Mepepe	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,11	0,055	0,108	0,152	***
Mepipe	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,13	0,09	0,176	0,249	***
Mepipe	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,1	0,054	0,106	0,15	***
Mepipe	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,14	0,124	0,243	0,344	***
Mepipe	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,11	0,063	0,123	0,174	***
Mepope	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,2	0,088	0,172	0,244	***
Mepope	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,16	0,077	0,151	0,214	***
Mepope	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,22	0,087	0,171	0,24	***
Mepope	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,11	0,055	0,108	0,154	***
Mepupe	D06 [mm]	aufrecht	männlich	0,18	0,074	0,145	0,204	***
Mepupe	D06 [mm]	aufrecht	weiblich	0,14	0,06	0,118	0,167	***
Mepupe	D06 [mm]	entspannt	männlich	0,17	0,097	0,19	0,269	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepupe	D06 [mm]	entspannt	weiblich	0,15	0,071	0,139	0,197	***
Mepape	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,86	0,13	0,255	0,361	***
Mepape	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,83	0,15	0,294	0,417	***
Mepape	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,96	0,162	0,318	0,45	***
Mepape	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,8	0,152	0,298	0,422	***
Mepepe	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,41	0,113	0,221	0,312	***
Mepepe	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,35	0,103	0,202	0,284	***
Mepepe	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,45	0,128	0,251	0,354	***
Mepepe	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,38	0,086	0,169	0,238	***
Mepipe	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,21	0,083	0,163	0,231	***
Mepipe	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,2	0,073	0,143	0,202	***
Mepipe	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,23	0,095	0,186	0,264	***
Mepipe	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,26	0,083	0,163	0,231	***
Mepope	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,23	0,106	0,208	0,293	***
Mepope	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,27	0,078	0,153	0,216	***
Mepope	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,25	0,093	0,182	0,257	***
Mepope	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,26	0,078	0,153	0,216	***
Mepupe	D07 [mm]	aufrecht	männlich	0,35	0,105	0,206	0,291	***
Mepupe	D07 [mm]	aufrecht	weiblich	0,3	0,083	0,163	0,231	***
Mepupe	D07 [mm]	entspannt	männlich	0,37	0,136	0,267	0,377	***
Mepupe	D07 [mm]	entspannt	weiblich	0,36	0,104	0,204	0,288	***
Mepape	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,76	0,109	0,214	0,302	***
Mepape	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,65	0,132	0,259	0,366	***
Mepape	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,83	0,15	0,294	0,417	***
Mepape	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,66	0,137	0,269	0,38	***
Mepepe	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,32	0,084	0,165	0,232	***
Mepepe	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,2	0,069	0,135	0,192	***
Mepepe	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,34	0,109	0,214	0,303	***
Mepepe	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,24	0,07	0,137	0,195	***
Mepipe	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,23	0,083	0,163	0,229	***
Mepipe	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,19	0,057	0,112	0,158	***
Mepipe	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,25	0,084	0,165	0,232	***
Mepipe	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,2	0,075	0,147	0,208	***
Mepope	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,36	0,109	0,214	0,301	***
Mepope	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,43	0,091	0,178	0,252	***
Mepope	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,42	0,127	0,249	0,352	***
Mepope	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,47	0,1	0,196	0,278	***
Mepupe	D08 [mm]	aufrecht	männlich	0,62	0,096	0,188	0,265	***
Mepupe	D08 [mm]	aufrecht	weiblich	0,57	0,125	0,245	0,347	***
Mepupe	D08 [mm]	entspannt	männlich	0,64	0,168	0,329	0,466	***
Mepupe	D08 [mm]	entspannt	weiblich	0,62	0,101	0,198	0,279	***
Mepape	D09 [mm]	aufrecht	männlich	-1,44	0,075	0,147	0,207	***
Mepape	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,97	0,075	0,147	0,208	***
Mepape	D09 [mm]	entspannt	männlich	-1,34	0,076	0,149	0,21	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepape	D09 [mm]	entspannt	weiblich	-1,18	0,059	0,116	0,163	***
Mepepe	D09 [mm]	aufrecht	männlich	-1,33	0,08	0,157	0,223	***
Mepepe	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,91	0,082	0,161	0,226	***
Mepepe	D09 [mm]	entspannt	männlich	-1,23	0,089	0,174	0,246	***
Mepepe	D09 [mm]	entspannt	weiblich	-1,14	0,071	0,139	0,198	***
Mepipe	D09 [mm]	aufrecht	männlich	-1,38	0,08	0,157	0,22	***
Mepipe	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,9	0,055	0,108	0,152	***
Mepipe	D09 [mm]	entspannt	männlich	-1,22	0,102	0,2	0,281	***
Mepipe	D09 [mm]	entspannt	weiblich	-1,07	0,057	0,112	0,158	***
Mepope	D09 [mm]	aufrecht	männlich	-1,45	0,075	0,147	0,208	***
Mepope	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,96	0,071	0,139	0,196	***
Mepope	D09 [mm]	entspannt	männlich	-1,36	0,12	0,235	0,331	***
Mepope	D09 [mm]	entspannt	weiblich	-1,08	0,07	0,137	0,195	***
Mepupe	D09 [mm]	aufrecht	männlich	-1,52	0,094	0,184	0,262	***
Mepupe	D09 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,01	0,071	0,139	0,197	***
Mepupe	D09 [mm]	entspannt	männlich	-1,3	0,106	0,208	0,294	***
Mepupe	D09 [mm]	entspannt	weiblich	-1,15	0,08	0,157	0,222	***
Mepape	D10 [mm]	aufrecht	männlich	-2,66	0,092	0,18	0,254	***
Mepape	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,14	0,098	0,192	0,272	***
Mepape	D10 [mm]	entspannt	männlich	-2,49	0,122	0,239	0,337	***
Mepape	D10 [mm]	entspannt	weiblich	-2,22	0,081	0,159	0,225	***
Mepepe	D10 [mm]	aufrecht	männlich	-2,7	0,108	0,212	0,298	***
Mepepe	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,15	0,08	0,157	0,222	***
Mepepe	D10 [mm]	entspannt	männlich	-2,52	0,115	0,225	0,318	***
Mepepe	D10 [mm]	entspannt	weiblich	-2,24	0,078	0,153	0,215	***
Mepipe	D10 [mm]	aufrecht	männlich	-2,68	0,096	0,188	0,266	***
Mepipe	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,1	0,08	0,157	0,221	***
Mepipe	D10 [mm]	entspannt	männlich	-2,52	0,133	0,261	0,369	***
Mepipe	D10 [mm]	entspannt	weiblich	-2,25	0,094	0,184	0,26	***
Mepope	D10 [mm]	aufrecht	männlich	-2,64	0,115	0,225	0,319	***
Mepope	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,11	0,092	0,18	0,254	***
Mepope	D10 [mm]	entspannt	männlich	-2,39	0,175	0,343	0,486	***
Mepope	D10 [mm]	entspannt	weiblich	-2,25	0,083	0,163	0,23	***
Mepupe	D10 [mm]	aufrecht	männlich	-2,65	0,117	0,229	0,324	***
Mepupe	D10 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,1	0,088	0,172	0,245	***
Mepupe	D10 [mm]	entspannt	männlich	-2,45	0,149	0,292	0,413	***
Mepupe	D10 [mm]	entspannt	weiblich	-2,27	0,081	0,159	0,225	***
Mepape	D11 [mm]	aufrecht	männlich	-1,64	0,075	0,147	0,207	***
Mepape	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,08	0,064	0,125	0,178	***
Mepape	D11 [mm]	entspannt	männlich	-1,48	0,099	0,194	0,274	***
Mepape	D11 [mm]	entspannt	weiblich	-1,31	0,057	0,112	0,159	***
Mepepe	D11 [mm]	aufrecht	männlich	-1,53	0,083	0,163	0,229	***
Mepepe	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,03	0,073	0,143	0,203	***
Mepepe	D11 [mm]	entspannt	männlich	-1,38	0,106	0,208	0,294	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(**)<=4,5(*)
Mepepe	D11 [mm]	entspannt	weiblich	-1,27	0,068	0,133	0,187	***
Mepipe	D11 [mm]	aufrecht	männlich	-1,61	0,081	0,159	0,224	***
Mepipe	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,02	0,056	0,11	0,154	***
Mepipe	D11 [mm]	entspannt	männlich	-1,39	0,113	0,221	0,313	***
Mepipe	D11 [mm]	entspannt	weiblich	-1,22	0,053	0,104	0,148	***
Mepope	D11 [mm]	aufrecht	männlich	-1,7	0,086	0,169	0,239	***
Mepope	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,12	0,063	0,123	0,175	***
Mepope	D11 [mm]	entspannt	männlich	-1,55	0,092	0,18	0,255	***
Mepope	D11 [mm]	entspannt	weiblich	-1,27	0,07	0,137	0,194	***
Mepupe	D11 [mm]	aufrecht	männlich	-1,82	0,084	0,165	0,234	***
Mepupe	D11 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,18	0,076	0,149	0,209	***
Mepupe	D11 [mm]	entspannt	männlich	-1,53	0,14	0,274	0,389	***
Mepupe	D11 [mm]	entspannt	weiblich	-1,37	0,073	0,143	0,201	***
Mepape	D12 [mm]	aufrecht	männlich	-2,13	0,085	0,167	0,235	***
Mepape	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,73	0,085	0,167	0,235	***
Mepape	D12 [mm]	entspannt	männlich	-2,06	0,101	0,198	0,281	***
Mepape	D12 [mm]	entspannt	weiblich	-1,83	0,067	0,131	0,184	***
Mepepe	D12 [mm]	aufrecht	männlich	-2,22	0,086	0,169	0,238	***
Mepepe	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,75	0,077	0,151	0,214	***
Mepepe	D12 [mm]	entspannt	männlich	-2,07	0,092	0,18	0,254	***
Mepepe	D12 [mm]	entspannt	weiblich	-1,84	0,068	0,133	0,187	***
Mepipe	D12 [mm]	aufrecht	männlich	-2,13	0,086	0,169	0,24	***
Mepipe	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,67	0,07	0,137	0,193	***
Mepipe	D12 [mm]	entspannt	männlich	-2,03	0,106	0,208	0,294	***
Mepipe	D12 [mm]	entspannt	weiblich	-1,84	0,087	0,171	0,24	***
Mepope	D12 [mm]	aufrecht	männlich	-2,14	0,091	0,178	0,251	***
Mepope	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,76	0,1	0,196	0,278	***
Mepope	D12 [mm]	entspannt	männlich	-1,97	0,129	0,253	0,359	***
Mepope	D12 [mm]	entspannt	weiblich	-1,88	0,077	0,151	0,212	***
Mepupe	D12 [mm]	aufrecht	männlich	-2,13	0,107	0,21	0,296	***
Mepupe	D12 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,75	0,093	0,182	0,256	***
Mepupe	D12 [mm]	entspannt	männlich	-2,02	0,145	0,284	0,402	***
Mepupe	D12 [mm]	entspannt	weiblich	-1,89	0,095	0,186	0,264	***
Mepape	D13 [mm]	aufrecht	männlich	-1,08	0,089	0,174	0,247	***
Mepape	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,67	0,064	0,125	0,177	***
Mepape	D13 [mm]	entspannt	männlich	-1	0,106	0,208	0,293	***
Mepape	D13 [mm]	entspannt	weiblich	-0,94	0,072	0,141	0,199	***
Mepepe	D13 [mm]	aufrecht	männlich	-1,16	0,078	0,153	0,217	***
Mepepe	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,79	0,071	0,139	0,196	***
Mepepe	D13 [mm]	entspannt	männlich	-1,11	0,101	0,198	0,28	***
Mepepe	D13 [mm]	entspannt	weiblich	-1,02	0,062	0,122	0,172	***
Mepipe	D13 [mm]	aufrecht	männlich	-1,35	0,068	0,133	0,189	***
Mepipe	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,85	0,056	0,11	0,154	***
Mepipe	D13 [mm]	entspannt	männlich	-1,17	0,085	0,167	0,234	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepipe	D13 [mm]	entspannt	weiblich	-1,05	0,064	0,125	0,177	***
Mepope	D13 [mm]	aufrecht	männlich	-1,56	0,089	0,174	0,245	***
Mepope	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,13	0,075	0,147	0,209	***
Mepope	D13 [mm]	entspannt	männlich	-1,46	0,097	0,19	0,268	***
Mepope	D13 [mm]	entspannt	weiblich	-1,25	0,07	0,137	0,194	***
Mepupe	D13 [mm]	aufrecht	männlich	-1,77	0,083	0,163	0,231	***
Mepupe	D13 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,22	0,097	0,19	0,268	***
Mepupe	D13 [mm]	entspannt	männlich	-1,58	0,133	0,261	0,369	***
Mepupe	D13 [mm]	entspannt	weiblich	-1,43	0,081	0,159	0,224	***
Mepape	D14 [mm]	aufrecht	männlich	-3,43	0,102	0,2	0,282	***
Mepape	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,9	0,139	0,272	0,384	***
Mepape	D14 [mm]	entspannt	männlich	-3,38	0,151	0,296	0,42	***
Mepape	D14 [mm]	entspannt	weiblich	-2,93	0,144	0,282	0,399	***
Mepepe	D14 [mm]	aufrecht	männlich	-3,05	0,098	0,192	0,27	***
Mepepe	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,45	0,096	0,188	0,265	***
Mepepe	D14 [mm]	entspannt	männlich	-2,85	0,116	0,227	0,32	***
Mepepe	D14 [mm]	entspannt	weiblich	-2,59	0,097	0,19	0,267	***
Mepipe	D14 [mm]	aufrecht	männlich	-2,78	0,079	0,155	0,219	***
Mepipe	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,24	0,089	0,174	0,246	***
Mepipe	D14 [mm]	entspannt	männlich	-2,64	0,129	0,253	0,358	***
Mepipe	D14 [mm]	entspannt	weiblich	-2,4	0,087	0,171	0,24	***
Mepope	D14 [mm]	aufrecht	männlich	-2,61	0,134	0,263	0,371	***
Mepope	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,13	0,114	0,223	0,315	***
Mepope	D14 [mm]	entspannt	männlich	-2,49	0,149	0,292	0,413	***
Mepope	D14 [mm]	entspannt	weiblich	-2,27	0,104	0,204	0,287	***
Mepupe	D14 [mm]	aufrecht	männlich	-2,44	0,098	0,192	0,272	***
Mepupe	D14 [mm]	aufrecht	weiblich	-2	0,101	0,198	0,28	***
Mepupe	D14 [mm]	entspannt	männlich	-2,25	0,148	0,29	0,411	***
Mepupe	D14 [mm]	entspannt	weiblich	-2,13	0,106	0,208	0,295	***
Mepape	D15 [mm]	aufrecht	männlich	-1,59	0,138	0,27	0,382	***
Mepape	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,06	0,065	0,127	0,18	***
Mepape	D15 [mm]	entspannt	männlich	-1,44	0,069	0,135	0,191	***
Mepape	D15 [mm]	entspannt	weiblich	-1,32	0,054	0,106	0,151	***
Mepepe	D15 [mm]	aufrecht	männlich	-1,49	0,067	0,131	0,186	***
Mepepe	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,02	0,054	0,106	0,148	***
Mepepe	D15 [mm]	entspannt	männlich	-1,35	0,082	0,161	0,227	***
Mepepe	D15 [mm]	entspannt	weiblich	-1,28	0,053	0,104	0,148	***
Mepipe	D15 [mm]	aufrecht	männlich	-1,58	0,084	0,165	0,234	***
Mepipe	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,03	0,055	0,108	0,152	***
Mepipe	D15 [mm]	entspannt	männlich	-1,36	0,114	0,223	0,317	***
Mepipe	D15 [mm]	entspannt	weiblich	-1,23	0,069	0,135	0,19	***
Mepope	D15 [mm]	aufrecht	männlich	-1,63	0,085	0,167	0,236	***
Mepope	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,14	0,061	0,12	0,169	***
Mepope	D15 [mm]	entspannt	männlich	-1,49	0,092	0,18	0,255	***

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepope	D15 [mm]	entspannt	weiblich	-1,29	0,079	0,155	0,219	***
Mepupe	D15 [mm]	aufrecht	männlich	-1,77	0,079	0,155	0,22	***
Mepupe	D15 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,21	0,076	0,149	0,211	***
Mepupe	D15 [mm]	entspannt	männlich	-1,56	0,111	0,218	0,309	***
Mepupe	D15 [mm]	entspannt	weiblich	-1,43	0,083	0,163	0,23	***
Mepape	D16 [mm]	aufrecht	männlich	-2,14	0,065	0,127	0,179	***
Mepape	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,7	0,074	0,145	0,204	***
Mepape	D16 [mm]	entspannt	männlich	-2,03	0,087	0,171	0,241	***
Mepape	D16 [mm]	entspannt	weiblich	-1,79	0,081	0,159	0,224	***
Mepepe	D16 [mm]	aufrecht	männlich	-2,21	0,07	0,137	0,194	***
Mepepe	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,72	0,064	0,125	0,177	***
Mepepe	D16 [mm]	entspannt	männlich	-2,05	0,083	0,163	0,231	***
Mepepe	D16 [mm]	entspannt	weiblich	-1,8	0,06	0,118	0,167	***
Mepipe	D16 [mm]	aufrecht	männlich	-2,12	0,078	0,153	0,216	***
Mepipe	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,64	0,071	0,139	0,196	***
Mepipe	D16 [mm]	entspannt	männlich	-2,01	0,08	0,157	0,223	***
Mepipe	D16 [mm]	entspannt	weiblich	-1,8	0,086	0,169	0,237	***
Mepope	D16 [mm]	aufrecht	männlich	-2,25	0,095	0,186	0,264	***
Mepope	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,85	0,07	0,137	0,193	***
Mepope	D16 [mm]	entspannt	männlich	-2,13	0,12	0,235	0,333	***
Mepope	D16 [mm]	entspannt	weiblich	-1,93	0,077	0,151	0,213	***
Mepupe	D16 [mm]	aufrecht	männlich	-2,24	0,09	0,176	0,249	***
Mepupe	D16 [mm]	aufrecht	weiblich	-1,82	0,088	0,172	0,245	***
Mepupe	D16 [mm]	entspannt	männlich	-2,08	0,117	0,229	0,324	***
Mepupe	D16 [mm]	entspannt	weiblich	-1,92	0,083	0,163	0,229	***
Mepape	D17 [mm]	aufrecht	männlich	-1,27	0,082	0,161	0,227	***
Mepape	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,77	0,065	0,127	0,18	***
Mepape	D17 [mm]	entspannt	männlich	-1,15	0,083	0,163	0,229	***
Mepape	D17 [mm]	entspannt	weiblich	-1,03	0,051	0,1	0,142	***
Mepepe	D17 [mm]	aufrecht	männlich	-1,17	0,052	0,102	0,143	***
Mepepe	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,71	0,059	0,116	0,162	***
Mepepe	D17 [mm]	entspannt	männlich	-1,06	0,074	0,145	0,204	***
Mepepe	D17 [mm]	entspannt	weiblich	-0,98	0,062	0,122	0,171	***
Mepipe	D17 [mm]	aufrecht	männlich	-1,22	0,06	0,118	0,167	***
Mepipe	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,72	0,053	0,104	0,148	***
Mepipe	D17 [mm]	entspannt	männlich	-1,04	0,092	0,18	0,256	***
Mepipe	D17 [mm]	entspannt	weiblich	-0,9	0,066	0,129	0,183	***
Mepope	D17 [mm]	aufrecht	männlich	-1,29	0,069	0,135	0,191	***
Mepope	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,77	0,068	0,133	0,188	***
Mepope	D17 [mm]	entspannt	männlich	-1,1	0,083	0,163	0,23	***
Mepope	D17 [mm]	entspannt	weiblich	-0,9	0,065	0,127	0,18	***
Mepupe	D17 [mm]	aufrecht	männlich	-1,28	0,062	0,122	0,172	***
Mepupe	D17 [mm]	aufrecht	weiblich	-0,78	0,066	0,129	0,183	***
Mepupe	D17 [mm]	entspannt	männlich	-1,08	0,107	0,21	0,298	***

## ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=1,5(***)<=3(***)<=4,5(*)
Mepupe	D17 [mm]	entspannt	weiblich	-0,95	0,067	0,131	0,187	***
Mepape	D18 [mm]	aufrecht	männlich	-2,71	0,093	0,182	0,259	***
Mepape	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,26	0,078	0,153	0,216	***
Mepape	D18 [mm]	entspannt	männlich	-2,58	0,098	0,192	0,272	***
Mepape	D18 [mm]	entspannt	weiblich	-2,34	0,075	0,147	0,208	***
Mepepe	D18 [mm]	aufrecht	männlich	-2,76	0,083	0,163	0,229	***
Mepepe	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,32	0,071	0,139	0,197	***
Mepepe	D18 [mm]	entspannt	männlich	-2,61	0,098	0,192	0,272	***
Mepepe	D18 [mm]	entspannt	weiblich	-2,4	0,081	0,159	0,223	***
Mepipe	D18 [mm]	aufrecht	männlich	-2,73	0,081	0,159	0,223	***
Mepipe	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,27	0,077	0,151	0,213	***
Mepipe	D18 [mm]	entspannt	männlich	-2,61	0,096	0,188	0,267	***
Mepipe	D18 [mm]	entspannt	weiblich	-2,43	0,082	0,161	0,226	***
Mepope	D18 [mm]	aufrecht	männlich	-2,73	0,093	0,182	0,259	***
Mepope	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,29	0,083	0,163	0,231	***
Mepope	D18 [mm]	entspannt	männlich	-2,65	0,104	0,204	0,288	***
Mepope	D18 [mm]	entspannt	weiblich	-2,43	0,09	0,176	0,25	***
Mepupe	D18 [mm]	aufrecht	männlich	-2,81	0,095	0,186	0,264	***
Mepupe	D18 [mm]	aufrecht	weiblich	-2,31	0,085	0,167	0,236	***
Mepupe	D18 [mm]	entspannt	männlich	-2,64	0,129	0,253	0,357	***
Mepupe	D18 [mm]	entspannt	weiblich	-2,46	0,076	0,149	0,212	***

**Tabelle 38: Normwerte Distanzen**

3.5.2 Winkel

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=15 [°](**)/<=30 [°](**)/<=45 [°](*)
Mepape	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	113,65	5,113	10,021	14,164	***
Mepape	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	104,2	5,747	11,264	15,919	***
Mepape	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	108,97	10,117	19,829	28,023	**
Mepape	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	106,68	4,828	9,463	13,373	***
Mepepe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	111,6	6,721	13,173	18,616	***
Mepepe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	105,91	5,31	10,408	14,708	***
Mepepe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	108,53	6,986	13,693	19,351	***
Mepepe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	106,77	5,416	10,615	15,002	***
Mepipe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	113,44	4,903	9,61	13,58	***
Mepipe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	106,49	5,083	9,963	14,079	***
Mepipe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	108,73	7,381	14,467	20,444	***
Mepipe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	108,89	5,753	11,276	15,936	***
Mepope	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	117,89	6,535	12,809	18,102	***
Mepope	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	115,2	8,71	17,072	24,127	**
Mepope	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	115,32	8,992	17,624	24,908	**
Mepope	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	116,1	6,119	11,993	16,95	***
Mepupe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	120,02	5,366	10,517	14,865	***
Mepupe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	116,97	7,785	15,259	21,565	**
Mepupe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	116,85	14,282	27,993	39,562	**
Mepupe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	118,96	7,626	14,947	21,123	***
Mepape	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	294,12	2,484	4,869	6,881	***
Mepape	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	288,91	2,48	4,861	6,869	***
Mepape	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	289,76	9,834	19,275	27,241	**
Mepape	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	282,83	7,479	14,659	20,716	***
Mepepe	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	295,61	3,513	6,885	9,731	***
Mepepe	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	285,73	15,412	30,208	42,69	*
Mepepe	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	284,13	17,964	35,209	49,761	*
Mepepe	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	286,97	12,037	23,593	33,343	**
Mepipe	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	291,87	15,661	30,696	43,381	*
Mepipe	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	282,88	15,188	29,768	42,07	**
Mepipe	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	285,83	21,487	42,115	59,52	*
Mepipe	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	278,41	21,659	42,452	59,995	*
Mepape	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	111,64	4,034	7,907	11,174	***
Mepape	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	107,81	2,392	4,688	6,624	***
Mepape	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	107,77	2,811	5,51	7,787	***
Mepape	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	107,12	4,492	8,804	12,442	***
Mepepe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	112,37	3,636	7,127	10,071	***
Mepepe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	106,99	4,706	9,224	13,036	***
Mepepe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	106,32	6,583	12,903	18,234	***



## ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=15 [°](***)/<=30 [°](**)<=45 [°](*)
Mepepe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	108,05	3,613	7,081	10,008	***
Mepipe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	108,52	6,2	12,152	17,174	***
Mepipe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	107,09	3,698	7,248	10,244	***
Mepipe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	106,23	8,64	16,934	23,934	**
Mepipe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	105,73	5,963	11,687	16,518	***
Mepope	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	102,48	10,239	20,068	28,362	**
Mepope	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	90	13,309	26,086	36,866	**
Mepope	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	96,06	9,93	19,463	27,506	**
Mepope	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	90,8	13,615	26,685	37,713	**
Mepupe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	93,68	17,149	33,612	47,503	*
Mepupe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	88,74	17,534	34,367	48,569	*
Mepupe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	90,66	18,332	35,931	50,779	*
Mepupe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	89,01	19,743	38,696	54,688	*
Mepape	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	299,59	9,675	18,963	26,8	**
Mepape	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	296,9	4,822	9,451	13,358	***
Mepape	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	298,16	13,688	26,828	37,917	**
Mepape	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	297,37	5,195	10,182	14,389	***
Mepepe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	300,31	11,82	23,167	32,74	**
Mepepe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	296,74	4,37	8,565	12,105	***
Mepepe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	299,45	10,157	19,908	28,134	**
Mepepe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	293,2	16,247	31,844	45,003	*
Mepipe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	300,98	5,599	10,974	15,508	***
Mepipe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	296,8	3,981	7,803	11,027	***
Mepipe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	299,19	10,744	21,058	29,762	**
Mepipe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	296,28	10,575	20,727	29,294	**
Mepope	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	306,61	8,895	17,434	24,64	**
Mepope	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	310,26	7,455	14,612	20,65	***
Mepope	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	306,87	13,288	26,044	36,809	**
Mepope	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	306,44	13,207	25,886	36,584	**
Mepupe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	309,77	13,171	25,815	36,482	**
Mepupe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	310,67	5,518	10,815	15,286	***
Mepupe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	311,24	7,768	15,225	21,516	**
Mepupe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	311,37	5,406	10,596	14,976	***
Mepape	Alpha7 [°]	aufrecht	männlich	287,34	9,759	19,128	27,032	**
Mepape	Alpha7 [°]	aufrecht	weiblich	290,16	11,192	21,936	31,001	**
Mepape	Alpha7 [°]	entspannt	männlich	290,53	10,739	21,048	29,748	**
Mepape	Alpha7 [°]	entspannt	weiblich	275,44	22,367	43,839	61,956	*
Mepape	Alpha8 [°]	aufrecht	männlich	103,63	5,426	10,635	15,031	***
Mepape	Alpha8 [°]	aufrecht	weiblich	98	5,727	11,225	15,864	***
Mepape	Alpha8 [°]	entspannt	männlich	97,95	7,017	13,753	19,436	***
Mepape	Alpha8 [°]	entspannt	weiblich	116,89	6,455	12,652	17,879	***

**Tabelle 39: Normwerte Winkel**

3.5.3 Zeitspannen

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 ≤0,025(***)/≤0,05(**)/≤0,075(*)
Mepape	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,07	0,007	0,014	0,018	***
Mepape	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,07	0,009	0,018	0,024	***
Mepape	T1 [s]	entspannt	männlich	0,07	0,007	0,014	0,02	***
Mepape	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,07	0,005	0,01	0,014	***
Mepepe	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,07	0,007	0,014	0,021	***
Mepepe	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,07	0,005	0,01	0,013	***
Mepepe	T1 [s]	entspannt	männlich	0,07	0,008	0,016	0,023	***
Mepepe	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,07	0,007	0,014	0,018	***
Mepipe	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,07	0,005	0,01	0,014	***
Mepipe	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,08	0,005	0,01	0,015	***
Mepipe	T1 [s]	entspannt	männlich	0,08	0,013	0,025	0,036	***
Mepipe	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,08	0,005	0,01	0,014	***
Mepope	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,08	0,008	0,016	0,022	***
Mepope	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,07	0,009	0,018	0,024	***
Mepope	T1 [s]	entspannt	männlich	0,08	0,016	0,031	0,044	**
Mepope	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,08	0,009	0,018	0,024	***
Mepupe	T1 [s]	aufrecht	männlich	0,08	0,013	0,025	0,037	***
Mepupe	T1 [s]	aufrecht	weiblich	0,08	0,011	0,022	0,029	***
Mepupe	T1 [s]	entspannt	männlich	0,08	0,012	0,024	0,033	***
Mepupe	T1 [s]	entspannt	weiblich	0,08	0,022	0,043	0,062	**
Mepape	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,13	0,009	0,018	0,024	***
Mepape	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,14	0,01	0,02	0,026	***
Mepape	T2 [s]	entspannt	männlich	0,13	0,009	0,018	0,026	***
Mepape	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,14	0,011	0,022	0,031	***
Mepepe	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,12	0,009	0,018	0,025	***
Mepepe	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,12	0,009	0,018	0,024	***
Mepepe	T2 [s]	entspannt	männlich	0,11	0,009	0,018	0,024	***
Mepepe	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,12	0,009	0,018	0,024	***
Mepipe	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,11	0,009	0,018	0,025	***
Mepipe	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,11	0,008	0,016	0,022	***
Mepipe	T2 [s]	entspannt	männlich	0,1	0,009	0,018	0,026	***
Mepipe	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,11	0,014	0,027	0,039	**
Mepope	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,1	0,019	0,037	0,052	**
Mepope	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,11	0,02	0,039	0,056	**
Mepope	T2 [s]	entspannt	männlich	0,12	0,018	0,035	0,049	**
Mepope	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,12	0,02	0,039	0,056	**
Mepupe	T2 [s]	aufrecht	männlich	0,1	0,027	0,053	0,074	*
Mepupe	T2 [s]	aufrecht	weiblich	0,1	0,021	0,041	0,058	**

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <small>&lt;=0,025(***)/&lt;=0,05(**)/&lt;=0,075(*)</small>
Mepupe	T2 [s]	entspannt	männlich	0,1	0,021	0,041	0,059	**
Mepupe	T2 [s]	entspannt	weiblich	0,1	0,028	0,055	0,077	*
Mepape	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,1	0,008	0,016	0,022	***
Mepape	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,11	0,008	0,016	0,022	***
Mepape	T3 [s]	entspannt	männlich	0,1	0,006	0,012	0,018	***
Mepape	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,11	0,009	0,018	0,026	***
Mepepe	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,1	0,008	0,016	0,021	***
Mepepe	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,1	0,006	0,012	0,017	***
Mepepe	T3 [s]	entspannt	männlich	0,09	0,009	0,018	0,024	***
Mepepe	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,1	0,007	0,014	0,018	***
Mepipe	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,09	0,007	0,014	0,02	***
Mepipe	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,09	0,007	0,014	0,019	***
Mepipe	T3 [s]	entspannt	männlich	0,09	0,008	0,016	0,023	***
Mepipe	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,1	0,013	0,025	0,037	***
Mepope	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,11	0,022	0,043	0,061	**
Mepope	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,1	0,02	0,039	0,054	**
Mepope	T3 [s]	entspannt	männlich	0,09	0,017	0,033	0,048	**
Mepope	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,1	0,02	0,039	0,055	**
Mepupe	T3 [s]	aufrecht	männlich	0,09	0,027	0,053	0,074	*
Mepupe	T3 [s]	aufrecht	weiblich	0,09	0,022	0,043	0,061	**
Mepupe	T3 [s]	entspannt	männlich	0,08	0,02	0,039	0,056	**
Mepupe	T3 [s]	entspannt	weiblich	0,1	0,032	0,063	0,088	*
Mepape	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,12	0,013	0,025	0,036	***
Mepape	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,13	0,017	0,033	0,046	**
Mepape	T4 [s]	entspannt	männlich	0,12	0,013	0,025	0,035	***
Mepape	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,13	0,016	0,031	0,046	**
Mepepe	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,12	0,017	0,033	0,046	**
Mepepe	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,13	0,016	0,031	0,044	**
Mepepe	T4 [s]	entspannt	männlich	0,12	0,013	0,025	0,037	***
Mepepe	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,14	0,023	0,045	0,063	**
Mepipe	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,12	0,014	0,027	0,038	**
Mepipe	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,14	0,018	0,035	0,051	**
Mepipe	T4 [s]	entspannt	männlich	0,12	0,012	0,024	0,034	***
Mepipe	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,14	0,019	0,037	0,053	**
Mepope	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,13	0,028	0,055	0,077	*
Mepope	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,14	0,026	0,051	0,071	*
Mepope	T4 [s]	entspannt	männlich	0,14	0,016	0,031	0,044	**
Mepope	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,15	0,027	0,053	0,076	*
Mepupe	T4 [s]	aufrecht	männlich	0,15	0,026	0,051	0,072	*
Mepupe	T4 [s]	aufrecht	weiblich	0,16	0,027	0,053	0,074	*
Mepupe	T4 [s]	entspannt	männlich	0,15	0,019	0,037	0,053	**
Mepupe	T4 [s]	entspannt	weiblich	0,15	0,028	0,055	0,076	*

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 ≤0,025(***)/≤0,05(**)/≤0,075(*)
Mepape	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,42	0,019	0,037	0,053	**
Mepape	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,45	0,026	0,051	0,071	*
Mepape	T5 [s]	entspannt	männlich	0,42	0,017	0,033	0,048	**
Mepape	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,45	0,022	0,043	0,06	**
Mepepe	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,4	0,025	0,049	0,07	**
Mepepe	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,42	0,019	0,037	0,053	**
Mepepe	T5 [s]	entspannt	männlich	0,4	0,017	0,033	0,046	**
Mepepe	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,43	0,026	0,051	0,073	*
Mepipe	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,39	0,016	0,031	0,043	**
Mepipe	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,41	0,023	0,045	0,063	**
Mepipe	T5 [s]	entspannt	männlich	0,39	0,02	0,039	0,054	**
Mepipe	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,43	0,021	0,041	0,059	**
Mepope	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,42	0,026	0,051	0,073	*
Mepope	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,43	0,025	0,049	0,069	**
Mepope	T5 [s]	entspannt	männlich	0,42	0,025	0,049	0,069	**
Mepope	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,44	0,029	0,057	0,081	*
Mepupe	T5 [s]	aufrecht	männlich	0,42	0,02	0,039	0,055	**
Mepupe	T5 [s]	aufrecht	weiblich	0,42	0,026	0,051	0,071	*
Mepupe	T5 [s]	entspannt	männlich	0,42	0,023	0,045	0,064	**
Mepupe	T5 [s]	entspannt	weiblich	0,43	0,023	0,045	0,064	**
Mepape	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,23	0,011	0,022	0,029	***
Mepape	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,25	0,014	0,027	0,038	**
Mepape	T6 [s]	entspannt	männlich	0,23	0,011	0,022	0,032	***
Mepape	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,25	0,014	0,027	0,038	**
Mepepe	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,21	0,011	0,022	0,032	***
Mepepe	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,22	0,011	0,022	0,03	***
Mepepe	T6 [s]	entspannt	männlich	0,2	0,012	0,024	0,033	***
Mepepe	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,22	0,012	0,024	0,032	***
Mepipe	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,2	0,011	0,022	0,03	***
Mepipe	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,2	0,011	0,022	0,031	***
Mepipe	T6 [s]	entspannt	männlich	0,19	0,012	0,024	0,032	***
Mepipe	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,21	0,016	0,031	0,044	**
Mepope	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,21	0,018	0,035	0,049	**
Mepope	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,21	0,019	0,037	0,053	**
Mepope	T6 [s]	entspannt	männlich	0,21	0,014	0,027	0,04	**
Mepope	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,22	0,019	0,037	0,054	**
Mepupe	T6 [s]	aufrecht	männlich	0,19	0,025	0,049	0,069	**
Mepupe	T6 [s]	aufrecht	weiblich	0,19	0,019	0,037	0,052	**
Mepupe	T6 [s]	entspannt	männlich	0,18	0,015	0,029	0,042	**
Mepupe	T6 [s]	entspannt	weiblich	0,2	0,032	0,063	0,087	*
Mepape	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,2	0,011	0,022	0,029	***
Mepape	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,21	0,014	0,027	0,04	**

# ERGEBNISSE

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=0,025(***)/<=0,05(**)/<=0,075(*)
Mepape	T7 [s]	entspannt	männlich	0,2	0,01	0,02	0,027	***
Mepape	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,21	0,012	0,024	0,033	***
Mepepe	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,19	0,013	0,025	0,035	***
Mepepe	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,19	0,01	0,02	0,028	***
Mepepe	T7 [s]	entspannt	männlich	0,18	0,009	0,018	0,026	***
Mepepe	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,2	0,009	0,018	0,026	***
Mepipe	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,18	0,011	0,022	0,03	***
Mepipe	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,19	0,009	0,018	0,026	***
Mepipe	T7 [s]	entspannt	männlich	0,18	0,015	0,029	0,043	**
Mepipe	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,19	0,015	0,029	0,042	**
Mepope	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,18	0,021	0,041	0,058	**
Mepope	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,19	0,021	0,041	0,059	**
Mepope	T7 [s]	entspannt	männlich	0,19	0,022	0,043	0,062	**
Mepope	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,2	0,021	0,041	0,057	**
Mepupe	T7 [s]	aufrecht	männlich	0,18	0,028	0,055	0,079	*
Mepupe	T7 [s]	aufrecht	weiblich	0,18	0,021	0,041	0,059	**
Mepupe	T7 [s]	entspannt	männlich	0,18	0,022	0,043	0,061	**
Mepupe	T7 [s]	entspannt	weiblich	0,18	0,025	0,049	0,068	**
Mepape	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,22	0,015	0,029	0,041	**
Mepape	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,24	0,02	0,039	0,056	**
Mepape	T8 [s]	entspannt	männlich	0,22	0,014	0,027	0,037	**
Mepape	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,24	0,02	0,039	0,056	**
Mepepe	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,21	0,019	0,037	0,052	**
Mepepe	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,23	0,017	0,033	0,048	**
Mepepe	T8 [s]	entspannt	männlich	0,22	0,016	0,031	0,045	**
Mepepe	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,23	0,024	0,047	0,066	**
Mepipe	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,21	0,016	0,031	0,044	**
Mepipe	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,23	0,02	0,039	0,056	**
Mepipe	T8 [s]	entspannt	männlich	0,21	0,013	0,025	0,036	***
Mepipe	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,24	0,02	0,039	0,055	**
Mepope	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,24	0,03	0,059	0,083	*
Mepope	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,24	0,03	0,059	0,082	*
Mepope	T8 [s]	entspannt	männlich	0,23	0,024	0,047	0,066	**
Mepope	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,24	0,033	0,065	0,091	*
Mepupe	T8 [s]	aufrecht	männlich	0,24	0,033	0,065	0,091	*
Mepupe	T8 [s]	aufrecht	weiblich	0,25	0,029	0,057	0,08	*
Mepupe	T8 [s]	entspannt	männlich	0,24	0,031	0,061	0,085	*
Mepupe	T8 [s]	entspannt	weiblich	0,25	0,033	0,065	0,091	*

**Tabelle 40: Normwerte Zeitspannen**

## 4. Diskussion

### 4.1 Beurteilung der Methode

Im Rahmen der Aufzeichnung der Probanden und der anschließenden Auswertung der Ergebnisse hat sich klar gezeigt, dass die EMA eine sehr präzise, allerdings auch eine zeitaufwändige Methode zur detaillierten Bewegung der Lippen bei CVC-Sequenzen darstellt. Darüberhinaus eignet sie sich auch sehr gut zur Analyse von Zungenbewegungen bei VCV-Sequenzen und beim Schlucken (Horn et. al. unveröffentlicht). Sie ist biologisch unbedenklich und noninvasiv<sup>31;46</sup> und stellt aufgrund der Messgenauigkeit von ca. 0,1 mm (siehe 2.1.2.3 Messgenauigkeit)<sup>23</sup>, der parallelen Aufzeichnung von Kinematik und Akustik und der späteren graphischen Darstellung von paralleler Kinematik und Akustik das ideale Messverfahren für die Analyse der CVC-Sequenzen dar. Andere Messverfahren, wie die Videoanalyse, optoelektrische Systeme<sup>2;19</sup>, Verfahren zur Kraftmessung von Lippen- und Zungendruck<sup>20;43</sup> und die Aufzeichnung mit Dehnungsmessstreifen<sup>8;16</sup> sind hiervon weit entfernt und nicht vergleichbar. Das X-Ray Microbeam Verfahren<sup>26;27;49</sup> zeigt zwar in der intraoralen Registrierung von Zungenbewegungen eine gute räumliche Darstellung, als stark limitierende Faktoren wirken sich jedoch die Strahlenbelastung, hohe Betriebskosten und die störenden Einflüsse von metallischen Werkstoffen (Füllungen, Implantate und Zahnersatz) aus.

Eine neue Methode, die in Frage kommen kann, ist die des optischen 3D Gesichtsscans (Berneburg et. al. unveröffentlicht). Hierbei werden zurzeit jedoch nur statische Einzelbilder aufgezeichnet. Sobald hier dynamische Aufzeichnungen mit einer parallelen Akustikaufzeichnung über längere Zeitdistanzen möglich werden, wird sich herausstellen, ob diese Methode die Präzision der EMA erreicht. Die eindeutige Einschränkung dieser Methode liegt darin, dass der 3D Gesichtsscan ausschließlich extraoral arbeitet. Intraorale Bewegungsabläufe können nicht dargestellt werden.

Die EMA mit dem Artikulograph der Kieferorthopädie der Universität Tübingen zeigt entscheidende Vorteile gegenüber dem Carstens Artikulograph<sup>7;10;21;30;33;46;47</sup>. Die Messgenauigkeit im optimalen Messbereich liegt anstatt bei 0,5 mm bei 0,1 mm. Der Messhelm besteht nicht aus einer großen un-

förmigen Plexiglaskonstruktion, sondern aus einer leichten individuell anpassbaren Karbonkonstruktion, welche die freie Beweglichkeit des Probanden kaum einschränkt. Es gibt neben dem Standardhelm noch einen leichteren und kleineren Helm, der insbesondere für die Aufzeichnung bei Kindern konstruiert wurde und deren anatomische Unterschiede berücksichtigt.

Das Design der Messapparatur ist mobil, ein Transport zu verschiedenen Standorten somit ohne Probleme möglich.

Im Vergleich zu den bisherigen Untersuchungen<sup>10;21;23;30;33;46;47</sup> liegt mit dem Softwareprogramm Artikulograph eine übersichtliche und komfortable Lösung zur Darstellung und Auswertung vor. Insbesondere die zusätzlich aufgezeichneten Punkte der Lippen, der Gaumenkontur, der Kauebene und die automatische dynamische, graphische Einblendung der Zunge eröffnen vielfältige neue Möglichkeiten in der Analyse der intra- und extraoralen Funktionsbewegung in der Saggittalen. Eine Wiedergabe des aufgezeichneten Bewegungsablaufes ist in Einzelbildern und als fortlaufender Film mit paralleler Anzeige der X/Y Daten in der Zeitdarstellung möglich.

Im Verlauf der Auswertung hat sich auch gezeigt, dass die vielfältigen automatischen und manuellen Auswertungsfunktionen die zeitaufwändige Peaksetzung und Umwandlung in statistisch verwertbare Messgrößen in der Nachbearbeitung der aufgezeichneten Daten stark vereinfacht.

Die EMA weist jedoch zur Zeit noch eine Einschränkung auf. Die Aufzeichnung muss aufgrund des Messhelmes im Sitzen erfolgen. Mit Hilfe einer Modifizierung des Senderspulengestelles ist jedoch auch eine Aufzeichnung im Liegen realisierbar.

Als zentrales Element ist die Aufzeichnung der Kauebene zu sehen. Nur durch sie wird eine spätere Vergleichbarkeit und statistische Auswertung der Messergebnisse gewährleistet. Ohne die Aufzeichnung der Kauebene und die anschließende Nivellierung der gesamten Aufzeichnung auf die standardisierte Kauebene sind die interindividuell aufgezeichneten Messwerte nicht vergleich-

bar. Ausschließlich intraindividuelle statistische Aussagen oder deskriptive interindividuelle Aussagen sind ohne Nivellierung möglich.

Mit Hilfe der Nivellierung wird jedoch gewährleistet, dass die interindividuellen Messwerte statistisch vergleichbar sind und die Bildung einer Normwertpopulation möglich ist. Dies ist der entscheidende Unterschied zu den bisher durchgeführten Studien mit der EMA oder vergleichbaren Systemen.

Als ein weiteres wichtiges Element ist die gesprochene Sequenz anzusehen. In den meisten vorliegenden Untersuchungen wurden nur die Kernsequenzen der VCV-Sequenzen gesprochen<sup>1;18;30;33;39;45;47</sup>. Dies führt zu einem nicht natürlichen Redefluss. Nur in wenigen Untersuchungen, exemplarisch sei hier Ackermann et al., Hertrich et al.<sup>2;19</sup> genannt, ist die Kernsequenz in eine Trägerphrase eingebettet. Ackermann und Hertrich kombinieren die Vokale „a, i, u“ (Ackermann zusätzlich „y“) in die Trägerphrase: „Ich habe gep-x-pe gelesen.“ und „Ich habe gep-x-ppe gelesen.“. Die Bewegungen werden in dieser Studie mit dem optoelektrischen Elite System (Milano, Italien) durchgeführt. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Sequenz „Gepupe“ insbesondere bei Kindern und Jugendlichen Belustigung auslösen kann und somit die Kinematik der Sprache beeinflussen kann.

## **4.2 Diskussion der Ergebnisse**

### **4.2.1 Messfehler**

Zur Bestimmung der Güte der gemessenen Werte erfolgte die Bestimmung des 1,96- und 2,77- fachen Messfehlers bei wiederholten Messungen nach Bland and Altman<sup>5</sup>.

Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, wurden im Rahmen der Forschungsgruppe Horn et al. dieselben Messfehler-Grenzwerte wie in den VCV-Sequenzen der Zungenbewegung gewählt.



#### 4.2.1.1 Distanzen

Es zeigt sich, dass alle Messfehler gemessen am Bewertungsquotienten  $Q^*$  im Bereich der Kategorie 1 liegen.  $Q^*$  liegt im Durchschnitt sowohl bei der Sortierung nach Variablen wie auch bei der Sortierung nach Sweep bei  $Q^* = 3$ .

Im Vergleich hierzu liegt der  $Q^*$  der VCV-Sequenzen (Horn et al.) bei der Sortierung nach Variable bei  $Q^* = 1,89$  und bei der Sortierung nach Sweep bei  $Q^* = 1,88$  deutlich schlechter.

Der schlechtere  $Q^*$  bei den VCV-Sequenzen lässt sich durch die höhere Variabilität der Zunge in allen Freiheitsgraden erklären. Viele Laute und somit viele Bewegungen werden frei im oralen Raum gebildet, ohne dass eine Abstützung an einer korrespondierenden Stelle (z.B. Gaumen) stattfindet. Hinzu kommt, dass bei der Messung der Zungenspulen eine höhere Gefahr besteht, die Bewegungsfreiheit der Zunge durch schlecht sitzende Spulenkabel negativ zu beeinflussen. Wenn die Kabel falsch fixiert werden, kann es vorkommen, dass diese im Mundwinkel hängen bleiben und die Zungenbewegung nach dorsal frühzeitig begrenzt wird. Bei der Lippenbewegung ist diese Limitation weitgehend auszuschließen, da die Kabel extraoral frei hängen.

#### 4.2.1.2 Winkel

Im Gegensatz zu den Distanzen zeigt sich bei den Winkeln ein deutlich schlechteres Bild. Hier liegt  $Q^*$  im Mittelwert bei 1,21 entsprechend der Kategorie 3. Bei der Einzelbetrachtung nach Variable und Sweep ergibt sich jeweils ein Mittelwert von  $Q^*$  von ebenfalls 1,21. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass die Sortierung nach Sweep keine Auffälligkeiten bringt,  $Q^*$  liegt hier im Durchschnitt in Kategorie 3, nur Mepape liegt in Kategorie 2.

Die Sortierung nach Variable zeigt jedoch deutliche Unterschiede. Die Variable Alpha 1 liegt in Kategorie 1, die Variablen Alpha 3 und Alpha 4 in Kategorie 2, die Variablen Alpha 2 und Alpha 8 in Kategorie 1. Alpha 5 bis Alpha 7 liegen in Kategorie 4.

Die Winkel zeigen sich somit als die unzuverlässigsten Werte. Dies lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass nur minimale Abweichungen in den Messwerten bei der Errechnung der Winkel große Unterschiede verursachen.

Es mussten im Gegensatz zu den Distanzen und den Zeitspannen somit Variablen ausgeschlossen werden. Die Ansprüche an ausreichende Güte der Messwerte wurden nicht erfüllt und konnten somit nicht für die weitere Auswertung genutzt werden. Insbesondere im Hinblick auf den Anspruch der Erstellung einer Normwerttabelle im Rahmen der Dissertation musste auf einen ausreichend geringen Messfehler geachtet werden. Nach Ausschluss der nicht genügenden Variablen zeigt sich, dass die verbleibenden Werte (48,8 % der Gesamtheit) überwiegend der Kategorie 1 angehören (51 %), abgesehen von einigen Abweichungen in Kategorie 2 (34 %) und 3 (14,6 %).

Ein deutlich schlechteres Bild ergibt sich in der VCV-Sequenz. Hier gehören die verbleibenden Werte (23 % der Gesamtheit) nur zu 8 % der Kategorie 1 an, 50 % gehören der Kategorie 2 an und 42 % liegen in der Kategorie 3.

Dies zeigt, dass die Errechnung von Winkelwerten in der VCV-Sequenz in der Zukunft nicht mehr sinnvoll ist. Auch im Rahmen der CVC-Sequenz ist es fraglich, ob es sinnvoll ist, die Winkelberechnung weiterhin beizubehalten. Nur ein kleiner Teil der Messwerte liegt im optimalen Gütebereich des Messfehlers.

### **4.2.1.3 Zeitspannen**

Die Betrachtung von  $Q^*$  zeigt bei den Zeitspannen ein positives Bild. Der Mittelwert liegt bei 2,25 und somit im oberen Bereich von Kategorie 2. Der Mittelwert von  $Q^*$  bei den VCV-Sequenzen ergibt einen leicht besseren Wert mit 2,38. Die weitere Aufgliederung nach Variable und Sweep ergibt bei den CVC-Sequenzen gleichmäßig verteilt auch je 2,25, bei den VCV-Sequenzen ergibt sich ein leicht zugunsten der Sweeps verschobener  $Q^*$  von 2,2, bei den Variablen errechnet sich ein Wert von 2,16.

In der CVC-Sequenz liegen die Variablen T1 bis T3 in Kategorie 1, alle restlichen Werte liegen in Kategorie 2. Diese Tendenz deckt sich weitgehend mit der VCV-Sequenz. Auch hier liegen T1 und T2 in Kategorie 1, nur T5 liegt in Kategorie 3, alle restlichen Werte liegen in Kategorie 2.

Die Sweeps (CVC) Mepape, Mepepe und Mepipe gehören der Kategorie 1 an, Mepope und Mepupe der Kategorie 2. Hier zeigt sich eine Parallele zu den Winkeln, in beiden Fällen liegen die Sweeps Mepape, Mepepe und Mepipe jeweils eine Kategorie besser als Mepope und Mepupe.

### **4.2.2 Kovarianzanalysen - Messfehler**

#### **4.2.2.2 Messfehler Distanzen**

Die Kovarianzanalyse im Gesamtmodell (Einfluss von Sweep, Variable, Position und Geschlecht auf den Messfehler) zeigt einen RSquare Wert von 0,56. Somit sind die o.g. Einflussfaktoren zu 56 % als ursächlich verantwortlich für den errechneten Messfehler zu interpretieren. Die Gewichtung der einzelnen Einflussfaktoren erfolgt in der Analyse der Einzelmodelle. Im Vergleich zu den VCV-Sequenzen errechnet sich analog ein RSquare Wert von 0,39 für die CVC-Sequenzen (siehe 9.1.2 Messfehler Distanzen, Kovarianzanalyse). Der äquivalente RSquare Wert der VCV-Sequenz liegt bei 0,65. Dies zeigt, dass bei der Messung der Lippen noch mehr unbekannte Einflussfaktoren vorliegen, als bei der Zungenbewegung der VCV-Sequenz. Der niedrigere RSquare Wert der CVC-Lippensequenz ist vermutlich auch auf eine starke Varianz der Lippenanatomie und damit eine interindividuelle Variation der Messstrecken zurückzuführen. Die Lippenanatomie weist Abweichungen in linearen Distanzen von bis zu 19,1 % des Mittelwertes auf, bei Flächen und Volumina bis zu 30 % des Mittelwertes. Darüber hinaus besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Lippenanatomie zwischen Männern und Frauen<sup>13</sup>, siehe auch unten, Kovarianzeinzelanalyse des Einflusses des Geschlechts auf den Messfehler.

Der RSquare Wert zeigt auch eindeutig, dass 44 % der Einflussfaktoren noch unbekannt sind. Ein neben der variablen Lippenanatomie wichtiger vermuteter, aber nur sehr schwierig feststellbarer Einfluss ist die Präzision der Artikulation. Ein Proband, der gewohnt ist laut vorzulesen, der regelmäßig in sehr sauberer Aussprache viel spricht oder Vorträge hält, wird vermutlich einen konstanteren und präziseren Bewegungsablauf zeigen, als ein Proband, der diese Eigenschaften nicht aufweist. In engem Zusammenhang hierzu steht eine dialekti-

sche Beeinflussung der Sprache. Es wurde zwar im Rahmen der Studienkriterien darauf geachtet, dass keine dialektische Färbung der Sprache vorlag, jedoch ist es möglich, dass es bei Probanden, die in ihrem familiären Umfeld regelmäßig in einem regionalen Dialekt sprechen, ebenfalls zu einer Beeinflussung der Artikulation kommt.

Die Einzelanalysen zeigen den größten Einfluss durch die Variable mit 0,29, darauf folgt das Geschlecht mit 0,17, der sweep mit 0,05 und die Position mit 0,04. Alle genannten Faktoren zeigen einen signifikanten Einfluss auf das Modell.

Dies steht im Gegensatz zu der VCV-Sequenz. Hier zeigt den größten Einfluss der Sweep mit 0,5, die Variable liegt bei 0,14. Dieser Unterschied kann auch durch die unterschiedliche Anzahl der sweeps mit verursacht sein. Bei VCV wurden 7 sweeps aufgezeichnet, bei CVC nur 5 sweeps. Dadurch, dass mehr unterschiedliche sweeps aufgezeichnet wurden, kommt es zu einem vergrößerten Einfluss des sweeps auf das Modell.

Der Einfluss der Position auf den Messfehler ist in beiden Fällen gering. Er liegt bei CVC bei 0,04 und ist bei VCV mit 0,005 statistisch nicht signifikant. Eine weitergehende Betrachtung der probability (Prob>F) zeigt, dass die sweeps Mepape, Mepepe und Mepipe, die Variablen D02, 04 bis 11 und 13 bis 17 sowie die Positionen aufrecht und entspannt einen signifikanten Einfluss auf den eigentlichen Messfehler haben.

#### **4.2.2.2 Messfehler Winkel**

Die Kovarianzanalyse des Gesamtmodells Sweep, Variable, Position und Geschlecht ergibt einen RSquare Wert von 0,76. Der entsprechende Wert des Modells Sweep, Variable, Position analog zur VCV-Sequenz liegt bei 0,75 im Gegensatz zu 0,82 für die Zungenbewegung. Den größten und signifikantesten Einfluss zeigt in den Einzelanalysen die Variable mit 0,71. Der Einfluss des Sweeps ist mit 0,04 und einem Prob>F Wert von 0,15 bereits nicht mehr signifikant, ebenso die Position mit 0,000001 und das Geschlecht mit 0,004. Die Betrachtung der einzelnen Variablen zeigt, dass Alpha 1 bis 6 und Alpha 8 sowie

der sweep Mepape einen statistisch signifikanten Einfluss auf das Modell ausüben.

#### **4.2.2.3 Messfehler Zeitspannen**

Das Gesamtmodell zeigt hierbei den höchsten RSquare Wert mit 0,8. Im Gegensatz dazu steht der RSquare Wert (Einfluss Sweep, Variable, Position) mit 0,78 zu 0,45 bei VCV. Hier liegt die größte Abweichung zwischen VCV- und CVC-Sequenzen. Diese große Abweichung lässt sich möglicherweise durch die unterschiedliche Sprechgeschwindigkeit erklären. Bei VCV-Sequenzen liegt der Mean der Variable T5 bei 0,06 s, bei CVC bei 0,42 s. Die jeweiligen Standardabweichungen betragen für VCV 0,02 sowie für CVC 0,02. In Relation zum Mittelwert ergibt sich somit eine Relation von Standardabweichung zu Mittelwert von 33 % für VCV und nur 5 % für CVC.

Die Analyse der Einzelmodelle ergibt einen Einfluss von 0,43 für den sweep, 0,35 für die Variable, 0,0005 für die Position und 0,02 für das Geschlecht. Position und Geschlecht sind hierbei nicht signifikant, Sweep und Variable mit je  $<0,0001$  hoch signifikant. Alle Sweeps waren signifikant, bei den Variablen nur T1, T3 bis T5 und T8.

In der VCV Sequenz zeigt sich dagegen, dass die Sweeps mit einer  $Prob>F$  von 0,08 nicht signifikant sind. Alleine der sweep Metakate zeigt sich signifikant. Der sweep Metakate ist hierbei getrennt von den anderen VCV-Sweeps zu sehen, da der Konsonant k als Plosivlaut im hinteren Zungenbereich gebildet wird. Somit erfolgt eine Auswertung der Daten der Spule Nr. 3 ( positioniert auf dem Zungenrücken, 4 cm dorsal der Zungenspitze). Der Plosivlaut t in Metatate wird im Gegensatz zum k am vorderen Gaumenbereich gebildet, er war nicht signifikant. Es zeigt sich somit bei den Zeitdistanzen, dass alle Plosivlaute bei VCV und CVC (außer dem t) signifikant waren. Nicht so jedoch die Nasalen, Liquiden und Frikativen Phoneme.

### **4.2.3 Oneway Analysen - Messfehler**

In der Oneway Analyse wurde getestet, ob ein Einfluss der veränderten Position aufrecht zu entspannt auf den Messfehler vorliegt. Eindeutig wünschenswert ist hierbei, dass kein Einfluss vorliegt. Dies ist als optimale Bedingung für die weitere klinische Forschung mit dem Artikulographen anzusehen. Der ideale Sweep und die ideale Variable zeigen in der Oneway Analyse, dass kein Einfluss der Position vorhanden ist. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Sweeps oder Variablen, die diese Bedingung nicht erfüllen für eine weitere Forschung und Messung nicht oder nur eingeschränkt geeignet sind. Gerade im Bereich der Messung bei pathologischen Befunden kann nicht davon ausgegangen werden, dass der Proband oder Patient über die gesamte Zeit der Messung in einer definierten Haltung verharren wird.

Ob ein Einfluss durch das Geschlecht vorliegt, ist für die weitere Forschung nur in dem Sinne relevant, ob es eine gemeinsame gültige Normwerttabelle geben wird oder ob es zwei geschlechtlich getrennte Normwerttabellen geben wird.

#### **4.2.3.1 Einfluss Position / Distanzen**

Die Oneway Analyse zeigt, dass in der CVC-Sequenz kein Einfluss durch die Veränderung der Position auf die Distanzen vorliegt. Es konnte keine signifikanter Einfluss zwischen den veränderten Positionen aufrecht und entspannt auf den Messfehler festgestellt werden. Somit sind alle Variablen nach der oben formulierten Forderung „ideale Variablen“ für die weitere Forschung.

In der VCV-Sequenz kann dieser Anspruch nicht uneingeschränkt geltend gemacht werden. Hier fallen D01 bis D04 mit statistisch signifikanten Probability-Werten auf. Es wird bei weiteren Untersuchungen zu klären sein, ob diese Variablen so wichtig sind, dass sie beibehalten werden müssen oder ob es möglich ist, sie auszuschließen. Prinzipiell ist es anzustreben, einen Variablenpool zu wählen, der möglichst viele Fehlerquellen und Beeinflussungen, wie den Einfluss der Position, vermeidet.

#### **4.2.3.2 Einfluss Position/Winkel**

Der Datenpool der Winkel wurde bereits durch ausgeschlossene Werte in der Messfehlerrate eingeschränkt. Dies führte zu einem drop out der Variablen Alpha 5 und Alpha 6 sowie zu einer small sample size der Variablen Alpha 7 und Alpha 8. Die Oneway Analyse zeigt, dass bei Alpha 4 mit einem  $p < \chi^2$ -Wert von 0,0494 ein statistisch signifikanter Einfluss der Position vorliegt. Diese Variable ist im weiteren Verlauf nur eingeschränkt nutzbar.

Auch bei der VCV-Sequenz wurden vorab Variablenpaare aufgrund eines unzureichenden Messfehlers ausgeschlossen. Bei allen verbleibenden Variablen ist kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der aufrechten und entspannten Position feststellbar.

#### **4.2.3.3 Einfluss Position / Zeitspannen**

Die Oneway Analyse der Variablen der Zeitspannen zeigt, dass kein signifikanter Einfluss der Position auf den Messfehler nachweisbar ist. Alle Variablen sind als ideale Variablen für die weitere Forschung anzusehen.

Gleiches gilt für die Variablen der VCV-Sequenz.

#### **4.2.4 Oneway Analysen - Messwerte**

Für den Einfluss der Position und des Geschlechtes gilt die Forderung an eine ideale Variable, wie bereits unter 4.2.3 formuliert, als uneingeschränkt erfüllt.

##### **4.2.4.1 Einfluss Position / Distanzen**

Mit der Oneway Analyse kann ein signifikanter Einfluss der Position auf den Messwert ausgeschlossen werden. Die Werte aller Variablen zeigen keine Signifikanz. Alle Variablen sind als ideale Variablen anzusehen.

Der Einfluss der Position bei der VCV-Sequenz muss differenzierter betrachtet werden. Bei der reinen Betrachtung der Zungenspitze treten bei D01 bis D04 signifikante Einflüsse der Position auf. Die sweeps Metafate und Metakate zeigen besondere Auffälligkeiten in ihrer Lautbildung. Als aussagefähigste Referenzspule ist für den Frikativ f die Spule 7 (Unterlippe) und für den Plosiv k die

Spule 3 (Zungenrücken) anzusehen. Bei einer separaten Oneway Analyse für diese Sweeps zeigt sich, dass bei dieser differenzierten Betrachtung für keine Variable ein signifikanter Einfluss nachzuweisen ist. Somit gilt auch für die VCV-Sequenz, dass bei Berücksichtigung dieser Differenzierung alle Variablen als ideal anzusehen sind.

#### **4.2.4.2 Einfluss Position / Winkel**

Wie unter 4.2.3.2 formuliert gelten hier die Einschränkungen durch drop out von Alpha 5 und Alpha 6 sowie die small sample sizes bei Alpha 7 und Alpha 8. Es liegen keine signifikanten Einflüsse vor.

Auch für die VCV-Sequenz liegen o.g Einschränkungen vor. Auch für die verbliebenen Variablen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

#### **4.2.4.3 Einfluss Position / Zeitspannen**

Alle Variablen sind als ideal anzusehen, es konnten keine signifikanten Einflüsse der Position auf den Messwert festgestellt werden.

Hier besteht ein enormer Unterschied zu der VCV-Sequenz. Es zeigen sich hierbei signifikante Einflüsse der Position auf die Variablen T1, T3 und T5 bis T7. Nur bei den Variablen T2, T4 und T8 konnte kein signifikanter Einfluss aufgezeigt werden.

#### **4.2.4.4 Einfluss Geschlecht / Distanzen**

Die Oneway Analyse zeigt, dass durchaus Unterschiede bei der Lippenbewegung zwischen männlichen und weiblichen Probanden bestehen. Bei den Variablen D01, D06 sowie D09 bis D18 sind statistisch hoch signifikante Unterschiede zwischen den Messwerten der aufrechten gegenüber der entspannten Position feststellbar. Es zeigt sich im Unterschied zu der VCV-Sequenz, dass deutlich mehr Variablen (CVC, n=12 und VCV, n=3) eine Signifikanz zeigen. Bei der VCV-Sequenz zeigen nur D06 bis D08 Unterschiede. Worauf diese Messwertunterschiede zurückzuführen sind ist nicht nachzuweisen. Es ist jedoch zu vermuten, dass durch die deutlich unterschiedliche anatomische Gestaltung der Lippen<sup>13</sup> eine Abweichung in den Bewegungsabläufen besteht.



### **4.2.4.5 Einfluss Geschlecht / Winkel**

Bei den Winkeln besteht nur ein signifikanter Unterschied in der Variable Alpha 2, im Unterschied zu den VCV-Sequenzen, hier konnten keine signifikanten Unterschiede gezeigt werden.

### **4.2.4.6 Einfluss Geschlecht / Zeitspannen**

Auch bei den Zeitspannen sind signifikante Einflüsse des Geschlechtes feststellbar. Hier jedoch nur in 3 von 8 Variablen. T4, T5 und T8 sind hier auffällig. Im Vergleich zeigt die VCV-Sequenz einen signifikanten Einfluss (T1, T4, T5, T7) in der Hälfte aller Variablen.

### **4.2.4.7 Normwertdefinition**

Die statistische Auswertung führte zu wenigen Ausschlüssen von Messwerten. Diese lagen ausschließlich im Bereich der Winkelmessung. Alle verbliebenen Messerte liegen wie oben gezeigt überwiegend in einer sehr guten bis guten Messfehlerkategorie. Die Oneway Analysen zeigen, dass unbedingt eine Differenzierung bezüglich des Geschlechts vorgenommen werden muss. Dies gilt nicht für den Einfluss der Position. Die Position hat wie oben nachgewiesen keinen Einfluss auf den Messwert. Somit kann bei weiteren Messungen die Position im Sinne der Vereinfachung des Versuchsaufbaus unberücksichtigt bleiben.

Ein anderes Bild ergibt sich bei Betrachtung der VCV-Sequenz. Hier liegt auch ein signifikanter Einfluss der Position auf den Messwert bei vielen Variablen vor. Vor allem bei den Zeitdistanzen zeigt die Position einen großen Einfluss. Im weiteren Verlauf ist es unbedingt notwendig, die Position im Rahmen des Versuchsaufbaus als Bedingung vorzugeben.

### 4.3 Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Unterschiede zwischen den VCV- und CVC-Sequenzen teilweise sehr groß sind. Insgesamt zeigt sich die Analyse der CVC-Sequenzen mit Referenzspule an Ober- und Unterlippe als zuverlässiger in der Messung und Auswertung. Da extraoral gemessen wird, entfällt die Problematik, dass Messkabel im Mundwinkel hängen bleiben können und so die Zungenbewegung nach dorsal einschränken.

Insbesondere im Hinblick auf die Distanzen ist die Messung der CVC-Sequenz wie oben gezeigt deutlich zuverlässiger und genauer. Alle Variablen lagen im Gegensatz zu der VCV-Sequenz in Kategorie 1 der Messfehlergüte und es konnte bei keiner Variablen ein signifikanter Einfluss der Position auf den Messfehler nachgewiesen werden.

Die Zuverlässigkeit und Messgenauigkeit der Zeitdistanzen ist bei CVC- und VCV-Sequenz vergleichbar und bis auf wenige Einschränkungen auch mit den Distanzen vergleichbar. Ein großer Unterschied besteht jedoch darin, dass bei der VCV-Sequenz in der Zeitdistanzmessung die Position bei den Variablen T1, T3 und T5 bis T7 einen signifikanten Einfluss auf den Messwert hat. Es muss aufgrund dieses Einflusses im weiteren Verlauf in der VCV-Messung eine Differenzierung zwischen aufrechter und entspannter Position vorgenommen werden.

Die differenzierte Betrachtung zeigt eindeutig, dass die EMA in Bezug auf die vorgestellten CVC und die damit verglichenen VCV-Sequenzen im Rahmen der Untersuchung der Lippen- und Zungenbewegungen ein sehr präzises Verfahren ist. Die gewählten Sweeps und Variablen sind mit leichten Einschränkungen zuverlässig und überwiegend als ideal einzustufen.

Einzig im Bereich der Winkelanalyse gilt es deutliche Einschränkungen vorzunehmen. Hier stellt sich insbesondere durch die nicht tolerierbaren Messfehler der Kategorie 4 einerseits und durch die Einschränkungen, die durch die One-way Analyse aufgezeigt werden andererseits die Frage, ob die Winkelbetrachtung bei weiteren Messungen noch durchgeführt werden soll.

### 5. Zusammenfassung

Die exakten räumlichen und zeitlichen Bewegungen von Lippen und Zungen sind bislang kaum erforscht. Ihre detaillierte räumliche und zeitliche Darstellung sowie Analyse ist mit konventionellen Untersuchungsmethoden nicht möglich. Im Rahmen dieser Dissertation wird das Verfahren der Elektromagnetischen Artikulographie beschrieben und eine Probandenpopulation analysiert, die den Anspruch erhebt, für eine Normwertdefinition der CVC-Sequenzen Mepape, Mepepe, Mepipe, Mepope und Mepupe ausreichende Grundlagen zu bilden. Die Untersuchungen wurden innerhalb der Forschungsgruppe EMA, Kieferorthopädische Abteilung der Universität Tübingen, Horn et al. durchgeführt. Die Studienpopulation wird von 25 Probanden gebildet, davon 11 männlich und 14 weiblich. Der Median des Durchschnittsalters, zum Zeitpunkt der Untersuchung, lag bei 25,6 Jahren, der Interquartilsabstand betrug 1,4. Der älteste Teilnehmer war 29,1 Jahre und der Jüngste 23,1 Jahre alt. Es wurden strenge Einschlusskriterien angelegt, um nur Probanden auszuwählen, bei denen von einem physiologischen räumlichen und zeitlichen Sprachablauf auszugehen ist. Die Messungen wurden unter kontrollierten Bedingungen insgesamt 20-mal wiederholt und in den verschiedenen Positionen aufrecht und entspannt durchgeführt. Im Rahmen der Diskussion wurden die Ergebnisse der CVC-Sequenzen insbesondere mit den Ergebnissen der VCV-Sequenzen kritisch verglichen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die EMA eine sehr präzise und zuverlässige Untersuchungsmethode zur Aufzeichnung von intra- und extraoralen Bewegungen ist. Die Messwerte der Studienpopulation sind mit wenigen Ausnahmen sehr gut geeignet, um Normwerttabellen für die CVC- und VCV-Sequenz zu erstellen. Die statistische Auswertung ergab, dass es notwendig ist, geschlechtlich getrennte Normwerttabellen zu erstellen. Das Geschlecht des Probanden hat einen signifikanten Einfluss auf die Messwerte der gesprochenen Sequenzen. Die Position hingegen hat im Falle der CVC-Sequenz keinen Einfluss auf den Messwert. Dies steht im Gegensatz zu der VCV-Sequenz, hier besteht durchaus ein Einfluss der Position auf den Messwert.

Frühere Untersuchungen anderer Forschungsgruppen beschränkten sich überwiegend auf deskriptive Auswertungen<sup>10;11;12;45;46;47</sup>. Erste statistische Auswertungen erfolgten durch die Forschungsgruppe Horn et al.<sup>30;33</sup>.

Mit der vorliegenden Dissertation konnten nun erstmalig statistisch zuverlässige Normwerte für die Lippenbewegung der CVC Sequenzen erstellt werden.

Die EMA ist biologisch unbedenklich und als ein vollständig non-invasives Messverfahren anzusehen<sup>31;46</sup>.

Der Artikulograph der Universität Tübingen (Horn et al.) zeigt deutliche Vorteile gegenüber anderen genutzten Artikulographen<sup>10;11;12;15;30;33;45;46;47</sup>. Die Messgenauigkeit konnte von 0,5 mm auf 0,1 mm verbessert werden. Der Tragekomfort wurde erheblich verbessert, die Beeinflussung des Probanden in seiner Beweglichkeit, insbesondere der Zunge und der Lippen, ist nur noch minimal. Der Artikulograph ist im Aufbau so kompakt, dass mobile Messungen an verschiedenen Standorten möglich sind. Zusätzlich gibt es einen speziellen kleineren Messhelm für Kinder und Jugendliche.

Langfristig gesehen zeigt sich die EMA als sehr gut für die genaue Erforschung von Lippen- und Zungenbewegungen und deren pathologische Störungen geeignet.

Die elektromagnetische Artikulographie ist unter der Voraussetzung, dass das Verfahren und die Software weiter standardisiert werden, insbesondere für die Diagnostik, Therapiehilfe, Therapiekontrolle und die Verlaufsdokumentation für den Kieferorthopäden, Pädiater und Logopäden ideal geeignet.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Ackermann H., Gröne B.F., Hoch G., Schönle P.W. Speech freezing in Parkinson's disease: a kinematic analysis of orofacial movements by means of electromagnetic articulography. *Folia Phoniatr* 1993;45(2):84-89.
2. Ackermann H, Hertrich I, Scharf G. Kinematic Analysis of Lower Lip Movements in Ataxic Dysarthria. *J Speech Hear Res* 1995;38(6):1252-1259.
3. Altman D.G. *Practical Statistics for Medical Research* Chapman & Hall London; 1991.
4. Bewick V., Cheek L., Ball J. One-way analysis of variance. *Crit Care* 2004;8(130):136.
5. Bland J.M., Altman D.G. Statistics Notes: Measurement error. *BMJ* 1996;312(1654).
6. Campbell M.J., Gardner M.J. Calculating confidence intervals for some non-parametric analyses. *Br Med J* 1988;296:1454-1456.
7. Carstens B. Artikulograph AG 100, Elektromagnetisches Artikulations-Messsystem. *Handbuch zum Artikulographen AG 100* 1989.
8. Connor N.P., Abbs J.H., Cole K.J., Gracco V.L. Parkinsonian deficits in serial multiarticulate movements for speech. *Brain* 1989;112:997-1009.
9. Diedrich P. *Praxis der Zahnheilkunde, Band 11/I, Kieferorthopädie I* Urban & Fischer München; 2000:95-96, 102-103, 141-144, 151-152.
10. Engelke W., Bruns T., Striebeck M., Hoch G. Midsagittal velar kinematics during production of VCV sequences. *Cleft palat Craniofac* 1996;33(3).
11. Engelke W., Hoch G. Simultane elektromagnetische Artikulographie und Videoendoskopie. *Fortschr Kieferorthop* 1994;55(6):297-303.

12. Engelke W., Schönle P.W. Elektromagnetische Artikulographie: Eine neue Methode zur Untersuchung von Bewegungsfunktionen des Gaumensegels. *Folia Phoniatr* 1991;43:147-152.
13. Ferrario V.F., Sforza C., Serrao G. A Three-Dimensional Quantitative Analysis of Lips in Normal Young Adults. *Cleft palat Craniofac* 2000;37(1).
14. Fischer-Voosholz M., Spenthof U. *Orofaziale Muskelfunktionsstörungen* Springer Berlin; 2002:65-83.
15. Fletcher J. An EMA/EMG study of vowel-to-vowel articulation across velars in Southern British English. *Clinical linguistics and phonetics* 2004;18(6-8):577-592.
16. Forrest K., Weismer G., Turner G.S. Kinematic, acoustic and perceptual analyses of connected speech produced by Parkinsonian and normal geriatric adults. *Journal of the Acoustical Society of America* 1989;85:2608-2622.
17. Fränkel R., Fränkel C. Funktionelle Aspekte des skelettalen offenen Bisses. *Fortschr Kieferorthop* 1982;43(1):8-18.
18. Green J.R. WYT. Tongue- surface movements pattern during speech and swallowing. *PMID* 2003.
19. Hertich J., Ackermann H. Articulatory control of phonological vowel length contrast: kinematic analysis of labial gestures. *J Acoust Soc A* 1997;102(1).
20. Horn H., Göz G., Bacher M., Koch J., Axmann-Krcmar D. Maximalkraftmessungen des Lippen- und Zungendruckes und ihre Bedeutung für die klinische Diagnostik orofazialer Dyskinesien. *Fortschr Kieferorthop* 1995;56(4):187-193.
21. Horn H., Göz G., Bacher M., Müllauer M., Kretschmer I.M., Axmann-Krcmar D. Reliability of Electromagnetic Articulography Recording During Speaking Sequences. *Eur J Orthod* 1997;19:647-655.
22. Horn H., Scholl T. Meßsystem zur Registrierung von Lippen- und Zungenbewegungen. *Handbuch zum Artikulographen, KFO UKT* 1998.

23. Horn H., Scholl T., Berndt R., Hertrich I., Ackermann H., Göz G. Improvement of an electromagnetic articulograph for registering tongue and lip movements. *Biomed Tech* 1997;42:321-322.
24. Imai A., Tanaka M., Tatsuta T. Ultrasonographic Images of Tongue Movement during Mastication. *J Osaka Dent Univ* 1995;29(2):61-69.
25. International Phonetic Association. *Handbook of the International Phonetic Association* Cambridge University Press; 1999.
26. Ishii T. A study of the movement of the articulatory organs in Japanese geminate production ANX-ray microbeam analysis. *Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho* 1999;102(5):622-634.
27. Jordan R.G., Wang Y.T. Tongue-surface movement patterns during speech and swallowing. *J Acoust Soc A* 2003;113(5):2820-2832.
28. Kawashima S., Takahashi Y., Niikuni N. et al. Development of X-ray TV m-mode and reconstructed ultrasound m-mode methods for investigating tongue movement during swallowing in humans. *Journal of oral science* 1999;41(1).
29. Klink A. Räumliche Darstellung von Zungenbewegungen bei Sprachsequenzen mittels elektromagnetischer Artikulographie. *Med Dissertation , Universität Tübingen* 2007.
30. Kretschmer I.M. Untersuchungen zur Analyse von Sprech- und Schluckbewegungen mit Hilfe der elektromagnetischen Artikulographie. *Med Dissertation , Universität Tübingen* 1996.
31. Leitgeb N. Analyse epidemiologischer Studien über magnetfeldbedingte Krebsrisiken. *Biomed Tech* 1993;38:111-116.
32. Miller J.L., Watkin K.L. Lateral pharyngeal wall motion during swallowing using real time ultrasound. *Dysphagia* 1997;12:125-132.
33. Müllauer M.O.F. Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit von Sprechbewegungen mit Hilfe der elektromagnetischen Artikulographie. *Med Dissertation , Universität Tübingen* 1996.

34. Patti A., Perrier d'Arc G. *Kieferorthopädische Frühbehandlung* Quintessenz Berlin; 2007:26-43.
35. Peng C.L., Jost-Brinkmann P.G., Miethke R.R., Lin C.T. Ultrasonographic Measurements of Tongue Movements During Swallowing. *Journal of ultrasound in medicine* 2000;19(1):15-20.
36. Peng C.L., Jost-Brinkmann P.G., Yoshida N., Chou H.H., Lin C.T. Comparison of tongue functions between mature and tongue-thrust swallowing--an ultrasound investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125(5):562-570.
37. Peng C.L., Miethke R.R., Pong S.J., Lin C.T. Investigation of Tongue Movements during Swallowing with M-Mode Ultrasonography. *J Orofac Orthop* 2007;68:17-25.
38. Rakosi T. Ätiologie und diagnostische Beurteilung des offenen Bisses. *Fortschr Kieferorthop* 1982;1(68):73.
39. Recasens D. An EMA study of VCV coarticulatory directions. *The Journal of the Acoustical Society of America* 2002;111 (6):2828-2841.
40. Rosner B., Glynn R.J., Lee M.L. The Wilcoxon signed rank test for paired comparison of clustered data. *Biometrics* 2006;62(1):185-192.
41. Sall J. Leverage Plots for General Linear Hypotheses. *Am Stat* 1990;44(4).
42. Schopf P. Druckbelastung der Schneidezähne bei Dysfunktion der mimischen Muskulatur. *Fortschr Kieferorthop* 1972;33:187-203.
43. Schopf P. Konstruktion einer Meßsonde zur Registrierung des Zungen- und Lippendrucks. *Fortschr Kieferorthop* 1971;32:25-36.
44. Schopf P. *Curriculum Kieferorthopädie Band I* Quintessenz Berlin; 2000:57-58, 76-83, 86-87, 142, 152-154.
45. Schweska-Polly R., Engelke W., Engelke D. Bedeutung der elektromagnetischen Artikulographie bei der Untersuchung der motorischen Zun-



- genfunktion im Rahmen kieferorthopädischer Diagnostik. *Fortschr Kieferorthop* 1992;53(1):3-10.
46. Schwestka-Polly R., Engelke W., Engelke D. Electromagnetic articulo-graphy for detecting tongue movement in patients with dysgnathia. *Fortschr Kieferorthop* 1992;53:3-10.
47. Schwestka-Polly R., Engelke W., Hoch G. Electromagnetic articulo-graphy as a method for detecting the influence of spikes on tongue movement. *Eur J Orthod* 1995;17:411-417.
48. Steegmayer G., Gilde H., Komposch G. Stabilität kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse. *Fortschr Kieferorthop* 1991;52(3):176-182.
49. Steele C.M., Lieshout P.H. Use of electromagnetic midsagittal articulo-graphy in the study of swallowing. *J Speech Hear Res* 2004;47(2):342-352.
50. Thiele E., Clausnitzer R., Clausnitzer V. *Myofunktionelle Therapie aus sprechwissenschaftlicher und kieferorthopädischer Sicht* Hüthig Heidelberg; 1992:54-59, 130-131.
51. Viehweger E. Zeitliche Darstellung von Zungenbewegungen bei Sprachsequenzen mittels elektromagnetischer Artikulographie. *Med Dissertation*, Universität Tübingen 2008.
52. Whitley E., Ball J. Presenting and summarising data. *Crit Care* 2001;6(1).
53. Whitley E., Ball J. Nonparametric methods. *Crit Care* 2002;6:509-513.
54. Whitley E., Ball J. Comparison of means. *Crit Care* 2002;6(5).

## 7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Skizze des Mess-Systems Artikulograph.....	8
Abbildung 2: Magnetfeld der Positionssenderspulen.....	9
Abbildung 3: graphische Darstellung der Messgenauigkeit.....	11
Abbildung 4: Darstellung der Kauebenenaufzeichnung in Igor.....	22
Abbildung 5: Darstellung der Gaumenaufzeichnung in X/Y Darstellung.....	23
Abbildung 6: Übersicht über alle Spulen mit Referenzpunkten.....	24
Abbildung 7: Übersicht CVC-Sprachsequenz.....	26
Abbildung 8: Übersicht VCV-Sprachsequenz.....	27
Abbildung 9: Bewertungsquotient der Messfehlerkategorien .....	31
Abbildung 10: Beispiel Kovarianzanalyse.....	33
Abbildung 11: Kovarianzanalyse Distanzen, Gesamtmodell .....	53
Abbildung 12: Leverage Plot: Sweep .....	54
Abbildung 13: Leverage Plot: Variable .....	55
Abbildung 14: Leverage Plot: Position.....	55
Abbildung 15: Leverage Plot: Geschlecht .....	56
Abbildung 16: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Sweep .....	56
Abbildung 17: Leverage Plot: Sweep .....	57
Abbildung 18: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Variable .....	58
Abbildung 19: Leverage Plot: Variable .....	59
Abbildung 20: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Position .....	60
Abbildung 21: Leverage Plot: Position.....	61
Abbildung 22: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Geschlecht .....	61
Abbildung 23: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Geschlecht .....	62
Abbildung 24: Leverage Plot: Geschlecht .....	62
Abbildung 25: Kovarianzanalyse Winkel, Gesamtmodell .....	63
Abbildung 26: Leverage Plot: Sweep .....	64
Abbildung 27: Leverage Plot: Variable .....	65
Abbildung 28: Leverage Plot: Position.....	65
Abbildung 29: Leverage Plot: Geschlecht .....	66
Abbildung 30: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Sweep .....	66
Abbildung 31: Leverage Plot: Sweep .....	67
Abbildung 32: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Variable .....	68
Abbildung 33: Leverage Plot: Variable .....	69
Abbildung 34: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Position.....	69
Abbildung 35: Leverage Plot Position.....	70
Abbildung 36: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Geschlecht .....	71
Abbildung 37: Leverage Plot: Geschlecht .....	72
Abbildung 38: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Zeitspannen.....	72
Abbildung 39: Leverage Plot: Sweep .....	74
Abbildung 40: Leverage Plot: Variablen .....	74
Abbildung 41: Leverage Plot: Position.....	75
Abbildung 42: Leverage Plot: Geschlecht .....	75
Abbildung 43: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspannen Sweep .....	76
Abbildung 44: Leverage Plot: Sweep .....	77
Abbildung 45: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitdistanz Variable.....	77

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

Abbildung 46: Leverage Plot: Variable .....	78
Abbildung 47: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspanne Position.....	79
Abbildung 48: Leverage Plot: Position.....	80
Abbildung 49: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspannen Geschlecht .....	80
Abbildung 50: Leverage Plot: Geschlecht .....	81
Abbildung 51: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 4.....	83
Abbildung 52: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D01 .....	87
Abbildung 53: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D06 .....	88
Abbildung 54: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D09 .....	89
Abbildung 55: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D10 .....	90
Abbildung 56: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D11 .....	91
Abbildung 57: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D12 .....	92
Abbildung 58: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D13 .....	93
Abbildung 59: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D14 .....	94
Abbildung 60: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D15 .....	95
Abbildung 61: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D16 .....	96
Abbildung 62: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D17 .....	97
Abbildung 63: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable D18 .....	98
Abbildung 64: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable Alpha 2.....	100
Abbildung 65: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable T04 .....	101
Abbildung 66: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable T05 .....	102
Abbildung 67: Oneway Analyse, Geschlecht, Variable T08 .....	103
Abbildung 68: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Distanzen .....	148
Abbildung 69: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Winkel .....	149
Abbildung 70: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Zeitspannen.....	151
Abbildung 71: Oneway Analyse, Position, Variable D01 [mm] .....	153
Abbildung 72: Oneway Analyse, Position, Variable D02 [mm] .....	154
Abbildung 73: Oneway Analyse, Position, Variable D03 [mm] .....	155
Abbildung 74: Oneway Analyse, Position, Variable D04 [mm] .....	156
Abbildung 75: Oneway Analyse, Position, Variable D05 [mm] .....	157
Abbildung 76: Oneway Analyse, Position, Variable D06 [mm] .....	158
Abbildung 77: Oneway Analyse, Position, Variable D07 [mm] .....	159
Abbildung 78: Oneway Analyse, Position, Variable D08 [mm] .....	160
Abbildung 79: Oneway Analyse, Position, Variable D09 [mm] .....	161
Abbildung 80: Oneway Analyse, Position, Variable D10 [mm] .....	162
Abbildung 81: Oneway Analyse, Position, Variable D11 [mm] .....	163
Abbildung 82: Oneway Analyse, Position, Variable D12 [mm] .....	164
Abbildung 83: Oneway Analyse, Position, Variable D13 [mm] .....	165
Abbildung 84: Oneway Analyse, Position, Variable D14 [mm] .....	166
Abbildung 85: Oneway Analyse, Position, Variable D15 [mm] .....	167
Abbildung 86: Oneway Analyse, Position, Variable D16 [mm] .....	168
Abbildung 87: Oneway Analyse, Position, Variable D17 [mm] .....	169
Abbildung 88: Oneway Analyse, Position, Variable D18 [mm] .....	170
Abbildung 89: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 1 [°] .....	171
Abbildung 90: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 2 [°] .....	172
Abbildung 91: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 3 [°] .....	173
Abbildung 92: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 7 [°] .....	174
Abbildung 93: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 8 [°] .....	175

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

Abbildung 94: Oneway Analyse, Position, Variable T01 [s].....	176
Abbildung 95: Oneway Analyse, Position, Variable T02 [s].....	177
Abbildung 96: Oneway Analyse, Position, Variable T03 [s].....	178
Abbildung 97: Oneway Analyse, Position, Variable T04 [s].....	179
Abbildung 98: Oneway Analyse, Position, Variable T05 [s].....	180
Abbildung 99: Oneway Analyse, Position, Variable T06 [s].....	181
Abbildung 100: Oneway Analyse, Position, Variable T07 [s].....	182
Abbildung 101: Oneway Analyse, Position, Variable T08 [s].....	183
Abbildung 102: Oneway Analyse, Position, Variable D01 [mm] .....	184
Abbildung 103: Oneway Analyse, Position, Variable D02 [mm] .....	185
Abbildung 104: Oneway Analyse, Position, Variable D03 [mm] .....	186
Abbildung 105: Oneway Analyse, Position, Variable D04 [mm] .....	187
Abbildung 106: Oneway Analyse, Position, Variable D05 [mm] .....	188
Abbildung 107: Oneway Analyse, Position, Variable D06 [mm] .....	189
Abbildung 108: Oneway Analyse, Position, Variable D07 [mm] .....	190
Abbildung 109: Oneway Analyse, Position, Variable D08 [mm] .....	191
Abbildung 110: Oneway Analyse, Position, Variable D09 [mm] .....	192
Abbildung 111: Oneway Analyse, Position, Variable D10 [mm] .....	193
Abbildung 112: Oneway Analyse, Position, Variable D11 [mm] .....	194
Abbildung 113: Oneway Analyse, Position, Variable D12 [mm] .....	195
Abbildung 114: Oneway Analyse, Position, Variable D13 [mm] .....	196
Abbildung 115: Oneway Analyse, Position, Variable D14 [mm] .....	197
Abbildung 116: Oneway Analyse, Position, Variable D15 [mm] .....	198
Abbildung 117: Oneway Analyse, Position, Variable D16 [mm] .....	199
Abbildung 118: Oneway Analyse, Position, Variable D17 [mm] .....	200
Abbildung 119: Oneway Analyse, Position, Variable D18 [mm] .....	201
Abbildung 120: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 1 [°] .....	202
Abbildung 121: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 2 [°] .....	203
Abbildung 122: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 3 [°] .....	204
Abbildung 123: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 4 [°] .....	205
Abbildung 124: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 7 [°] .....	206
Abbildung 125: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 8 [°] .....	207
Abbildung 126: Oneway Analyse, Position, Variable T01 [s].....	208
Abbildung 127: Oneway Analyse, Position, Variable T02 [s].....	209
Abbildung 128: Oneway Analyse, Position, Variable T03 [s].....	210
Abbildung 129: Oneway Analyse, Position, Variable T04 [s].....	211
Abbildung 130: Oneway Analyse, Position, Variable T05 [s].....	212
Abbildung 131: Oneway Analyse, Position, Variable T06 [s].....	213
Abbildung 132: Oneway Analyse, Position, Variable T07 [s].....	214
Abbildung 133: Oneway Analyse, Position, Variable T08 [s].....	215
Abbildung 134: Oneway Analyse, Position, Variable D02 [mm] .....	216
Abbildung 135: Oneway Analyse, Position, Variable D03 [mm] .....	217
Abbildung 136: Oneway Analyse, Position, Variable D04 [mm] .....	218
Abbildung 137: Oneway Analyse, Position, Variable D05 [mm] .....	219
Abbildung 138: Oneway Analyse, Position, Variable D07 [mm] .....	220
Abbildung 139: Oneway Analyse, Position, Variable D08 [mm] .....	221
Abbildung 140: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 1 [°] .....	222
Abbildung 141: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 3 [°] .....	223

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

Abbildung 142: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 4 [°] .....	224
Abbildung 143: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 7 [°] .....	225
Abbildung 144: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 8 [°] .....	226
Abbildung 145: Oneway Analyse, Position, Variable T01 [s] .....	227
Abbildung 146: Oneway Analyse, Position, Variable T02 [s] .....	228
Abbildung 147: Oneway Analyse, Position, Variable T03 [s] .....	229
Abbildung 148: Oneway Analyse, Position, Variable T06 [s] .....	230
Abbildung 149: Oneway Analyse, Position, Variable T07 [s] .....	231

**8. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Spulenbezeichnungsliste .....	10
Tabelle 2: Aufzeichnungsphasen .....	17
Tabelle 3: Auswertungsvariablen CVC .....	29
Tabelle 4: Messfehler Kategorie Distanzen .....	30
Tabelle 5: Messfehler Kategorie Winkel .....	30
Tabelle 6: Messfehler Kategorie Zeitdistanzen.....	31
Tabelle 7: $Q^*$ nach Variablen .....	35
Tabelle 8: $Q^*$ nach Sweep .....	35
Tabelle 9: Messfehler Distanzen .....	44
Tabelle 10: $Q^*$ nach Variable .....	44
Tabelle 11: $Q^*$ nach Sweep .....	44
Tabelle 12: Drop out Variablen Winkel .....	48
Tabelle 13: $Q^*$ nach Sweep .....	48
Tabelle 14: $Q^*$ nach Variable .....	48
Tabelle 15: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Distanzen .....	54
Tabelle 16: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Sweep .....	57
Tabelle 17: Kovarianzanalyse Distanzen, Einzelmodell Variable .....	59
Tabelle 18: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Distanzen Position.....	60
Tabelle 19: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Winkel.....	64
Tabelle 20: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Sweep .....	67
Tabelle 21: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Variable .....	68
Tabelle 22: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Position.....	70
Tabelle 23: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Winkel Geschlecht.....	71
Tabelle 24: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Zeitspannen.....	73
Tabelle 25: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspanne Sweep.....	76
Tabelle 26: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspanne Variable .....	78
Tabelle 27: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitdistanzen Position .....	79
Tabelle 28: Kovarianzanalyse Einzelmodell, Zeitspannen Geschlecht.....	81
Tabelle 29: Oneway Test, ChiSquare Approximation Distanzen .....	82
Tabelle 30: Oneway Test, ChiSquare Approximation Winkel .....	82
Tabelle 31: Oneway Test, ChiSquare Approximation Zeitspannen .....	84
Tabelle 32: Oneway Test, ChiSquare Approximation Distanzen .....	85
Tabelle 33: Oneway Test, ChiSquare Approximation Winkel .....	85
Tabelle 34: Oneway Test, ChiSquare Approximation Zeitspannen .....	86
Tabelle 35: Oneway Test, ChiSquare Approximation Distanzen .....	86
Tabelle 36: Oneway Test, ChiSquare Approximation Winkel .....	99
Tabelle 37: Oneway Test, ChiSquare Approximation Zeitspannen .....	100
Tabelle 38: Normwerte Distanzen .....	112
Tabelle 39: Normwerte Winkel .....	114
Tabelle 40: Normwerte Zeitspannen .....	118
Tabelle 41: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Distanzen .....	149
Tabelle 42: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Winkel.....	150

9. Anhang

9.1 Tabellen Messfehler

9.1.1 Messfehler Winkel

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=15 [°](***)<=30 [°](**)<=45 [°](*)
Mepape	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	113,65	5,113	10,021	14,164	***
Mepape	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	104,2	5,747	11,264	15,919	***
Mepape	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	108,97	10,117	19,829	28,023	**
Mepape	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	106,68	4,828	9,463	13,373	***
Mepepe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	111,6	6,721	13,173	18,616	***
Mepepe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	105,91	5,31	10,408	14,708	***
Mepepe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	108,53	6,986	13,693	19,351	***
Mepepe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	106,77	5,416	10,615	15,002	***
Mepipe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	113,44	4,903	9,61	13,58	***
Mepipe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	106,49	5,083	9,963	14,079	***
Mepipe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	108,73	7,381	14,467	20,444	***
Mepipe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	108,89	5,753	11,276	15,936	***
Mepope	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	117,89	6,535	12,809	18,102	***
Mepope	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	115,2	8,71	17,072	24,127	**
Mepope	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	115,32	8,992	17,624	24,908	**
Mepope	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	116,1	6,119	11,993	16,95	***
Mepupe	Alpha1 [°]	aufrecht	männlich	120,02	5,366	10,517	14,865	***
Mepupe	Alpha1 [°]	aufrecht	weiblich	116,97	7,785	15,259	21,565	**
Mepupe	Alpha1 [°]	entspannt	männlich	116,85	14,282	27,993	39,562	**
Mepupe	Alpha1 [°]	entspannt	weiblich	118,96	7,626	14,947	21,123	***
Mepape	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	294,12	2,484	4,869	6,881	***
Mepape	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	288,91	2,48	4,861	6,869	***
Mepape	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	289,76	9,834	19,275	27,241	**
Mepape	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	282,83	7,479	14,659	20,716	***
Mepepe	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	295,61	3,513	6,885	9,731	***
Mepepe	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	285,73	15,412	30,208	42,69	*
Mepepe	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	284,13	17,964	35,209	49,761	*
Mepepe	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	286,97	12,037	23,593	33,343	**
Mepipe	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	291,87	15,661	30,696	43,381	*
Mepipe	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	282,88	15,188	29,768	42,07	**
Mepipe	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	285,83	21,487	42,115	59,52	*
Mepipe	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	278,41	21,659	42,452	59,995	*
Mepope	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	281,96	28,853	56,552	79,923	
Mepope	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	245,32	27,098	53,112	75,063	
Mepope	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	267,01	29,806	58,42	82,564	
Mepope	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	256,91	28,21	55,292	78,143	
Mepupe	Alpha2 [°]	aufrecht	männlich	263,05	39,96	78,322	110,689	

## ANHANG

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=15 [°](****)/<=30 [°](**)/<=45 [°](*)
Mepupe	Alpha2 [°]	aufrecht	weiblich	241,08	34,663	67,939	96,017	
Mepupe	Alpha2 [°]	entspannt	männlich	237,19	33,98	66,601	94,123	
Mepupe	Alpha2 [°]	entspannt	weiblich	237,03	35,345	69,276	97,905	
Mepape	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	111,64	4,034	7,907	11,174	***
Mepape	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	107,81	2,392	4,688	6,624	***
Mepape	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	107,77	2,811	5,51	7,787	***
Mepape	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	107,12	4,492	8,804	12,442	***
Mepepe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	112,37	3,636	7,127	10,071	***
Mepepe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	106,99	4,706	9,224	13,036	***
Mepepe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	106,32	6,583	12,903	18,234	***
Mepepe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	108,05	3,613	7,081	10,008	***
Mepipe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	108,52	6,2	12,152	17,174	***
Mepipe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	107,09	3,698	7,248	10,244	***
Mepipe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	106,23	8,64	16,934	23,934	**
Mepipe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	105,73	5,963	11,687	16,518	***
Mepope	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	102,48	10,239	20,068	28,362	**
Mepope	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	90	13,309	26,086	36,866	**
Mepope	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	96,06	9,93	19,463	27,506	**
Mepope	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	90,8	13,615	26,685	37,713	**
Mepupe	Alpha3 [°]	aufrecht	männlich	93,68	17,149	33,612	47,503	*
Mepupe	Alpha3 [°]	aufrecht	weiblich	88,74	17,534	34,367	48,569	*
Mepupe	Alpha3 [°]	entspannt	männlich	90,66	18,332	35,931	50,779	*
Mepupe	Alpha3 [°]	entspannt	weiblich	89,01	19,743	38,696	54,688	*
Mepape	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	299,59	9,675	18,963	26,8	**
Mepape	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	296,9	4,822	9,451	13,358	***
Mepape	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	298,16	13,688	26,828	37,917	**
Mepape	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	297,37	5,195	10,182	14,389	***
Mepepe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	300,31	11,82	23,167	32,74	**
Mepepe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	296,74	4,37	8,565	12,105	***
Mepepe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	299,45	10,157	19,908	28,134	**
Mepepe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	293,2	16,247	31,844	45,003	*
Mepipe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	300,98	5,599	10,974	15,508	***
Mepipe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	296,8	3,981	7,803	11,027	***
Mepipe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	299,19	10,744	21,058	29,762	**
Mepipe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	296,28	10,575	20,727	29,294	**
Mepope	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	306,61	8,895	17,434	24,64	**
Mepope	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	310,26	7,455	14,612	20,65	***
Mepope	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	306,87	13,288	26,044	36,809	**
Mepope	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	306,44	13,207	25,886	36,584	**
Mepupe	Alpha4 [°]	aufrecht	männlich	309,77	13,171	25,815	36,482	**
Mepupe	Alpha4 [°]	aufrecht	weiblich	310,67	5,518	10,815	15,286	***
Mepupe	Alpha4 [°]	entspannt	männlich	311,24	7,768	15,225	21,516	**
Mepupe	Alpha4 [°]	entspannt	weiblich	311,37	5,406	10,596	14,976	***



## ANHANG

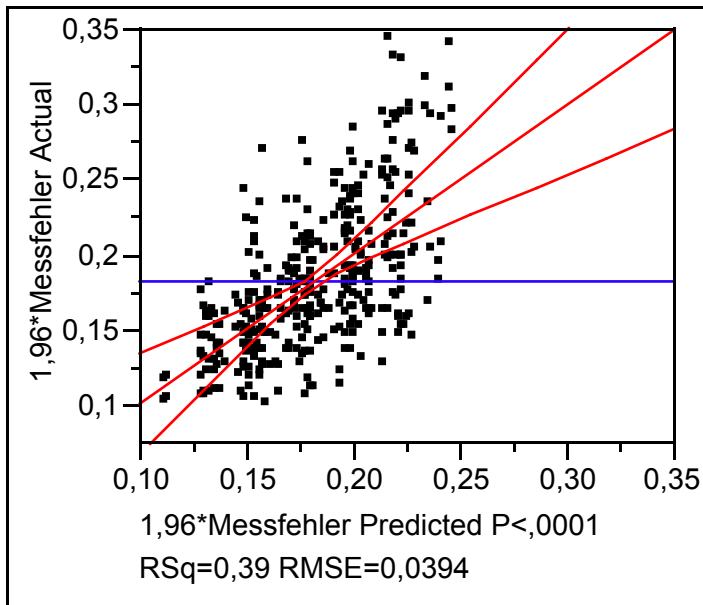
Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=15 [°](***)/<=30 [°](**)/<=45 [°](*)
Mepape	Alpha5 [°]	aufrecht	männlich	216,32	100,209	196,41	277,578	
Mepape	Alpha5 [°]	aufrecht	weiblich	267,3	105,824	207,415	293,132	
Mepape	Alpha5 [°]	entspannt	männlich	228,41	85,254	167,098	236,152	
Mepape	Alpha5 [°]	entspannt	weiblich	284,05	57,999	113,678	160,657	
Mepepe	Alpha5 [°]	aufrecht	männlich	219,34	97,363	190,831	269,695	
Mepepe	Alpha5 [°]	aufrecht	weiblich	300,94	66,386	130,117	183,888	
Mepepe	Alpha5 [°]	entspannt	männlich	227,4	91,869	180,063	254,476	
Mepepe	Alpha5 [°]	entspannt	weiblich	279,02	63,979	125,399	177,222	
Mepipe	Alpha5 [°]	aufrecht	männlich	212,64	95,619	187,413	264,866	
Mepipe	Alpha5 [°]	aufrecht	weiblich	289,04	65,124	127,643	180,392	
Mepipe	Alpha5 [°]	entspannt	männlich	222,2	87,818	172,123	243,255	
Mepipe	Alpha5 [°]	entspannt	weiblich	278,61	60,644	118,862	167,984	
Mepope	Alpha5 [°]	aufrecht	männlich	220,35	86,298	169,144	239,045	
Mepope	Alpha5 [°]	aufrecht	weiblich	290,7	74,727	146,465	206,994	
Mepope	Alpha5 [°]	entspannt	männlich	273,7	90,163	176,719	249,751	
Mepope	Alpha5 [°]	entspannt	weiblich	272,74	66,743	130,816	184,877	
Mepupe	Alpha5 [°]	aufrecht	männlich	246,62	100,94	197,842	279,603	
Mepupe	Alpha5 [°]	aufrecht	weiblich	299,25	55,157	108,108	152,786	
Mepupe	Alpha5 [°]	entspannt	männlich	262,71	78,757	154,364	218,157	
Mepupe	Alpha5 [°]	entspannt	weiblich	283,78	55,63	109,035	154,096	
Mepape	Alpha6 [°]	aufrecht	männlich	194,11	101,613	199,161	281,467	
Mepape	Alpha6 [°]	aufrecht	weiblich	166,2	94,579	185,375	261,983	
Mepape	Alpha6 [°]	entspannt	männlich	181,3	75,498	147,976	209,128	
Mepape	Alpha6 [°]	entspannt	weiblich	164,42	84,33	165,287	233,595	
Mepepe	Alpha6 [°]	aufrecht	männlich	177,47	106,39	208,524	294,699	
Mepepe	Alpha6 [°]	aufrecht	weiblich	180,76	81,633	160,001	226,124	
Mepepe	Alpha6 [°]	entspannt	männlich	174,82	106,683	209,099	295,512	
Mepepe	Alpha6 [°]	entspannt	weiblich	154,76	77,673	152,239	215,155	
Mepipe	Alpha6 [°]	aufrecht	männlich	184,34	99,797	195,602	276,437	
Mepipe	Alpha6 [°]	aufrecht	weiblich	175,39	85,639	167,852	237,221	
Mepipe	Alpha6 [°]	entspannt	männlich	172,45	102,73	201,351	284,563	
Mepipe	Alpha6 [°]	entspannt	weiblich	178,63	89,009	174,458	246,554	
Mepope	Alpha6 [°]	aufrecht	männlich	244,12	57,612	112,92	159,586	
Mepope	Alpha6 [°]	aufrecht	weiblich	239,54	55,72	109,211	154,344	
Mepope	Alpha6 [°]	entspannt	männlich	258,42	70,44	138,062	195,118	
Mepope	Alpha6 [°]	entspannt	weiblich	221,2	54,68	107,173	151,463	
Mepupe	Alpha6 [°]	aufrecht	männlich	219,7	66,974	131,269	185,519	
Mepupe	Alpha6 [°]	aufrecht	weiblich	225,94	64,549	126,516	178,8	
Mepupe	Alpha6 [°]	entspannt	männlich	219	88,096	172,668	244,025	
Mepupe	Alpha6 [°]	entspannt	weiblich	197,64	64,906	127,216	179,789	
Mepape	Alpha7 [°]	aufrecht	männlich	287,34	9,759	19,128	27,032	**
Mepape	Alpha7 [°]	aufrecht	weiblich	290,16	11,192	21,936	31,001	**
Mepape	Alpha7 [°]	entspannt	männlich	290,53	10,739	21,048	29,748	**

## ANHANG

Sweep	Variablen	Position	Geschlecht	Mean(Mean (Werte))	Messfehler	1,96*Messfehler	Messfehler*2,77	Messfehler*1,96 <=15 [°](***)/<=30 [°](**)/<=45 [°](*)
Mepape	Alpha7 [°]	entspannt	weiblich	275,44	22,367	43,839	61,956	*
Mepepe	Alpha7 [°]	aufrecht	männlich	278,81	67,515	132,329	187,017	
Mepepe	Alpha7 [°]	aufrecht	weiblich	286,83	29,754	58,318	82,417	
Mepepe	Alpha7 [°]	entspannt	männlich	271,46	34,723	68,057	96,182	
Mepepe	Alpha7 [°]	entspannt	weiblich	279,95	23,272	45,613	64,464	
Mepipe	Alpha7 [°]	aufrecht	männlich	215,11	77,582	152,061	214,901	
Mepipe	Alpha7 [°]	aufrecht	weiblich	250,33	65,517	128,413	181,483	
Mepipe	Alpha7 [°]	entspannt	männlich	218,68	82,089	160,894	227,386	
Mepipe	Alpha7 [°]	entspannt	weiblich	247,25	54,156	106,146	150,013	
Mepope	Alpha7 [°]	aufrecht	männlich	178,57	49,9	97,804	138,223	
Mepope	Alpha7 [°]	aufrecht	weiblich	196,96	55,782	109,333	154,515	
Mepope	Alpha7 [°]	entspannt	männlich	199	63,055	123,588	174,661	
Mepope	Alpha7 [°]	entspannt	weiblich	202,76	49,824	97,655	138,014	
Mepupe	Alpha7 [°]	aufrecht	männlich	152,39	31,134	61,023	86,242	
Mepupe	Alpha7 [°]	aufrecht	weiblich	164,26	43,867	85,979	121,512	
Mepupe	Alpha7 [°]	entspannt	männlich	155,99	43,852	85,95	121,47	
Mepupe	Alpha7 [°]	entspannt	weiblich	162,44	28,925	56,693	80,123	
Mepape	Alpha8 [°]	aufrecht	männlich	103,63	5,426	10,635	15,031	***
Mepape	Alpha8 [°]	aufrecht	weiblich	98	5,727	11,225	15,864	***
Mepape	Alpha8 [°]	entspannt	männlich	97,95	7,017	13,753	19,436	***
Mepape	Alpha8 [°]	entspannt	weiblich	116,89	6,455	12,652	17,879	***
Mepepe	Alpha8 [°]	aufrecht	männlich	90,88	15,2	29,792	42,105	**
Mepepe	Alpha8 [°]	aufrecht	weiblich	101,24	78,243	153,356	216,734	
Mepepe	Alpha8 [°]	entspannt	männlich	124,71	16,084	31,525	44,552	*
Mepepe	Alpha8 [°]	entspannt	weiblich	91,89	78,209	153,29	216,638	
Mepipe	Alpha8 [°]	aufrecht	männlich	141,58	115,249	225,888	319,239	
Mepipe	Alpha8 [°]	aufrecht	weiblich	192,72	122,411	239,926	339,079	
Mepipe	Alpha8 [°]	entspannt	männlich	167,24	117,748	230,786	326,163	
Mepipe	Alpha8 [°]	entspannt	weiblich	187,25	113,36	222,186	314,007	
Mepope	Alpha8 [°]	aufrecht	männlich	242,35	106,327	208,401	294,527	
Mepope	Alpha8 [°]	aufrecht	weiblich	251,01	97,36	190,826	269,688	
Mepope	Alpha8 [°]	entspannt	männlich	277,5	109,953	215,508	304,57	
Mepope	Alpha8 [°]	entspannt	weiblich	258,87	80,696	158,164	223,528	
Mepupe	Alpha8 [°]	aufrecht	männlich	315,88	36,719	71,969	101,711	
Mepupe	Alpha8 [°]	aufrecht	weiblich	312,54	53,5	104,86	148,196	
Mepupe	Alpha8 [°]	entspannt	männlich	301,42	66,082	129,521	183,047	
Mepupe	Alpha8 [°]	entspannt	weiblich	299,22	82,233	161,177	227,785	

**9.1.2 Messfehler Distanzen, Kovarianzanalyse**

Gesamtmodell mit Einfluss von Sweep, Variable, Position (analog zu VCV)



**Abbildung 68: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Distanzen**

**Summary of Fit**

<b>RSquare</b>	<b>0,387831</b>
RSquare Adj	0,347867
Root Mean Square Error	0,039383
Mean of Response	0,183122
Observations (or Sum Wgts)	360

**Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	22	0,33114042	0,015052	9,7046
Error	337	0,52268621	0,001551	Prob > F
C. Total	359	0,85382662		<,0001

**Lack Of Fit**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack Of Fit	157	0,24078921	0,001534	0,9793
Pure Error	180	0,28189700	0,001566	Prob > F
Total Error	337	0,52268621		0,5524
				Max RSq
				0,6698

**Effect Tests**

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,04676182</b>	<b>7,5374</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0,24996082</b>	<b>9,4801</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Position</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,03441778</b>	<b>22,1907</b>	<b>&lt;,0001</b>

**Expanded Estimates**

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1831222	0,002076	88,22	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>0,0140861</b>	<b>0,004151</b>	<b>3,39</b>	<b>0,0008</b>
<b>Sweep[Mepepe]</b>	<b>-0,013692</b>	<b>0,004151</b>	<b>-3,30</b>	<b>0,0011</b>
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>-0,012956</b>	<b>0,004151</b>	<b>-3,12</b>	<b>0,0020</b>
Sweep[Mepope]	0,0033778	0,004151	0,81	0,4164
<b>Sweep[Mepupe]</b>	<b>0,0091833</b>	<b>0,004151</b>	<b>2,21</b>	<b>0,0276</b>
<b>Variablen[D01 [mm]]</b>	<b>0,0175278</b>	<b>0,008558</b>	<b>2,05</b>	<b>0,0413</b>
<b>Variablen[D02 [mm]]</b>	<b>0,0390778</b>	<b>0,008558</b>	<b>4,57</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D03 [mm]]	0,0123778	0,008558	1,45	0,1490
<b>Variablen[D04 [mm]]</b>	<b>0,0190778</b>	<b>0,008558</b>	<b>2,23</b>	<b>0,0265</b>
<b>Variablen[D05 [mm]]</b>	<b>0,0206778</b>	<b>0,008558</b>	<b>2,42</b>	<b>0,0162</b>
<b>Variablen[D06 [mm]]</b>	<b>-0,030872</b>	<b>0,008558</b>	<b>-3,61</b>	<b>0,0004</b>
<b>Variablen[D07 [mm]]</b>	<b>0,0268278</b>	<b>0,008558</b>	<b>3,13</b>	<b>0,0019</b>
<b>Variablen[D08 [mm]]</b>	<b>0,0204278</b>	<b>0,008558</b>	<b>2,39</b>	<b>0,0175</b>
<b>Variablen[D09 [mm]]</b>	<b>-0,027472</b>	<b>0,008558</b>	<b>-3,21</b>	<b>0,0015</b>
<b>Variablen[D10 [mm]]</b>	<b>0,0203778</b>	<b>0,008558</b>	<b>2,38</b>	<b>0,0178</b>
<b>Variablen[D11 [mm]]</b>	<b>-0,025172</b>	<b>0,008558</b>	<b>-2,94</b>	<b>0,0035</b>
Variablen[D12 [mm]]	-0,002072	0,008558	-0,24	0,8088
<b>Variablen[D13 [mm]]</b>	<b>-0,022322</b>	<b>0,008558</b>	<b>-2,61</b>	<b>0,0095</b>
<b>Variablen[D14 [mm]]</b>	<b>0,0403778</b>	<b>0,008558</b>	<b>4,72</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[D15 [mm]]</b>	<b>-0,029222</b>	<b>0,008558</b>	<b>-3,41</b>	<b>0,0007</b>
<b>Variablen[D16 [mm]]</b>	<b>-0,022522</b>	<b>0,008558</b>	<b>-2,63</b>	<b>0,0089</b>
<b>Variablen[D17 [mm]]</b>	<b>-0,047272</b>	<b>0,008558</b>	<b>-5,52</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[D18 [mm]]	-0,009822	0,008558	-1,15	0,2519
<b>Position[aufrecht]</b>	<b>-0,009778</b>	<b>0,002076</b>	<b>-4,71</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Position[entspannt]</b>	<b>0,0097778</b>	<b>0,002076</b>	<b>4,71</b>	<b>&lt;,0001</b>

Tabelle 41: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Distanzen

**9.1.3 Messfehler Winkel, Kovarianzanalyse**

Gesamtmodell mit Einfluss von Sweep, Variable, Position (analog zu VCV)

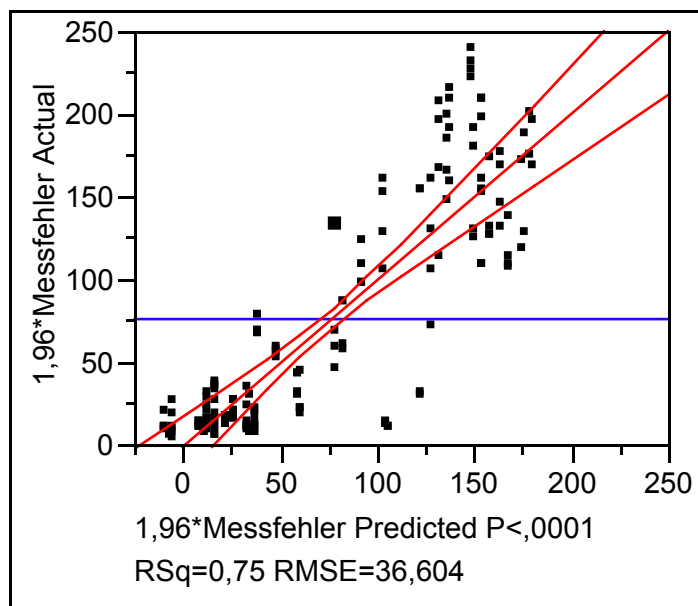


Abbildung 69: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Winkel

**Summary of Fit**

<b>RSquare</b>	<b>0,752164</b>
RSquare Adj	0,731932
Root Mean Square Error	36,60398
Mean of Response	76,98076
Observations (or Sum Wgts)	160

**Analysis of Variance**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	12	597753,28	49812,8	37,1778
Error	147	196958,11	1339,9	Prob > F
C. Total	159	794711,39		<,0001

**Lack Of Fit**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack Of Fit	67	151846,21	2266,36	4,0191
Pure Error	80	45111,90	563,90	Prob > F
Total Error	147	196958,11		<,0001
				Max RSq
				0,9432

**Effect Tests**

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>33726,26</b>	<b>6,2929</b>	<b>0,0001</b>
<b>Variablen</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>564026,13</b>	<b>60,1374</b>	<b>&lt;,0001</b>
Position	1	1	0,88	0,0007	0,9795

**Expanded Estimates**

Nominal factors expanded to all levels

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	76,980762	2,893798	26,60	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>-23,13108</b>	<b>5,787597</b>	<b>-4,00</b>	<b>0,0001</b>
Sweep[Mepepe]	-5,350888	5,787597	-0,92	0,3567
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>20,223425</b>	<b>5,787597</b>	<b>3,49</b>	<b>0,0006</b>
Sweep[Mepope]	8,9861437	5,787597	1,55	0,1227
Sweep[Mepupe]	-0,727606	5,787597	-0,13	0,9001
<b>Variablen[Alpha1 [°]]</b>	<b>-63,38096</b>	<b>7,656271</b>	<b>-8,28</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha2 [°]]</b>	<b>-37,47556</b>	<b>7,656271</b>	<b>-4,89</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha3 [°]]</b>	<b>-59,67211</b>	<b>7,656271</b>	<b>-7,79</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha4 [°]]</b>	<b>-59,18591</b>	<b>7,656271</b>	<b>-7,73</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha5 [°]]</b>	<b>78,496487</b>	<b>7,656271</b>	<b>10,25</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[Alpha6 [°]]</b>	<b>82,617238</b>	<b>7,656271</b>	<b>10,79</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[Alpha7 [°]]	6,8095875	7,656271	0,89	0,3752
<b>Variablen[Alpha8 [°]]</b>	<b>51,791238</b>	<b>7,656271</b>	<b>6,76</b>	<b>&lt;,0001</b>
Position[aufrecht]	0,074325	2,893798	0,03	0,9795
Position[entspannt]	-0,074325	2,893798	-0,03	0,9795

**Tabelle 42: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Winkel**

9.1.4 Messfehler Zeitspannen, Kovarianzanalyse

Gesamtmodell mit Einfluss von Sweep, Variable, Position (analog zu VCV)

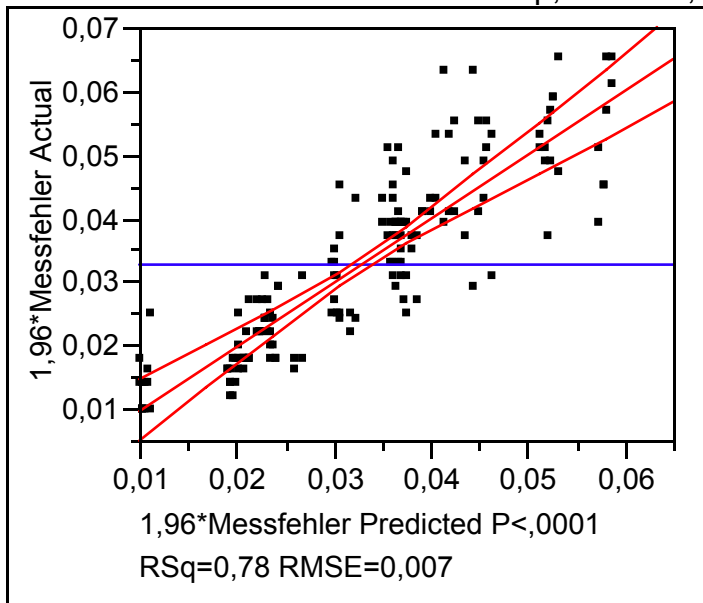


Abbildung 70: Kovarianzanalyse Gesamtmodell, Zeitspannen

Summary of Fit

<b>RSquare</b>	<b>0,779398</b>
RSquare Adj	0,761389
Root Mean Square Error	0,006953
Mean of Response	0,032687
Observations (or Sum Wgts)	160

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	12	0,02510625	0,002092	43,2798
Error	147	0,00710613	0,000048	Prob > F
C. Total	159	0,03221238		<,0001

Lack Of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack Of Fit	67	0,00315413	0,000047	0,9530
Pure Error	80	0,00395200	0,000049	Prob > F
Total Error	147	0,00710613		0,5785
				Max RSq
				0,8773

Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
<b>Sweep</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,01380625</b>	<b>71,4003</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>0,01128437</b>	<b>33,3476</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Position</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,00001563</b>	<b>0,3232</b>	<b>0,5705</b>

**Expanded Estimates**

Nominal factors expanded to all levels

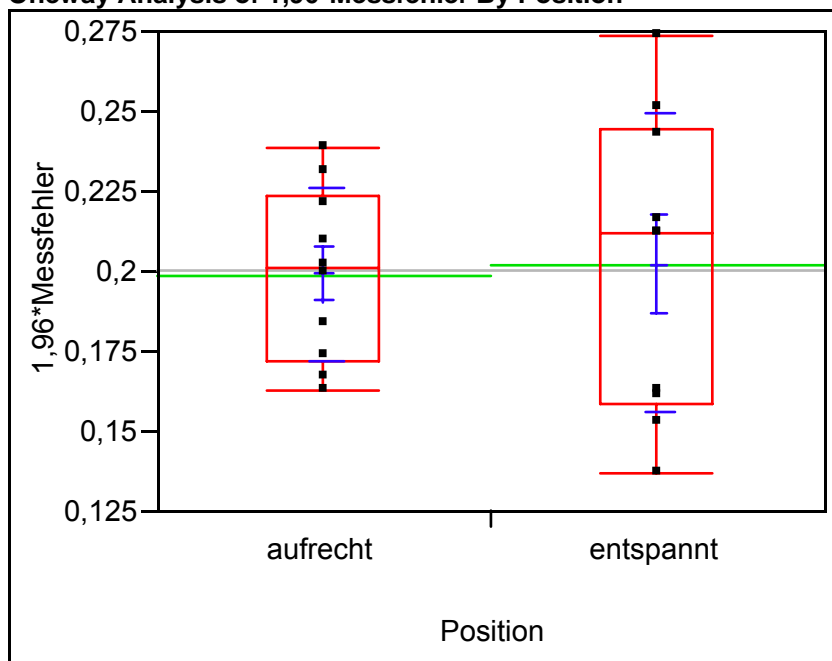
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,0326875	0,00055	59,47	<,0001
<b>Sweep[Mepape]</b>	<b>-0,007719</b>	<b>0,001099</b>	<b>-7,02</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepepe]</b>	<b>-0,007344</b>	<b>0,001099</b>	<b>-6,68</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepipe]</b>	<b>-0,007281</b>	<b>0,001099</b>	<b>-6,62</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepope]</b>	<b>0,0084062</b>	<b>0,001099</b>	<b>7,65</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Sweep[Mepupe]</b>	<b>0,0139375</b>	<b>0,001099</b>	<b>12,68</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[T1 [s]]</b>	<b>-0,014587</b>	<b>0,001454</b>	<b>-10,03</b>	<b>&lt;,0001</b>
<b>Variablen[T2 [s]]</b>	<b>-0,004238</b>	<b>0,001454</b>	<b>-2,91</b>	<b>0,0041</b>
<b>Variablen[T3 [s]]</b>	<b>-0,005537</b>	<b>0,001454</b>	<b>-3,81</b>	<b>0,0002</b>
<b>Variablen[T4 [s]]</b>	<b>0,0051625</b>	<b>0,001454</b>	<b>3,55</b>	<b>0,0005</b>
<b>Variablen[T5 [s]]</b>	<b>0,0111125</b>	<b>0,001454</b>	<b>7,64</b>	<b>&lt;,0001</b>
Variablen[T6 [s]]	-0,002537	0,001454	-1,74	0,0831
Variablen[T7 [s]]	-0,001387	0,001454	-0,95	0,3416
<b>Variablen[T8 [s]]</b>	<b>0,0120125</b>	<b>0,001454</b>	<b>8,26</b>	<b>&lt;,0001</b>
Position[aufrecht]	-0,000313	0,00055	-0,57	0,5705
Position[entspannt]	0,0003125	0,00055	0,57	0,5705

## 9.2 Tabellen Oneway Analyse/Messfehler

### 9.2.1 Einfluss Position/Distanzen

#### Variable D01 [mm]

##### Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position



#### Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,163	0,1634	0,17225	0,201	0,2235	0,2382	0,239
entspannt	0,137	0,1386	0,159	0,212	0,245	0,2717	0,274

#### Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,199100	0,026685	0,00844	0,18001	0,21819
entspannt	10	0,202200	0,046535	0,01472	0,16891	0,23549

#### Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	103,5	10,3500	-0,076
entspannt	10	106,5	10,6500	0,076

#### 2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
106,5	0,07565	0,9397

#### 1-way Test, ChiSquare Approximation

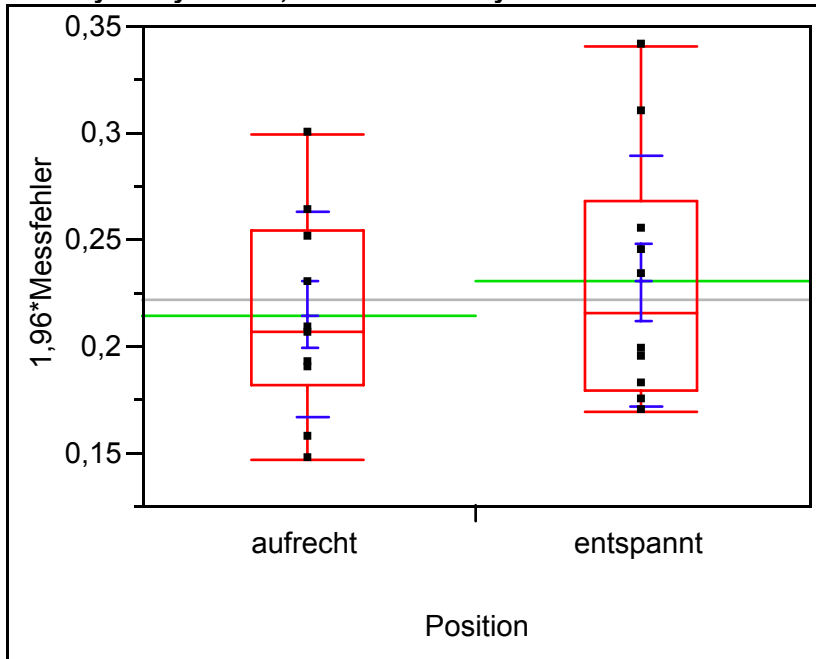
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0129	1	0,9097

Abbildung 71: Oneway Analyse, Position, Variable D01 [mm]



**Variable D02 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,147	0,148	0,18175	0,207	0,254	0,2963	0,3
entspannt	0,169	0,1695	0,18	0,2155	0,26875	0,3379	0,341

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,214300	0,047479	0,01501	0,18034	0,24826
entspannt	10	0,230100	0,058747	0,01858	0,18807	0,27213

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	99	9,9000	-0,416
entspannt	10	111	11,1000	0,416

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
111	0,41576	0,6776

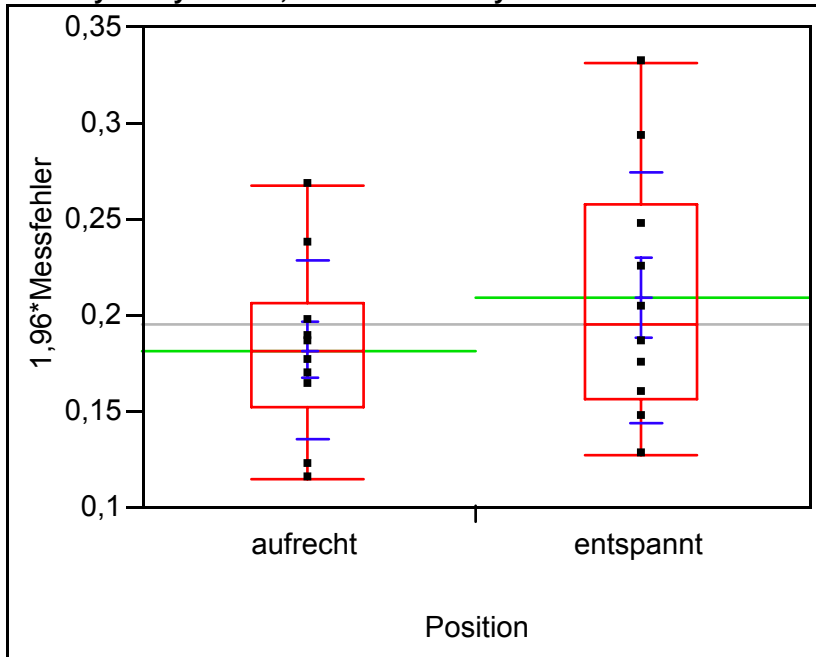
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,2057	1	0,6501

**Abbildung 72: Oneway Analyse, Position, Variable D02 [mm]**

**Variable D03 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,114	0,1148	0,15275	0,181	0,20625	0,264	0,267
entspannt	0,127	0,129	0,156	0,195	0,25825	0,3271	0,331

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,181800	0,046293	0,01464	0,14868	0,21492
entspannt	10	0,209200	0,065251	0,02063	0,16252	0,25588

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	94,5	9,4500	-0,756
entspannt	10	115,5	11,5500	0,756

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
115,5	0,75621	0,4495

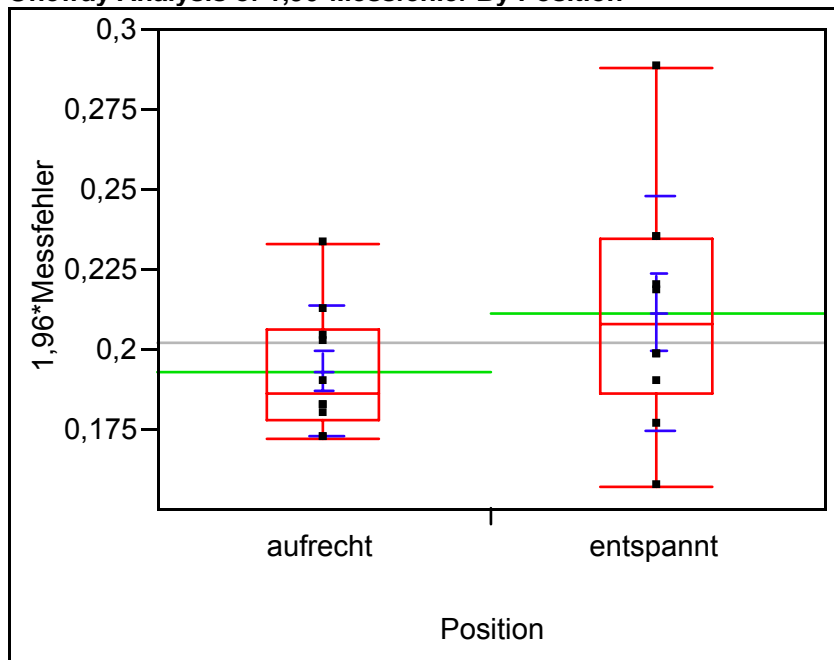
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6305	1	0,4272

**Abbildung 73: Oneway Analyse, Position, Variable D03 [mm]**

**Variable D04 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,172	0,172	0,178	0,186	0,206	0,2309	0,233
entspannt	0,157	0,1589	0,1865	0,208	0,235	0,2827	0,288

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,192900	0,019621	0,00620	0,17886	0,20694
entspannt	10	0,211500	0,036710	0,01161	0,18524	0,23776

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	87,5	8,7500	-1,288
entspannt	10	122,5	12,2500	1,288

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
122,5	1,28750	0,1979

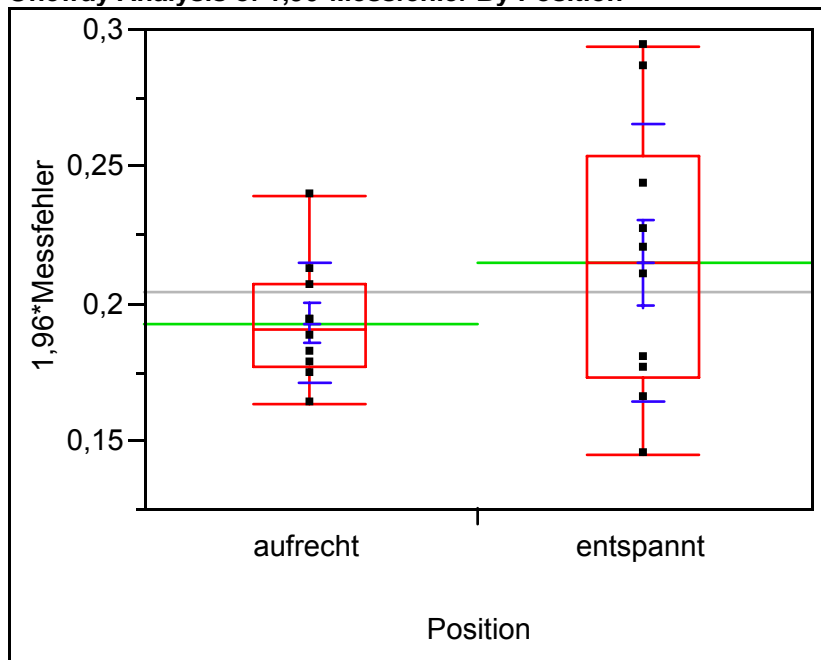
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
1,7566	1	0,1850

**Abbildung 74: Oneway Analyse, Position, Variable D04 [mm]**

**Variable D05 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,163	0,1641	0,177	0,191	0,2075	0,2363	0,239
entspannt	0,145	0,147	0,17325	0,215	0,25375	0,2932	0,294

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,193000	0,021807	0,00690	0,17740	0,20860
entspannt	10	0,214600	0,049894	0,01578	0,17891	0,25029

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	93	9,3000	-0,870
entspannt	10	117	11,7000	0,870

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
117	0,86965	0,3845

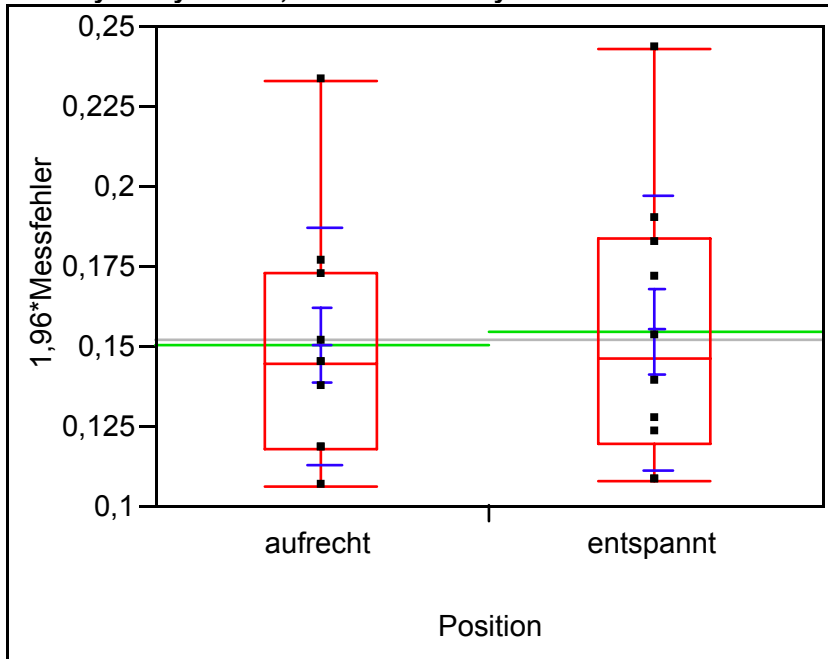
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,8235	1	0,3642

**Abbildung 75: Oneway Analyse, Position, Variable D05 [mm]**

**Variable D06 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,106	0,1072	0,118	0,145	0,173	0,2273	0,233
entspannt	0,108	0,108	0,11925	0,146	0,184	0,2377	0,243

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,150100	0,036898	0,01167	0,12371	0,17649
entspannt	10	0,154400	0,042735	0,01351	0,12383	0,18497

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	101	10,1000	-0,265
entspannt	10	109	10,9000	0,265

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
109	0,26487	0,7911

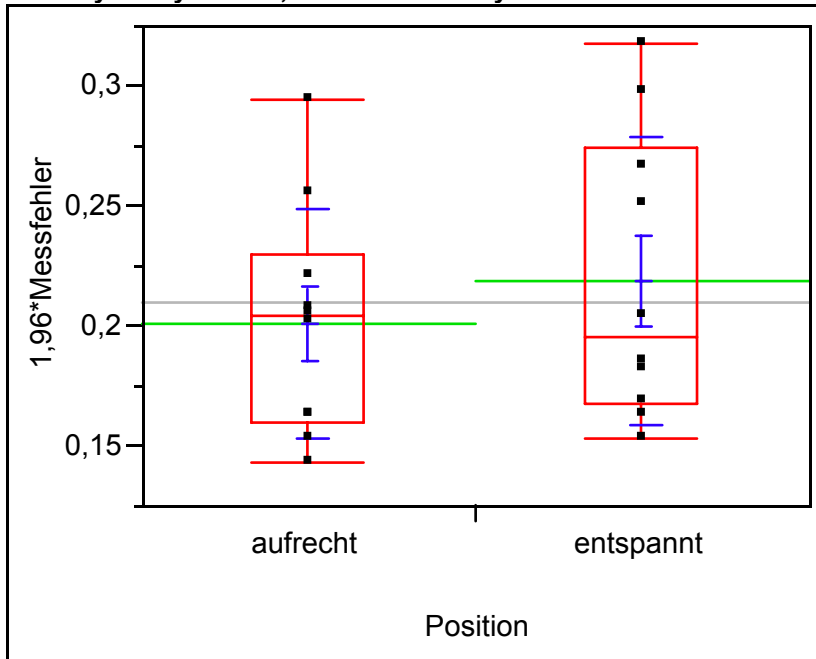
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0916	1	0,7621

**Abbildung 76: Oneway Analyse, Position, Variable D06 [mm]**

**Variable D07 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,143	0,144	0,1605	0,204	0,2295	0,2901	0,294
entspannt	0,153	0,154	0,1675	0,195	0,27475	0,316	0,318

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,200800	0,047837	0,01513	0,16658	0,23502
entspannt	10	0,219100	0,059670	0,01887	0,17641	0,26179

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	96,5	9,6500	-0,606
entspannt	10	113,5	11,3500	0,606

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
113,5	0,60588	0,5446

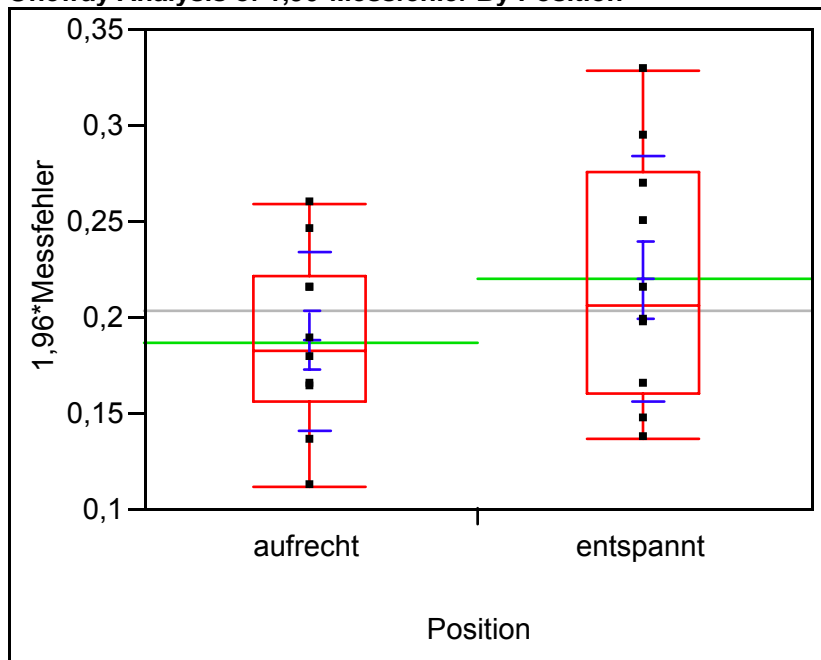
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,4144	1	0,5197

**Abbildung 77: Oneway Analyse, Position, Variable D07 [mm]**

**Variable D08 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,112	0,1143	0,156	0,183	0,22175	0,2576	0,259
entspannt	0,137	0,138	0,1605	0,206	0,27525	0,3255	0,329

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,187300	0,046519	0,01471	0,15402	0,22058
entspannt	10	0,219800	0,064064	0,02026	0,17397	0,26563

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	89,5	8,9500	-1,136
entspannt	10	120,5	12,0500	1,136

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
120,5	1,13603	0,2559

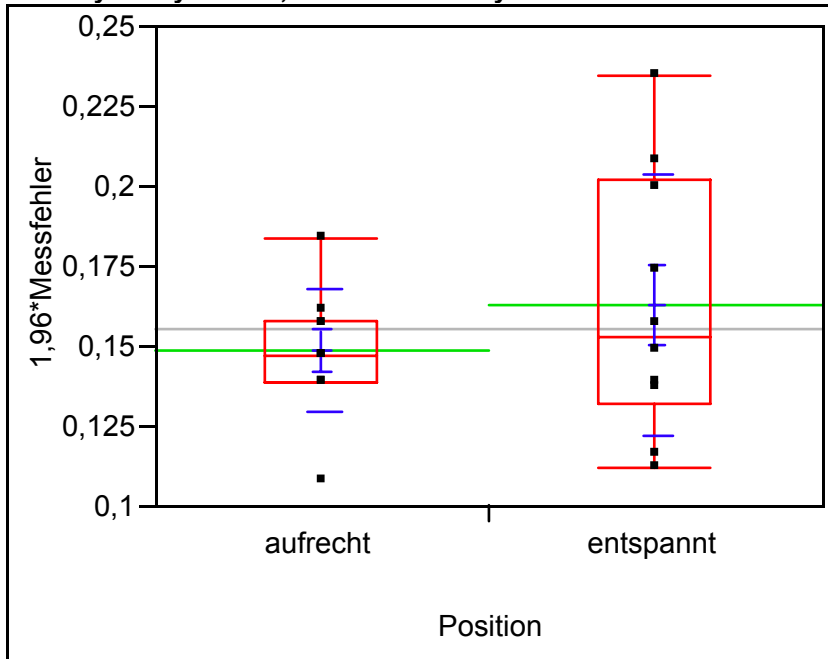
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
1,3780	1	0,2404

**Abbildung 78: Oneway Analyse, Position, Variable D08 [mm]**

**Variable D09 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,108	0,1111	0,139	0,147	0,158	0,1817	0,184
entspannt	0,112	0,1124	0,13175	0,153	0,202	0,2323	0,235

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,148600	0,019403	0,00614	0,13472	0,16248
entspannt	10	0,162700	0,040814	0,01291	0,13350	0,19190

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	98	9,8000	-0,494
entspannt	10	112	11,2000	0,494

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
112	0,49359	0,6216

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

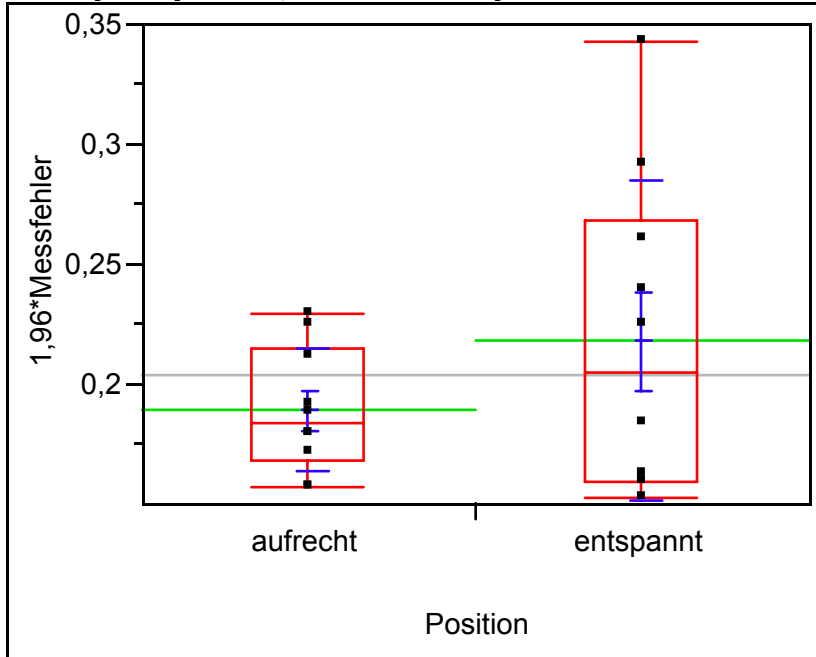
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,2825	1	0,5950

**Abbildung 79: Oneway Analyse, Position, Variable D09 [mm]**



**Variable D10 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,157	0,157	0,16825	0,184	0,21525	0,2286	0,229
entspannt	0,153	0,1536	0,159	0,2045	0,26875	0,3379	0,343

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,189200	0,025677	0,00812	0,17083	0,20757
entspannt	10	0,217800	0,065665	0,02077	0,17083	0,26477

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	95,5	9,5500	-0,681
entspannt	10	114,5	11,4500	0,681

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
114,5	0,68136	0,4956

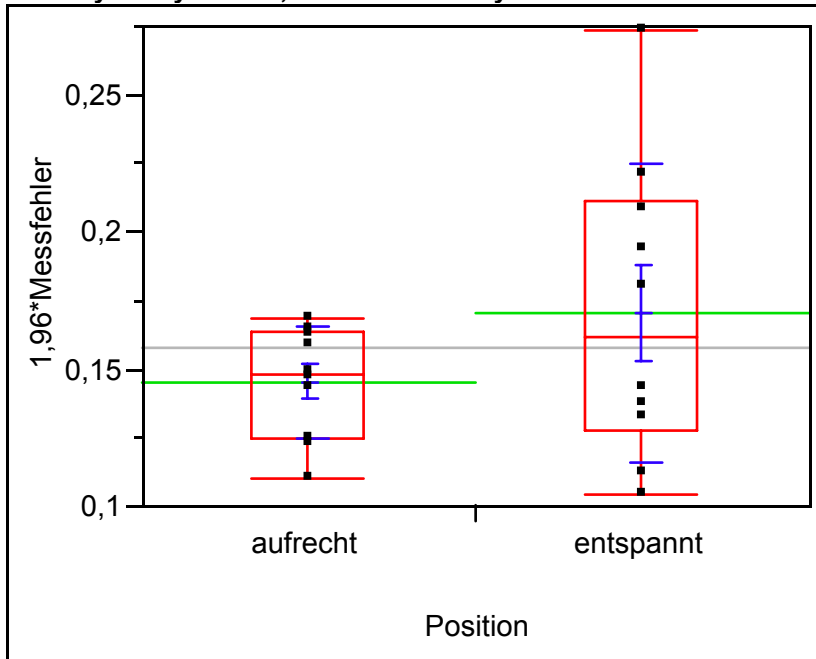
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,5173	1	0,4720

**Abbildung 80: Oneway Analyse, Position, Variable D10 [mm]**

**Variable D11 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,11	0,1113	0,1245	0,148	0,1635	0,1686	0,169
entspannt	0,104	0,1048	0,12775	0,1615	0,21125	0,2687	0,274

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,145300	0,020078	0,00635	0,13094	0,15966
entspannt	10	0,170600	0,054202	0,01714	0,13183	0,20937

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	94,5	9,4500	-0,756
entspannt	10	115,5	11,5500	0,756

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
115,5	0,75621	0,4495

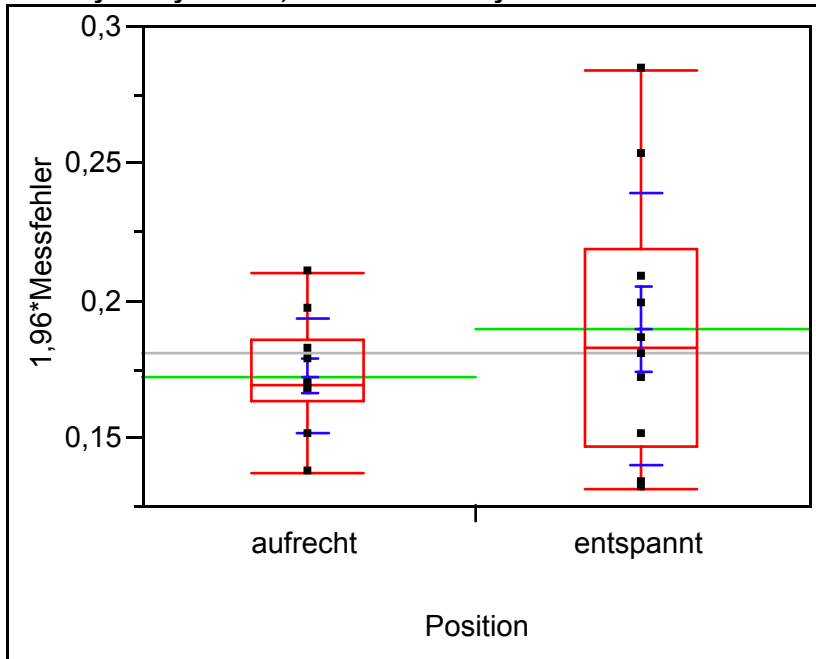
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6305	1	0,4272

**Abbildung 81: Oneway Analyse, Position, Variable D11 [mm]**

**Variable D12 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,137	0,1384	0,163	0,169	0,1855	0,2086	0,21
entspannt	0,131	0,1312	0,1465	0,183	0,21925	0,2809	0,284

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,172600	0,020780	0,00657	0,15773	0,18747
entspannt	10	0,189500	0,049350	0,01561	0,15420	0,22480

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	94,5	9,4500	-0,757
entspannt	10	115,5	11,5500	0,757

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
115,5	0,75678	0,4492

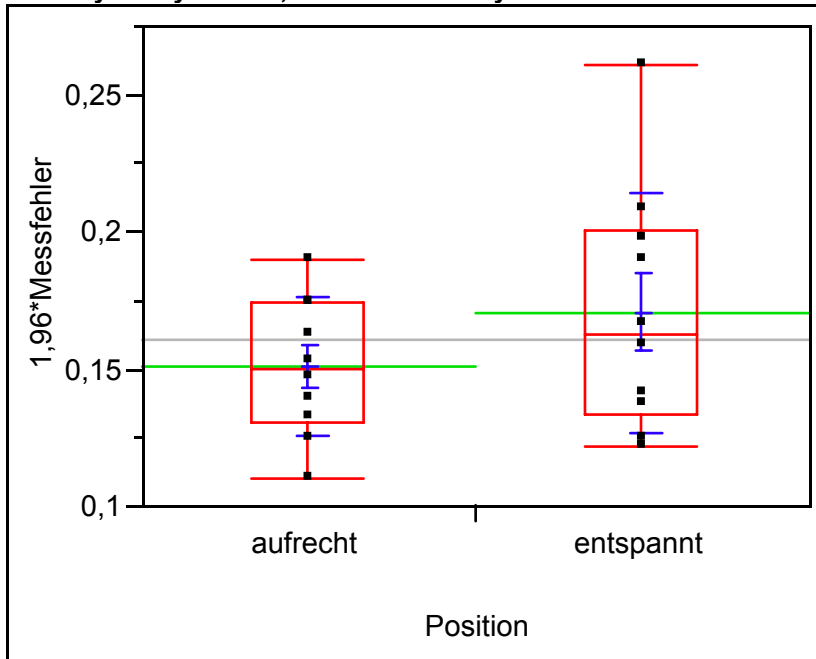
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6314	1	0,4268

**Abbildung 82: Oneway Analyse, Position, Variable D12 [mm]**

**Variable D13 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,11	0,1115	0,131	0,15	0,174	0,1884	0,19
entspannt	0,122	0,1223	0,134	0,163	0,2005	0,2557	0,261

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,150800	0,024872	0,00787	0,13301	0,16859
entspannt	10	0,170800	0,043833	0,01386	0,13944	0,20216

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	93	9,3000	-0,870
entspannt	10	117	11,7000	0,870

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
117	0,87030	0,3841

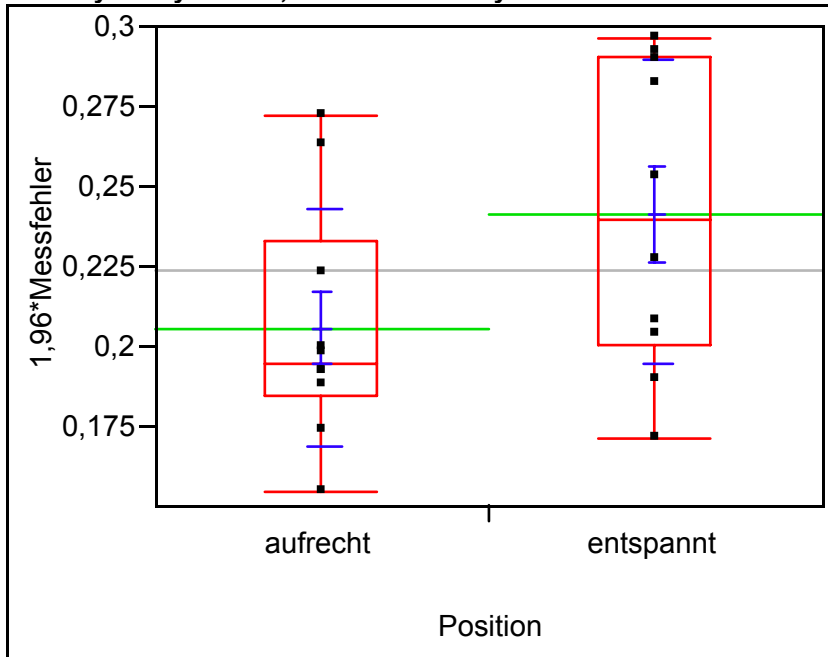
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,8247	1	0,3638

**Abbildung 83: Oneway Analyse, Position, Variable D13 [mm]**

**Variable D14 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,155	0,1569	0,1845	0,195	0,233	0,2711	0,272
entspannt	0,171	0,1729	0,2005	0,24	0,2905	0,2956	0,296

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,205700	0,037020	0,01171	0,17922	0,23218
entspannt	10	0,241300	0,047148	0,01491	0,20757	0,27503

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	81	8,1000	-1,777
entspannt	10	129	12,9000	1,777

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
129	1,77710	0,0756

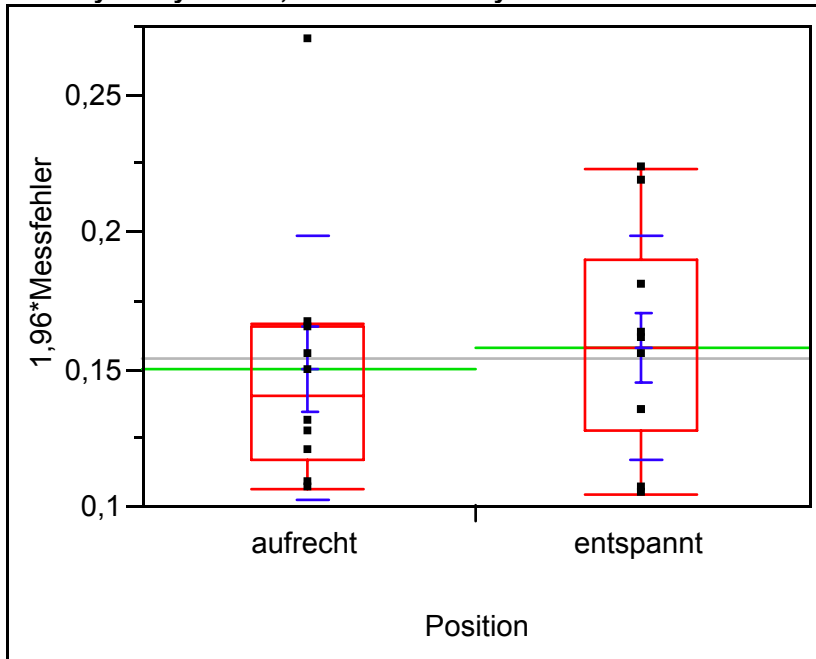
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
3,2939	1	0,0695

**Abbildung 84: Oneway Analyse, Position, Variable D14 [mm]**

**Variable D15 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,106	0,1062	0,117	0,14	0,1655	0,2597	0,27
entspannt	0,104	0,1042	0,12775	0,158	0,1895	0,2225	0,223

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,149800	0,047644	0,01507	0,11572	0,18388
entspannt	10	0,158000	0,040866	0,01292	0,12877	0,18723

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	97	9,7000	-0,568
entspannt	10	113	11,3000	0,568

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
113	0,56759	0,5703

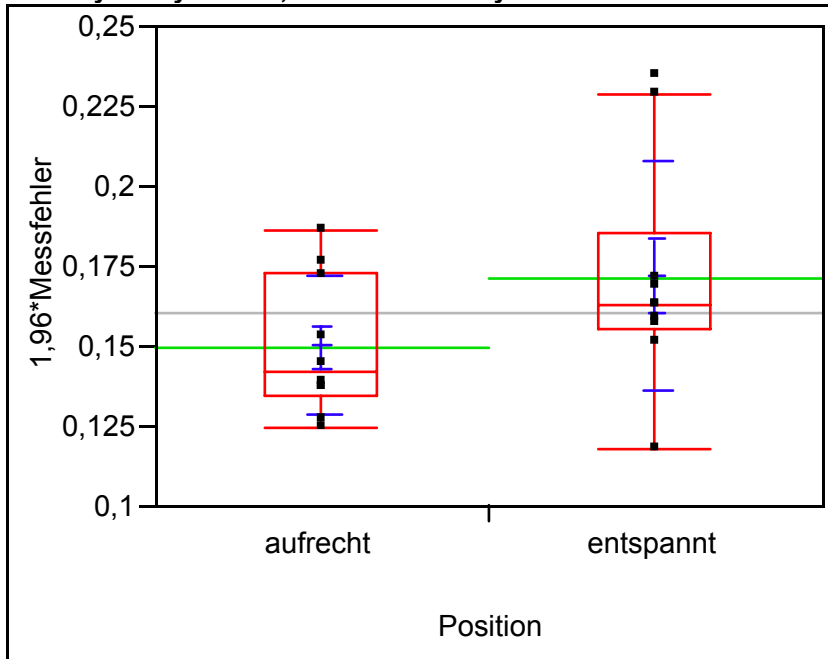
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,3665	1	0,5449

**Abbildung 85: Oneway Analyse, Position, Variable D15 [mm]**

**Variable D16 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,125	0,1252	0,1345	0,142	0,173	0,185	0,186
entspannt	0,118	0,1213	0,1555	0,163	0,1855	0,2344	0,235

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,149700	0,021349	0,00675	0,13443	0,16497
entspannt	10	0,171500	0,035180	0,01112	0,14633	0,19667

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	87	8,7000	-1,324
entspannt	10	123	12,3000	1,324

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
123	1,32387	0,1855

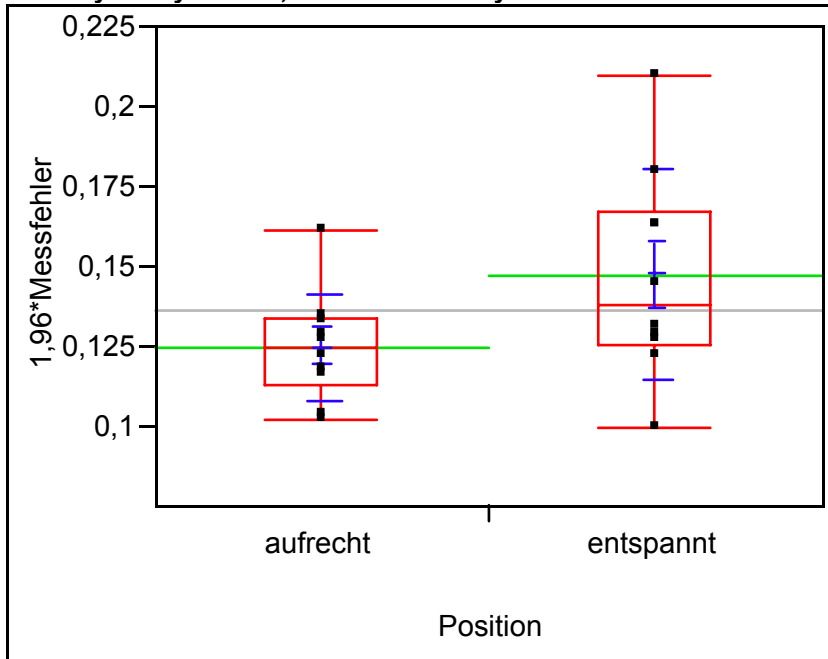
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
1,8542	1	0,1733

**Abbildung 86: Oneway Analyse, Position, Variable D16 [mm]**

**Variable D17 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,102	0,1022	0,113	0,1245	0,1335	0,1584	0,161
entspannt	0,1	0,1022	0,12575	0,138	0,16725	0,207	0,21

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,124700	0,016958	0,00536	0,11257	0,13683
entspannt	10	0,147000	0,032297	0,01021	0,12390	0,17010

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	82,5	8,2500	-1,666
entspannt	10	127,5	12,7500	1,666

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
127,5	1,66555	0,0958

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

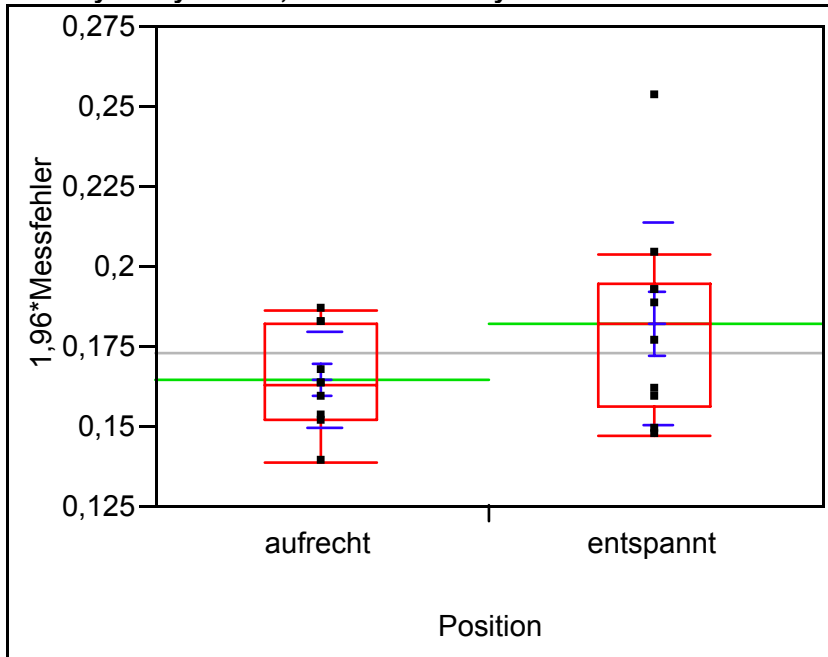
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
2,9016	1	0,0885

**Abbildung 87: Oneway Analyse, Position, Variable D17 [mm]**



**Variable D18 [mm]**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,139	0,1402	0,1525	0,163	0,182	0,1856	0,186
entspannt	0,147	0,1472	0,1565	0,182	0,195	0,2481	0,253

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,164500	0,015204	0,00481	0,15362	0,17538
entspannt	10	0,182100	0,031765	0,01004	0,15938	0,20482

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	88,5	8,8500	-1,211
entspannt	10	121,5	12,1500	1,211

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
121,5	1,21131	0,2258

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

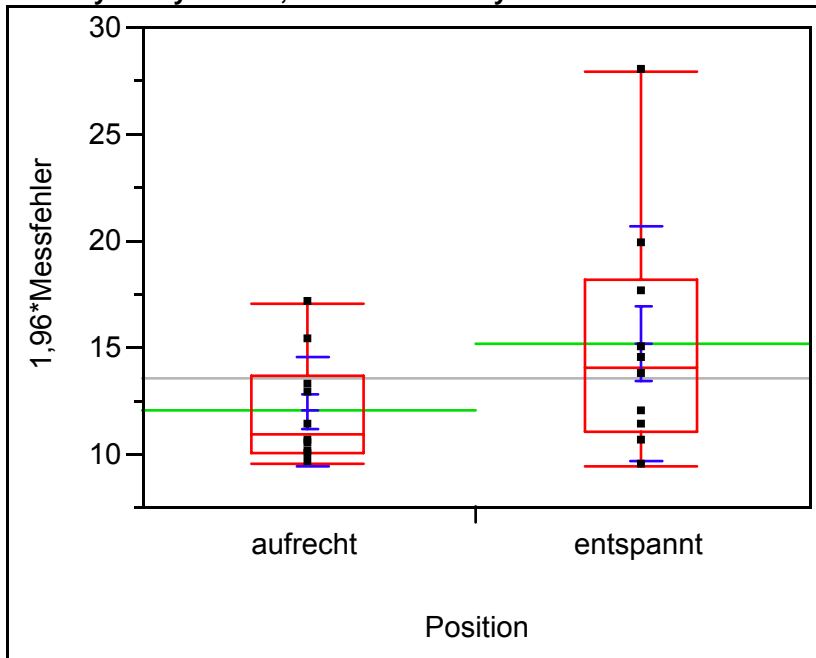
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
1,5604	1	0,2116

**Abbildung 88: Oneway Analyse, Position, Variable D18 [mm]**

9.2.2 Einfluss Position/Winkel

Variable Alpha 1

Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position



Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	9,61	9,6453	10,0065	10,8905	13,6945	16,8907	17,072
entspannt	9,463	9,5782	11,11075	14,08	18,17525	27,1766	27,993

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	12,0096	2,52607	0,7988	10,203	13,817
entspannt	10	15,1900	5,51214	1,7431	11,247	19,133

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	84	8,4000	-1,550
entspannt	10	126	12,6000	1,550

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
126	1,54965	0,1212

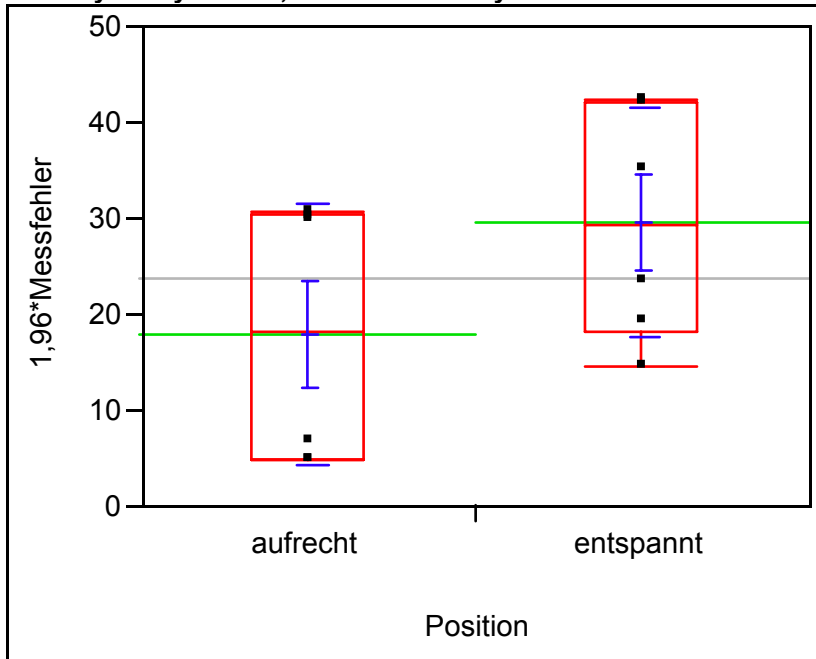
1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
2,5200	1	0,1124

Abbildung 89: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 1 [°]

**Variable Alpha 2**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	4,861	4,861	4,867	18,3265	30,33	30,696	30,696
entspannt	14,659	14,659	18,121	29,401	42,19925	42,452	42,452

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	6	17,8812	13,5442	5,5294	3,667	32,095
entspannt	6	29,5505	11,9931	4,8961	16,965	42,136

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	6	30	5,00000	-1,361
entspannt	6	48	8,00000	1,361

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
48	1,36109	0,1735

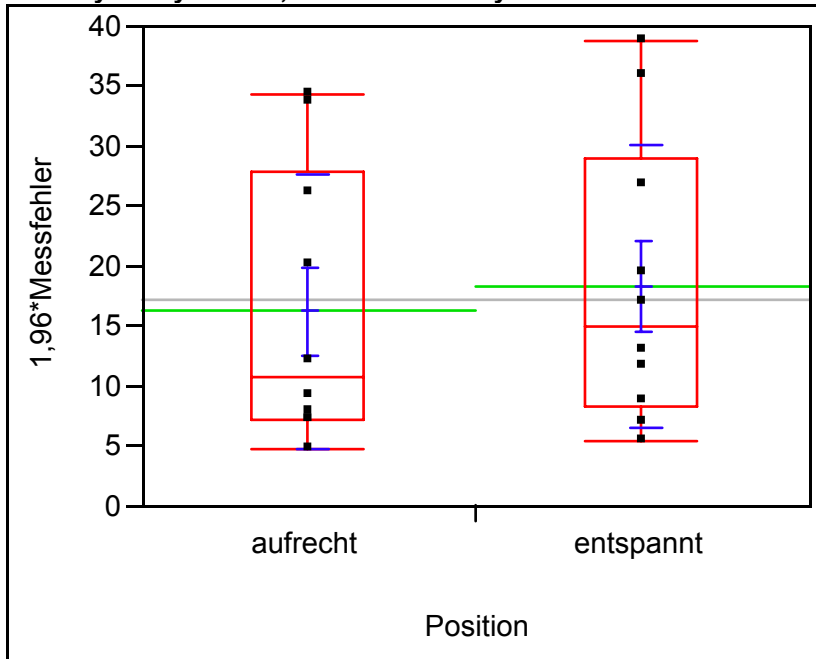
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
2,0769	1	0,1495

**Abbildung 90: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 2 [°]**

**Variable Alpha 3**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	4,688	4,9319	7,21775	10,688	27,9675	34,2915	34,367
entspannt	5,51	5,6671	8,37325	14,9185	28,9965	38,4195	38,696

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	16,2479	11,4246	3,6128	8,0752	24,421
entspannt	10	18,3694	11,7984	3,7310	9,9294	26,809

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	98	9,8000	-0,491
entspannt	10	112	11,2000	0,491

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
112	0,49135	0,6232

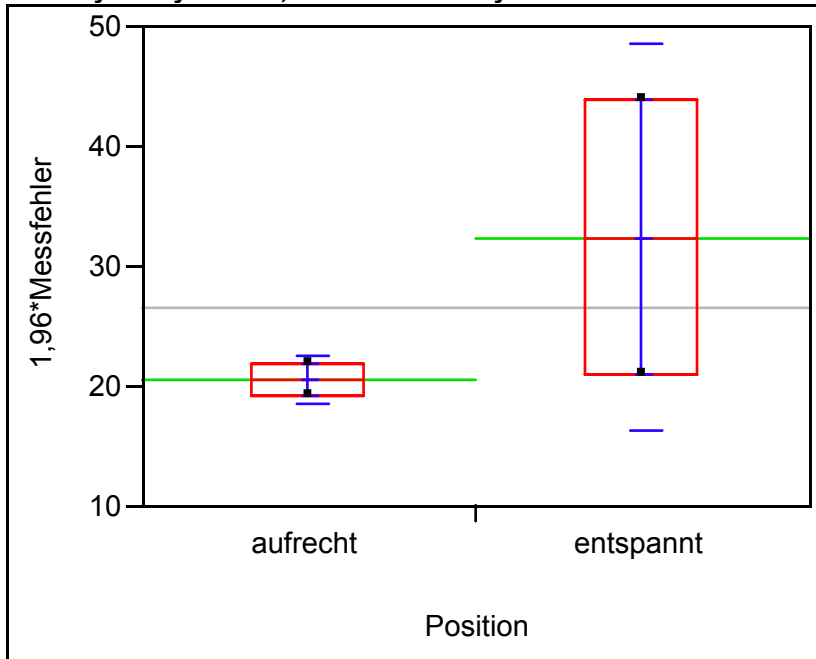
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,2800	1	0,5967

**Abbildung 91: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 3 [°]**

**Variable Alpha 7**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	19,128	19,128	19,128	20,532	21,936	21,936	21,936
entspannt	21,048	21,048	21,048	32,4435	43,839	43,839	43,839

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	2	20,5320	1,9856	1,404	2,7	38,37
entspannt	2	32,4435	16,1157	11,395	-112,4	177,24

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	2	4	2,00000	-0,387
entspannt	2	6	3,00000	0,387

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
6	0,38730	0,6985

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

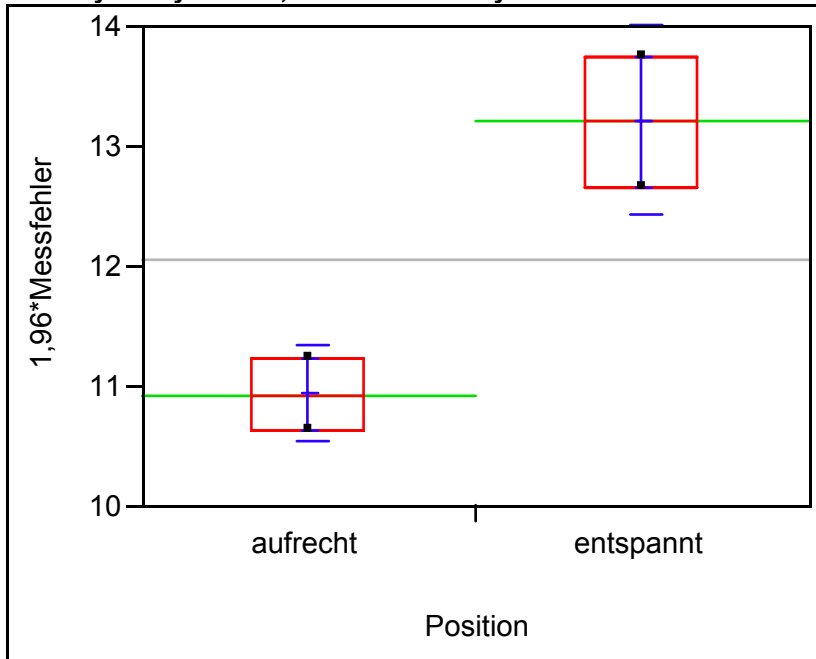
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6000	1	0,4386

Small sample sizes.

**Abbildung 92: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 7 [°]**

**Variable Alpha 8**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	10,635	10,635	10,635	10,93	11,225	11,225	11,225
entspannt	12,652	12,652	12,652	13,2025	13,753	13,753	13,753

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	2	10,9300	0,417193	0,29500	7,1817	14,678
entspannt	2	13,2025	0,778525	0,55050	6,2077	20,197

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	2	3	1,50000	-1,162
entspannt	2	7	3,50000	1,162

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
7	1,16190	0,2453

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
2,4000	1	0,1213

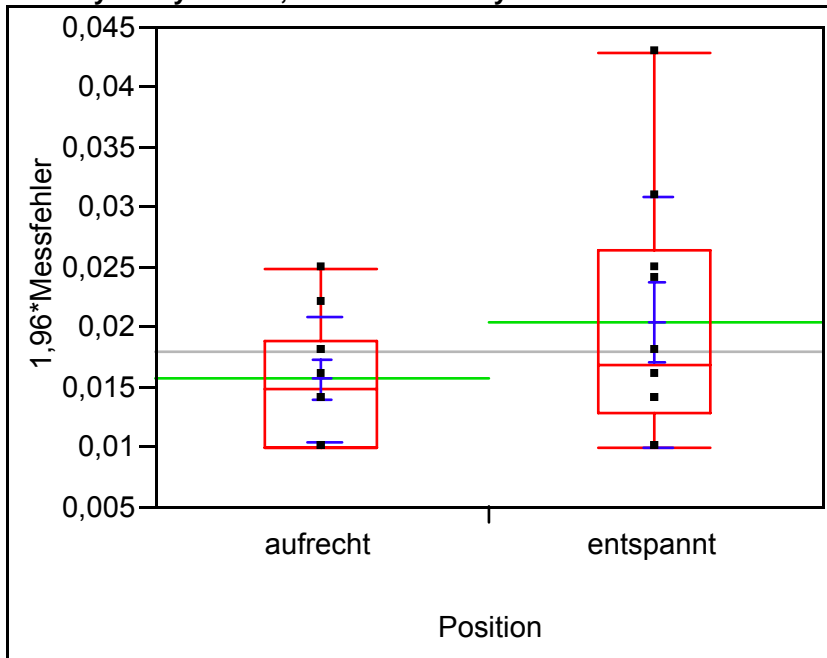
Small sample sizes.

**Abbildung 93: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 8 [°]**

### 9.2.3 Einfluss Position/Zeitspannen

#### Variable T01

##### Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position



##### Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,01	0,01	0,01	0,015	0,019	0,0247	0,025
entspannt	0,01	0,01	0,013	0,017	0,0265	0,0418	0,043

##### Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,015700	0,005165	0,00163	0,01201	0,01939
entspannt	10	0,020500	0,010438	0,00330	0,01303	0,02797

##### Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	93	9,3000	-0,881
entspannt	10	117	11,7000	0,881

##### 2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
117	0,88133	0,3781

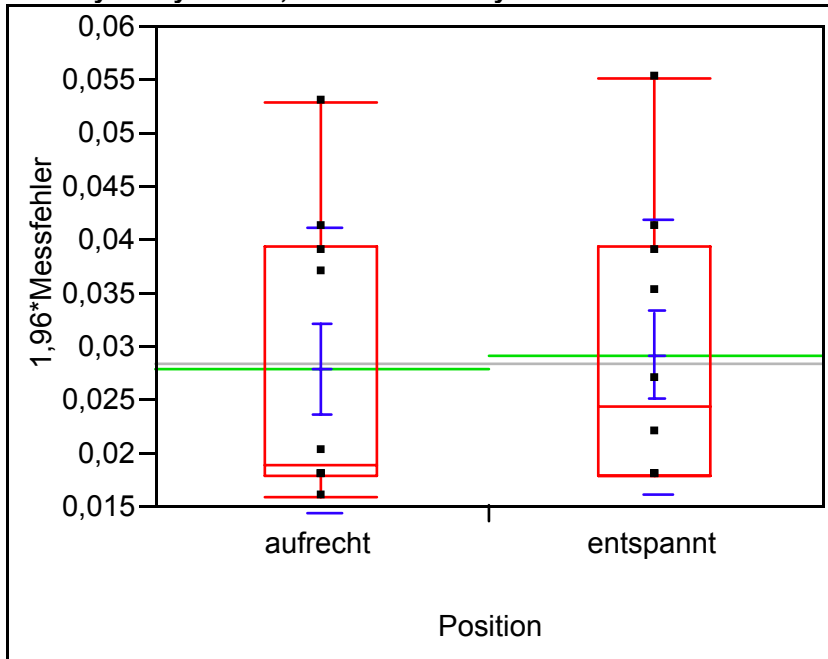
##### 1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,8457	1	0,3578

Abbildung 94: Oneway Analyse, Position, Variable T01 [s]

**Variable T02**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,016	0,0162	0,018	0,019	0,0395	0,0518	0,053
entspannt	0,018	0,018	0,018	0,0245	0,0395	0,0536	0,055

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,027800	0,013348	0,00422	0,01825	0,03735
entspannt	10	0,029100	0,012879	0,00407	0,01989	0,03831

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	99	9,9000	-0,430
entspannt	10	111	11,1000	0,430

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
111	0,42989	0,6673

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

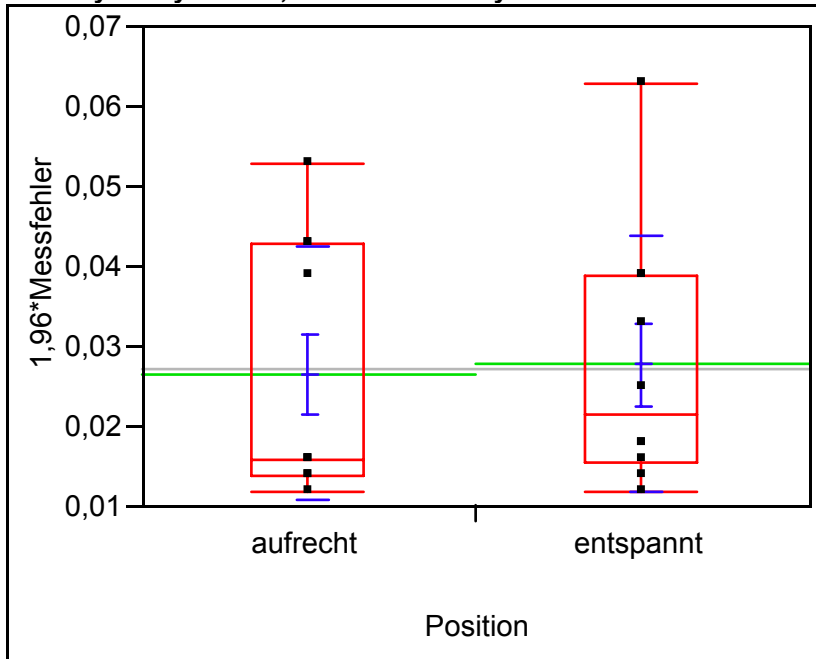
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,2199	1	0,6391

**Abbildung 95: Oneway Analyse, Position, Variable T02 [s]**



**Variable T03**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,012	0,0122	0,014	0,016	0,043	0,052	0,053
entspannt	0,012	0,0122	0,0155	0,0215	0,039	0,0606	0,063

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,026600	0,015834	0,00501	0,01527	0,03793
entspannt	10	0,027700	0,015973	0,00505	0,01627	0,03913

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	101	10,1000	-0,267
entspannt	10	109	10,9000	0,267

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
109	0,26669	0,7897

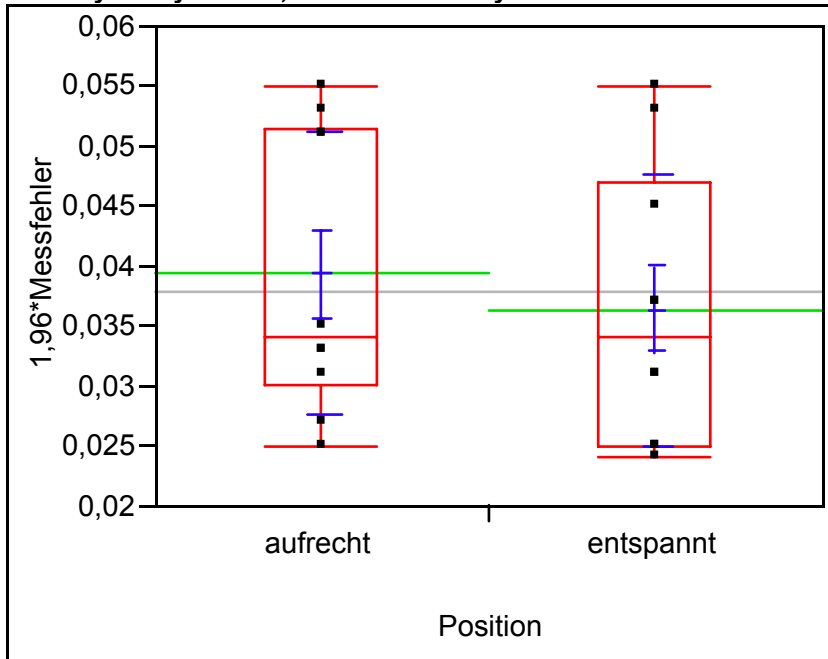
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0929	1	0,7605

**Abbildung 96: Oneway Analyse, Position, Variable T03 [s]**

**Variable T04**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,025	0,0252	0,03	0,034	0,0515	0,0548	0,055
entspannt	0,024	0,0241	0,025	0,034	0,047	0,0548	0,055

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,039400	0,011692	0,00370	0,03104	0,04776
entspannt	10	0,036300	0,011392	0,00360	0,02815	0,04445

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	113	11,3000	0,570
entspannt	10	97	9,7000	-0,570

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
97	-0,56974	0,5689

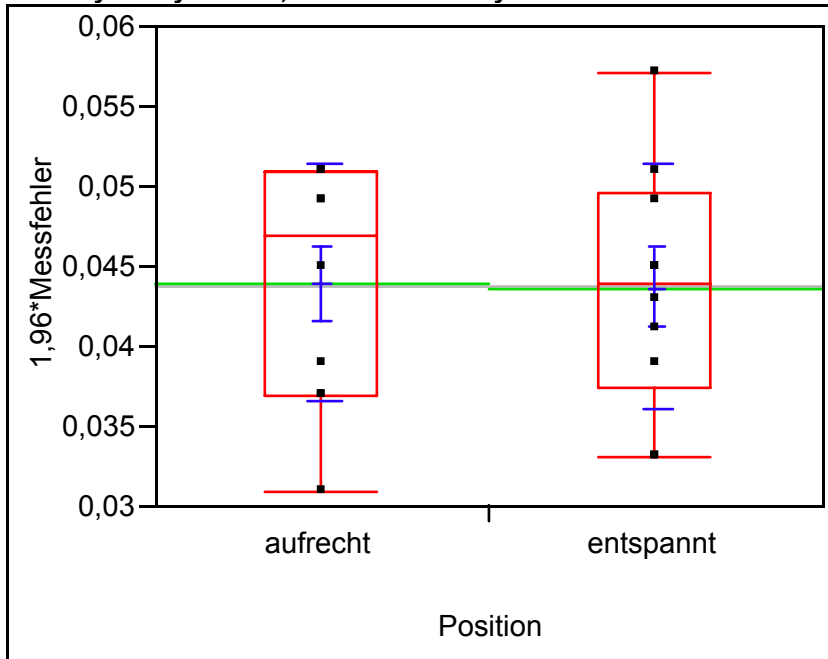
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,3693	1	0,5434

**Abbildung 97: Oneway Analyse, Position, Variable T04 [s]**

**Variable T05**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,031	0,0316	0,037	0,047	0,051	0,051	0,051
entspannt	0,033	0,033	0,0375	0,044	0,0495	0,0564	0,057

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,044000	0,007379	0,00233	0,03872	0,04928
entspannt	10	0,043600	0,007604	0,00240	0,03816	0,04904

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	108	10,8000	0,190
entspannt	10	102	10,2000	-0,190

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
102	-0,19049	0,8489

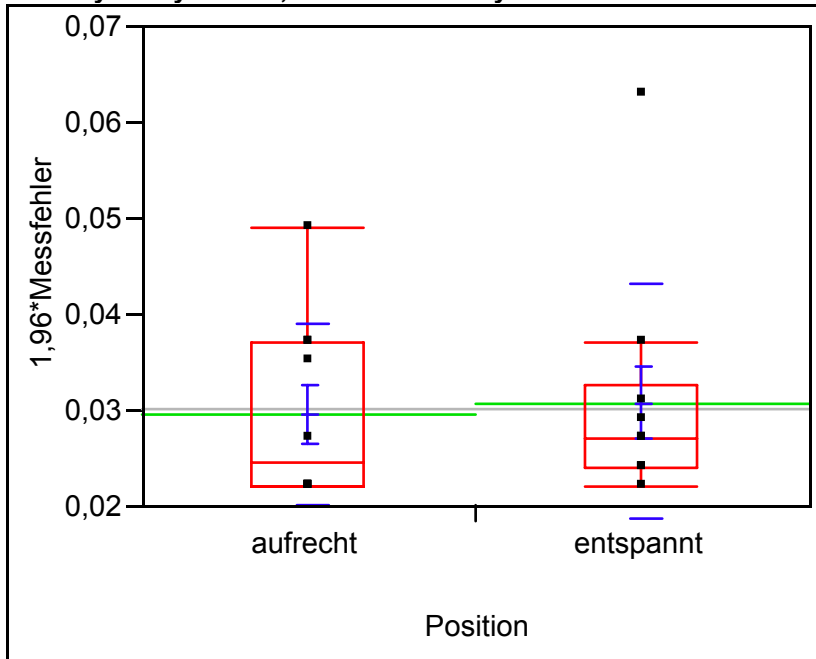
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0523	1	0,8192

**Abbildung 98: Oneway Analyse, Position, Variable T05 [s]**

**Variable T06**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,022	0,022	0,022	0,0245	0,037	0,0478	0,049
entspannt	0,022	0,0222	0,024	0,027	0,0325	0,0604	0,063

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,029500	0,009490	0,00300	0,02271	0,03629
entspannt	10	0,030800	0,012127	0,00383	0,02212	0,03948

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	96,5	9,6500	-0,616
entspannt	10	113,5	11,3500	0,616

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
113,5	0,61572	0,5381

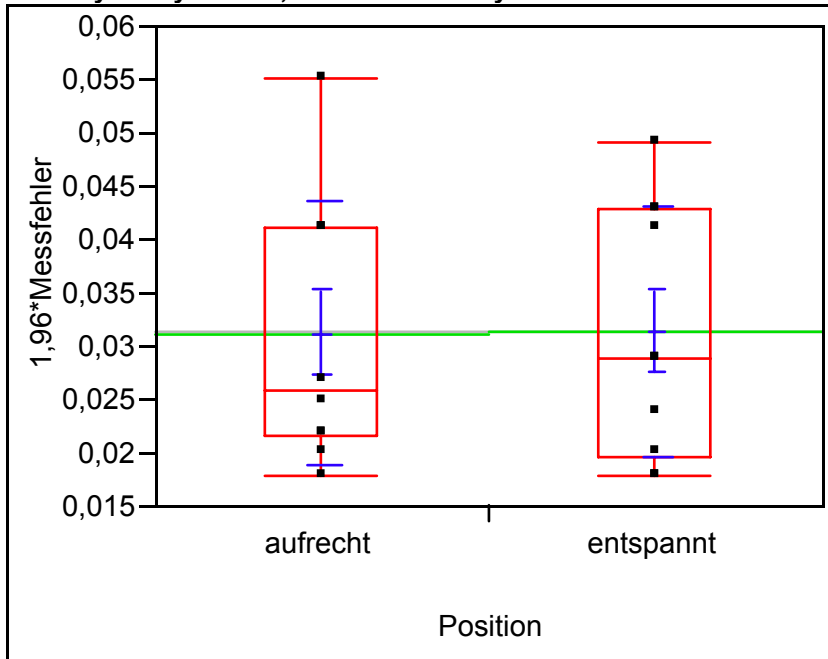
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,4280	1	0,5130

**Abbildung 99: Oneway Analyse, Position, Variable T06 [s]**

**Variable T07**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,018	0,0182	0,0215	0,026	0,041	0,0536	0,055
entspannt	0,018	0,018	0,0195	0,029	0,043	0,0484	0,049

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,031200	0,012381	0,00392	0,02234	0,04006
entspannt	10	0,031400	0,011673	0,00369	0,02305	0,03975

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	102	10,2000	-0,190
entspannt	10	108	10,8000	0,190

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
108	0,19027	0,8491

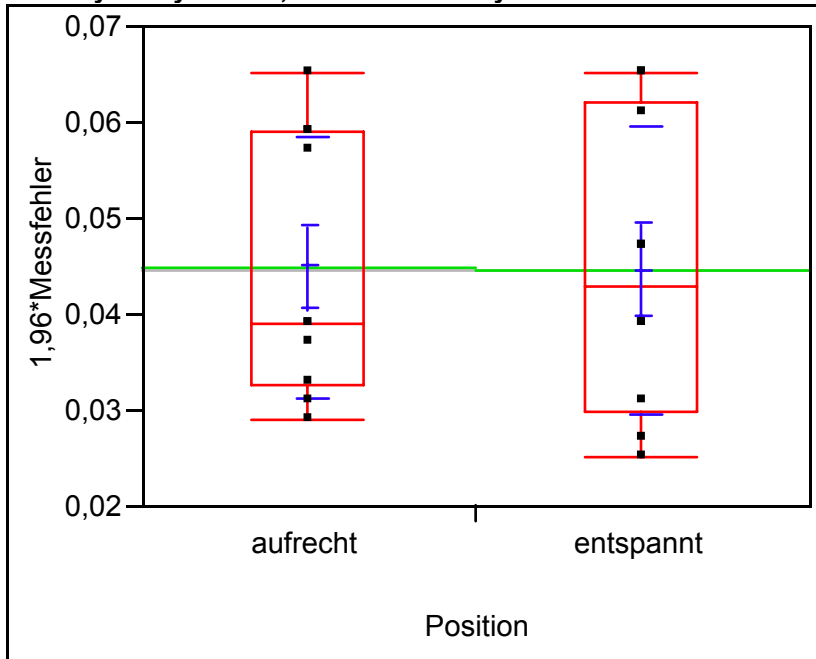
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0521	1	0,8194

**Abbildung 100: Oneway Analyse, Position, Variable T07 [s]**

**Variable T08**

**Oneway Analysis of 1,96\*Messfehler By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,029	0,0292	0,0325	0,039	0,059	0,0644	0,065
entspannt	0,025	0,0252	0,03	0,043	0,062	0,065	0,065

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,044800	0,013612	0,00430	0,03506	0,05454
entspannt	10	0,044600	0,015108	0,00478	0,03379	0,05541

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	103,5	10,3500	-0,076
entspannt	10	106,5	10,6500	0,076

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
106,5	0,07608	0,9394

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0130	1	0,9091

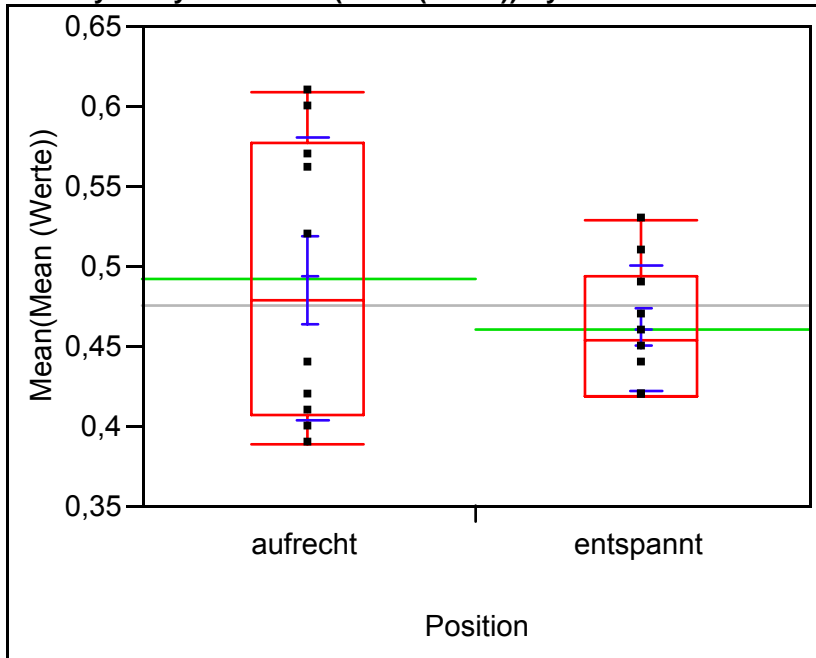
**Abbildung 101: Oneway Analyse, Position, Variable T08 [s]**

9.3 Tabellen Oneway Analyse/Messwerte

9.3.1 Einfluss Position/Distanzen

Variable D01 [mm]

Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position



Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,39	0,391	0,4075	0,48	0,5775	0,609	0,61
entspannt	0,42	0,42	0,42	0,455	0,495	0,528	0,53

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,492000	0,088544	0,02800	0,42866	0,55534
entspannt	10	0,461000	0,039001	0,01233	0,43310	0,48890

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	109	10,9000	0,266
entspannt	10	101	10,1000	-0,266

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
101	-0,26568	0,7905

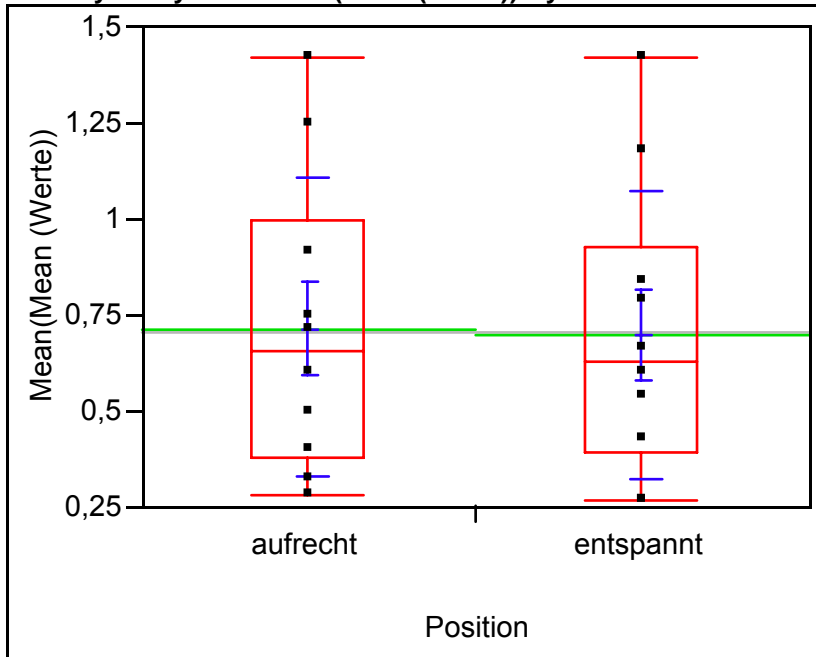
1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0922	1	0,7614

Abbildung 102: Oneway Analyse, Position, Variable D01 [mm]

**Variable D02 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,28	0,284	0,38	0,655	0,995	1,403	1,42
entspannt	0,27	0,27	0,39	0,63	0,925	1,396	1,42

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,714000	0,383904	0,12140	0,43937	0,98863
entspannt	10	0,700000	0,373631	0,11815	0,43272	0,96728

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	107	10,7000	0,114
entspannt	10	103	10,3000	-0,114

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
103	-0,11352	0,9096

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

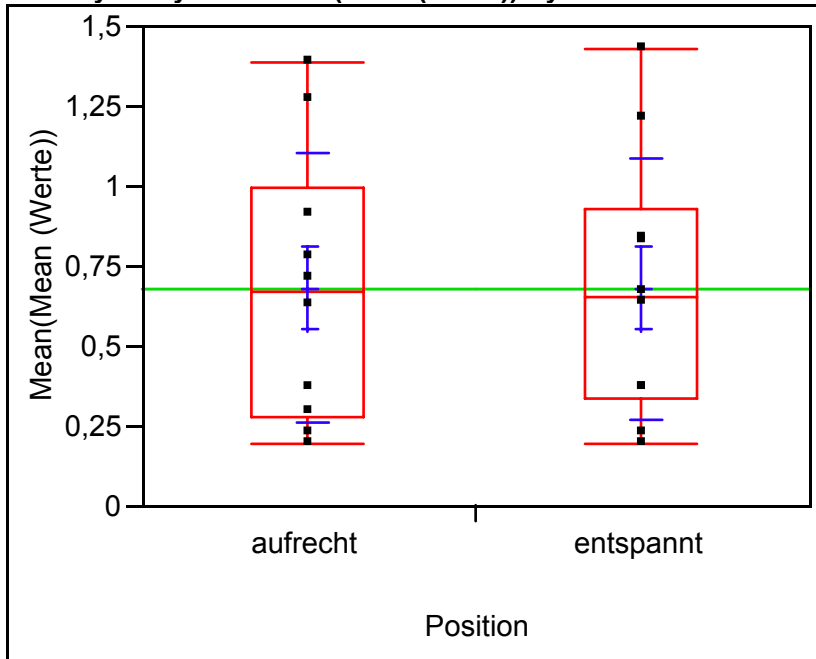
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0229	1	0,8797

**Abbildung 103: Oneway Analyse, Position, Variable D02 [mm]**



**Variable D03 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,2	0,203	0,2825	0,67	1	1,378	1,39
entspannt	0,2	0,203	0,335	0,655	0,9325	1,408	1,43

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,679000	0,420567	0,13299	0,37814	0,97986
entspannt	10	0,679000	0,410730	0,12988	0,38518	0,97282

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	104	10,4000	-0,038
entspannt	10	106	10,6000	0,038

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
106	0,03788	0,9698

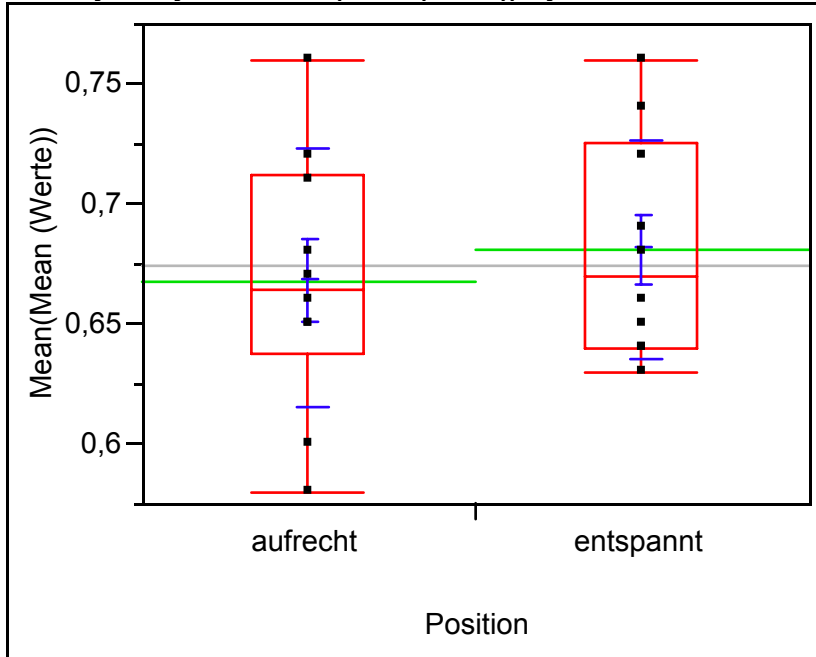
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0057	1	0,9396

**Abbildung 104: Oneway Analyse, Position, Variable D03 [mm]**

**Variable D04 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,58	0,582	0,6375	0,665	0,7125	0,756	0,76
entspannt	0,63	0,631	0,64	0,67	0,725	0,758	0,76

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,668000	0,053914	0,01705	0,62943	0,70657
entspannt	10	0,681000	0,045570	0,01441	0,64840	0,71360

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	101	10,1000	-0,265
entspannt	10	109	10,9000	0,265

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
109	0,26547	0,7906

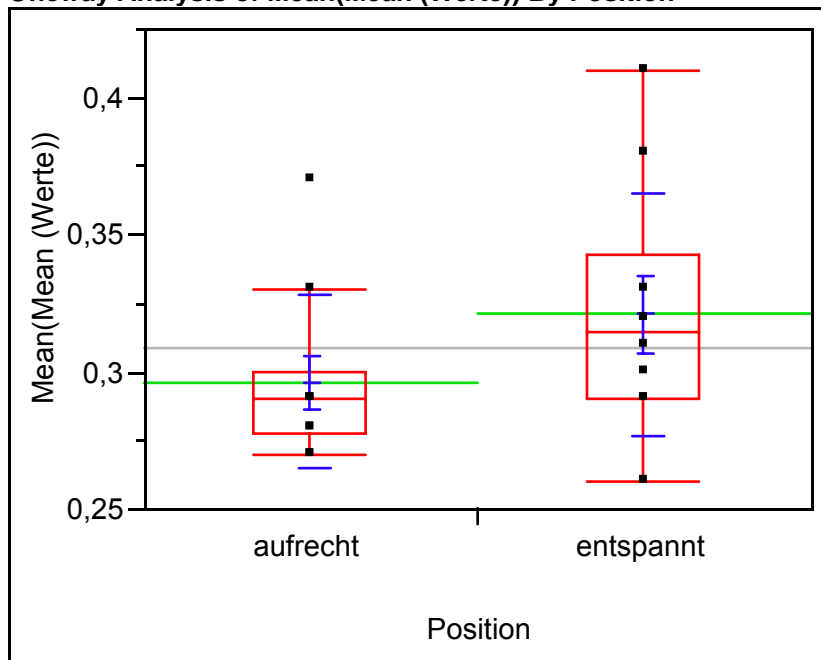
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0921	1	0,7616

**Abbildung 105: Oneway Analyse, Position, Variable D04 [mm]**

**Variable D05 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,27	0,27	0,2775	0,29	0,3	0,366	0,37
entspannt	0,26	0,263	0,29	0,315	0,3425	0,407	0,41

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,296000	0,030984	0,00980	0,27384	0,31816
entspannt	10	0,321000	0,044335	0,01402	0,28928	0,35272

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	82,5	8,2500	-1,688
entspannt	10	127,5	12,7500	1,688

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
127,5	1,68798	0,0914

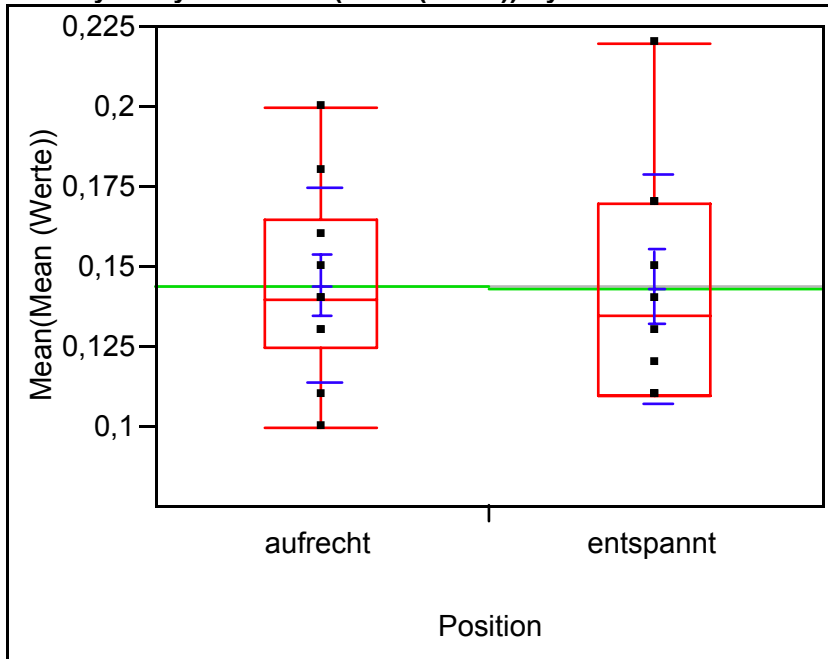
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
2,9802	1	0,0843

**Abbildung 106: Oneway Analyse, Position, Variable D05 [mm]**

**Variable D06 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,1	0,101	0,125	0,14	0,165	0,198	0,2
entspannt	0,11	0,11	0,11	0,135	0,17	0,215	0,22

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,144000	0,030258	0,00957	0,12235	0,16565
entspannt	10	0,143000	0,035606	0,01126	0,11753	0,16847

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	108	10,8000	0,190
entspannt	10	102	10,2000	-0,190

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
102	-0,19042	0,8490

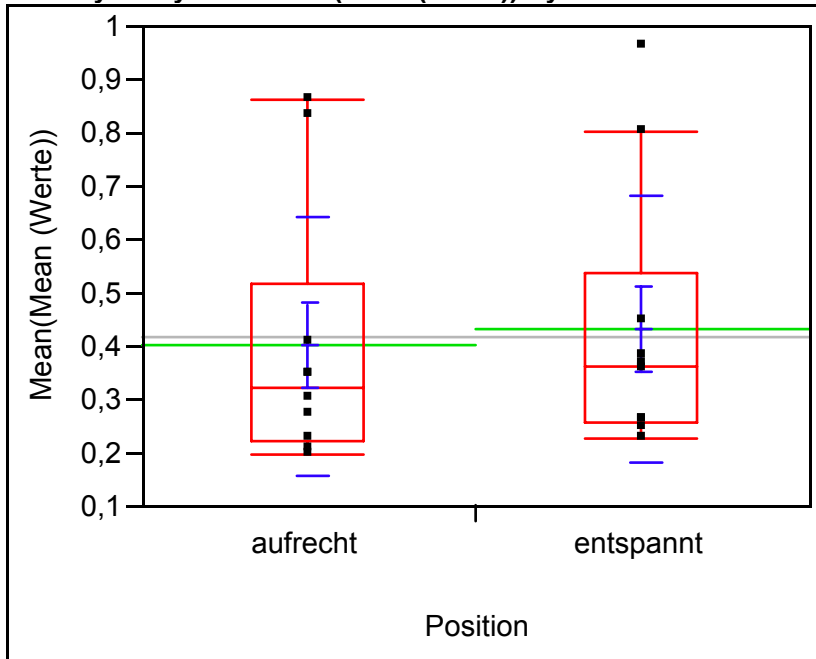
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0522	1	0,8193

**Abbildung 107: Oneway Analyse, Position, Variable D06 [mm]**

**Variable D07 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,2	0,201	0,225	0,325	0,515	0,857	0,86
entspannt	0,23	0,232	0,2575	0,365	0,5375	0,944	0,96

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,401000	0,243468	0,07699	0,22683	0,57517
entspannt	10	0,432000	0,249301	0,07884	0,25366	0,61034

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	96,5	9,6500	-0,605
entspannt	10	113,5	11,3500	0,605

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
113,5	0,60543	0,5449

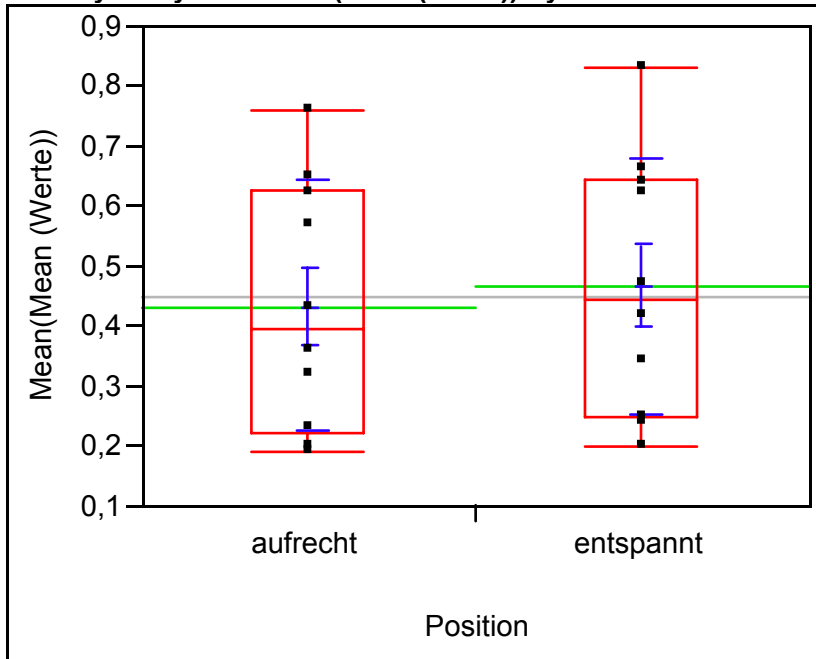
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,4138	1	0,5201

**Abbildung 108: Oneway Analyse, Position, Variable D07 [mm]**

**Variable D08 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,19	0,191	0,2225	0,395	0,6275	0,749	0,76
entspannt	0,2	0,204	0,2475	0,445	0,645	0,813	0,83

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,433000	0,205591	0,06501	0,28593	0,58007
entspannt	10	0,467000	0,213596	0,06755	0,31420	0,61980

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	98	9,8000	-0,492
entspannt	10	112	11,2000	0,492

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
112	0,49172	0,6229

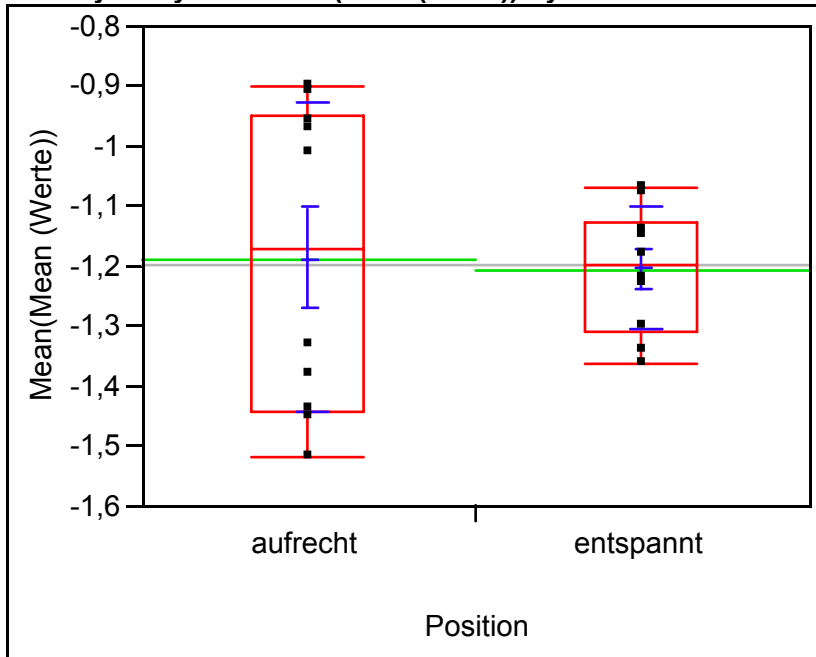
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,2804	1	0,5964

**Abbildung 109: Oneway Analyse, Position, Variable D08 [mm]**

**Variable D09 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-1,52	-1,513	-1,4425	-1,17	-0,9475	-0,901	-0,9
entspannt	-1,36	-1,358	-1,31	-1,2	-1,125	-1,071	-1,07

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-1,1870	0,256214	0,08102	-1,370	-1,004
entspannt	10	-1,2070	0,102095	0,03229	-1,280	-1,134

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	107	10,7000	0,113
entspannt	10	103	10,3000	-0,113

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
103	-0,11339	0,9097

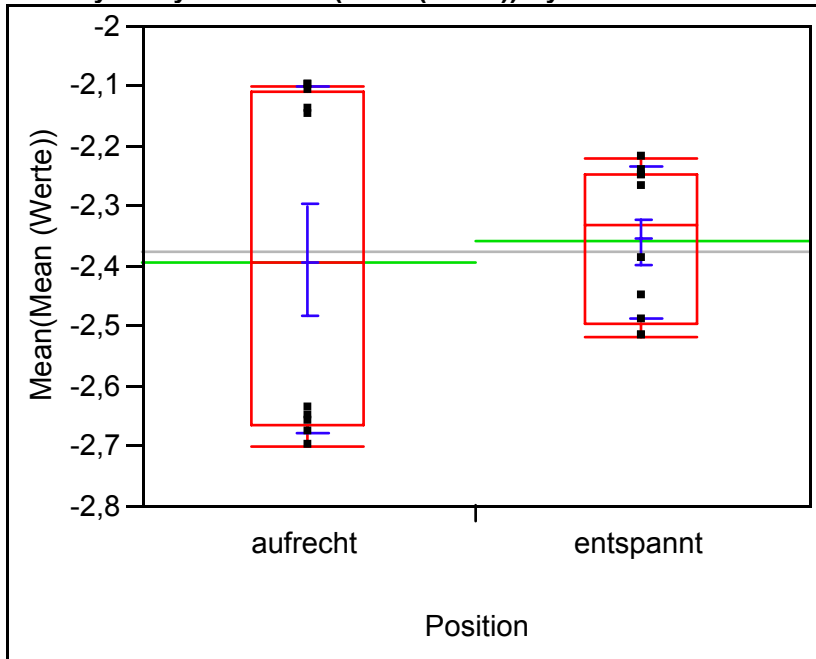
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0229	1	0,8798

**Abbildung 110: Oneway Analyse, Position, Variable D09 [mm]**

**Variable D10 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-2,7	-2,698	-2,665	-2,395	-2,1075	-2,1	-2,1
entspannt	-2,52	-2,52	-2,4975	-2,33	-2,2475	-2,222	-2,22

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-2,3930	0,288639	0,09128	-2,599	-2,187
entspannt	10	-2,3600	0,126227	0,03992	-2,450	-2,270

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	105	10,5000	0,000
entspannt	10	105	10,5000	0,000

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
105	0,00000	1,0000

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

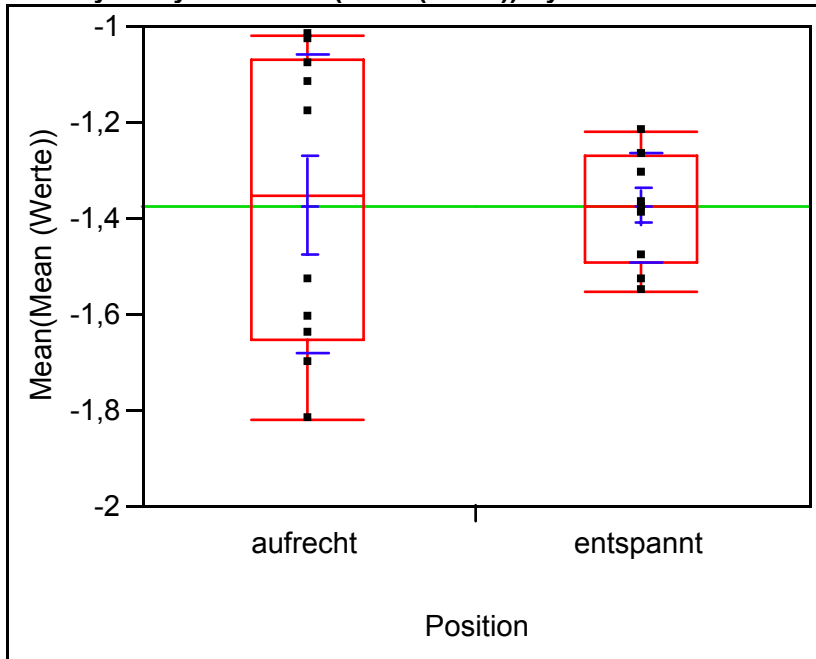
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0000	1	1,0000

**Abbildung 111: Oneway Analyse, Position, Variable D10 [mm]**



**Variable D11 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-1,82	-1,808	-1,655	-1,355	-1,0675	-1,021	-1,02
entspannt	-1,55	-1,548	-1,4925	-1,375	-1,27	-1,225	-1,22

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-1,3730	0,314150	0,09934	-1,598	-1,148
entspannt	10	-1,3770	0,113632	0,03593	-1,458	-1,296

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	106,5	10,6500	0,076
entspannt	10	103,5	10,3500	-0,076

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
103,5	-0,07565	0,9397

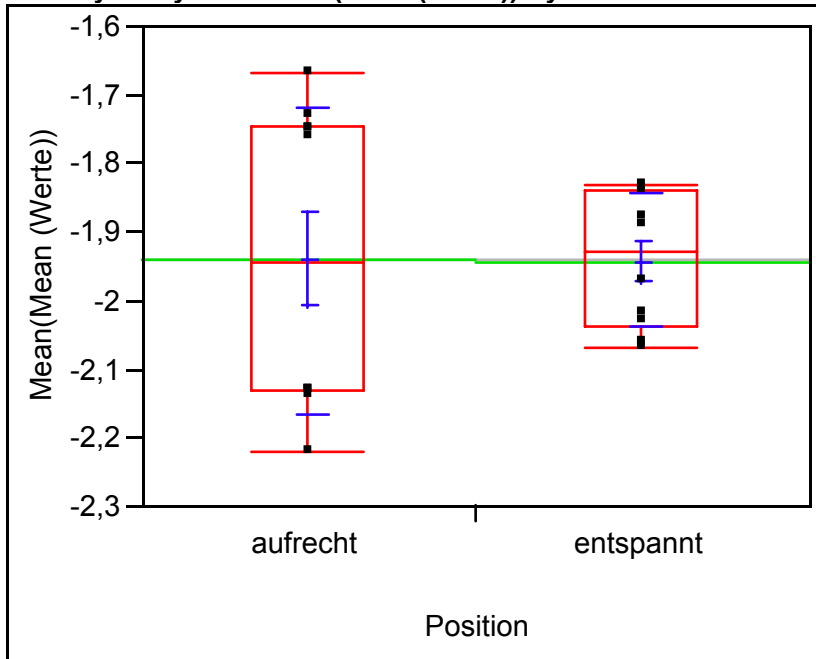
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0129	1	0,9097

**Abbildung 112: Oneway Analyse, Position, Variable D11 [mm]**

**Variable D12 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-2,22	-2,212	-2,1325	-1,945	-1,745	-1,676	-1,67
entspannt	-2,07	-2,069	-2,0375	-1,93	-1,84	-1,831	-1,83

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-1,9410	0,223182	0,07058	-2,101	-1,781
entspannt	10	-1,9430	0,097074	0,03070	-2,012	-1,874

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	105	10,5000	0,000
entspannt	10	105	10,5000	0,000

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
105	0,00000	1,0000

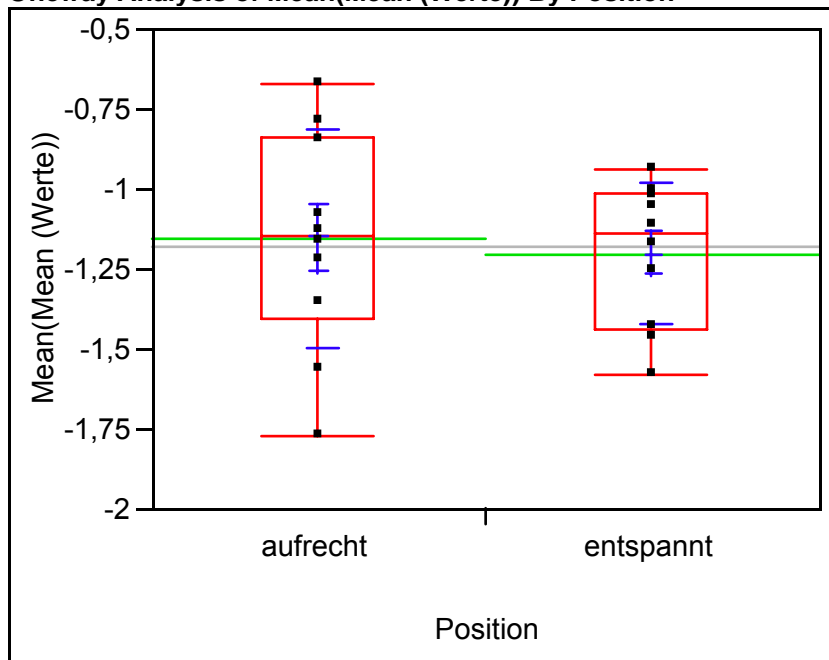
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0000	1	1,0000

**Abbildung 113: Oneway Analyse, Position, Variable D12 [mm]**

**Variable D13 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-1,77	-1,749	-1,4025	-1,145	-0,835	-0,682	-0,67
entspannt	-1,58	-1,568	-1,4375	-1,14	-1,015	-0,946	-0,94

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-1,1580	0,341916	0,10812	-1,403	-0,913
entspannt	10	-1,2010	0,220829	0,06983	-1,359	-1,043

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	109	10,9000	0,265
entspannt	10	101	10,1000	-0,265

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
101	-0,26458	0,7913

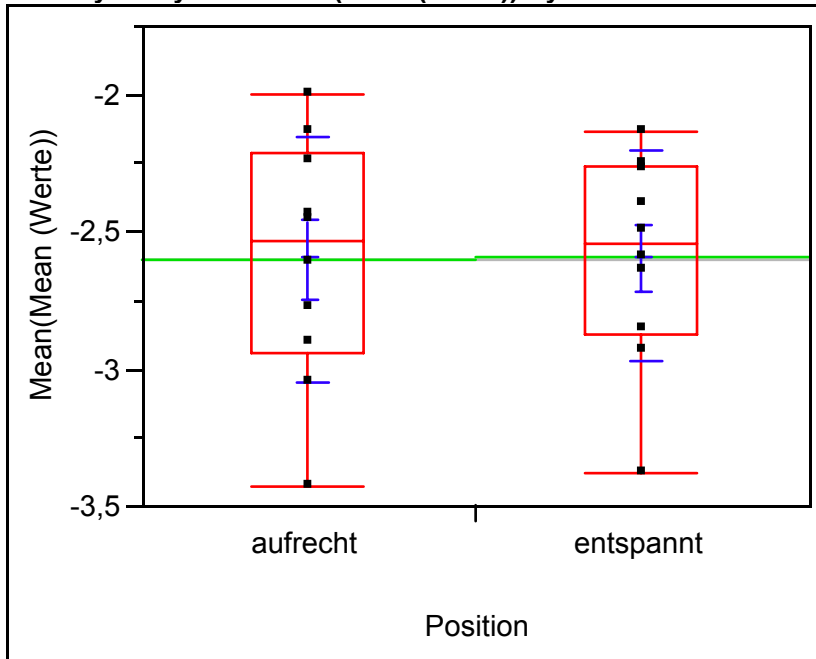
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0914	1	0,7624

**Abbildung 114: Oneway Analyse, Position, Variable D13 [mm]**

**Variable D14 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-3,43	-3,392	-2,9375	-2,53	-2,2125	-2,013	-2
entspannt	-3,38	-3,335	-2,87	-2,54	-2,265	-2,142	-2,13

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-2,6030	0,443773	0,14033	-2,920	-2,286
entspannt	10	-2,5930	0,377920	0,11951	-2,863	-2,323

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	105,5	10,5500	0,000
entspannt	10	104,5	10,4500	-0,000

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
104,5	-0,00000	1,0000

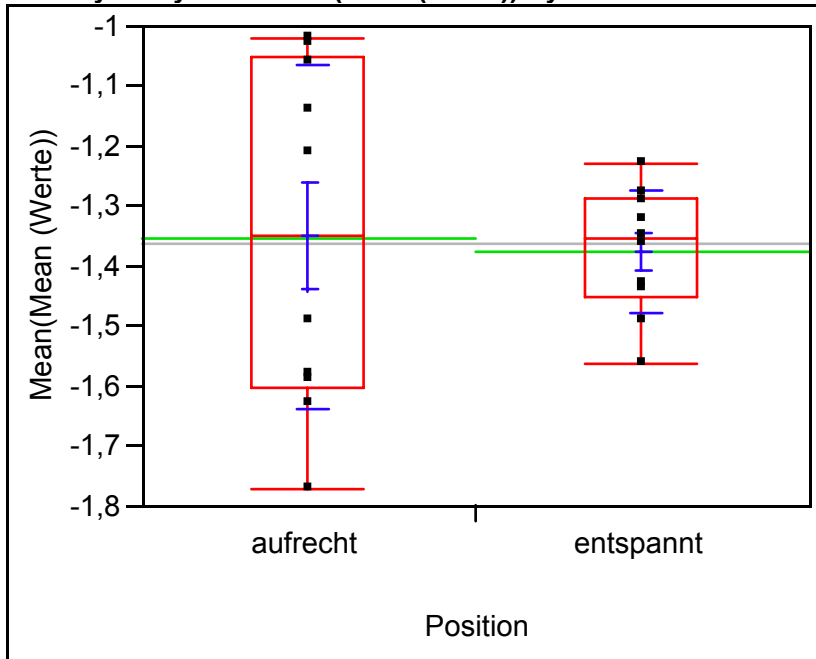
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0014	1	0,9698

**Abbildung 115: Oneway Analyse, Position, Variable D14 [mm]**

**Variable D15 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-1,77	-1,756	-1,6	-1,35	-1,0525	-1,021	-1,02
entspannt	-1,56	-1,553	-1,4525	-1,355	-1,2875	-1,235	-1,23

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-1,3520	0,287510	0,09092	-1,558	-1,146
entspannt	10	-1,3750	0,103199	0,03263	-1,449	-1,301

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	106,5	10,6500	0,076
entspannt	10	103,5	10,3500	-0,076

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
103,5	-0,07562	0,9397

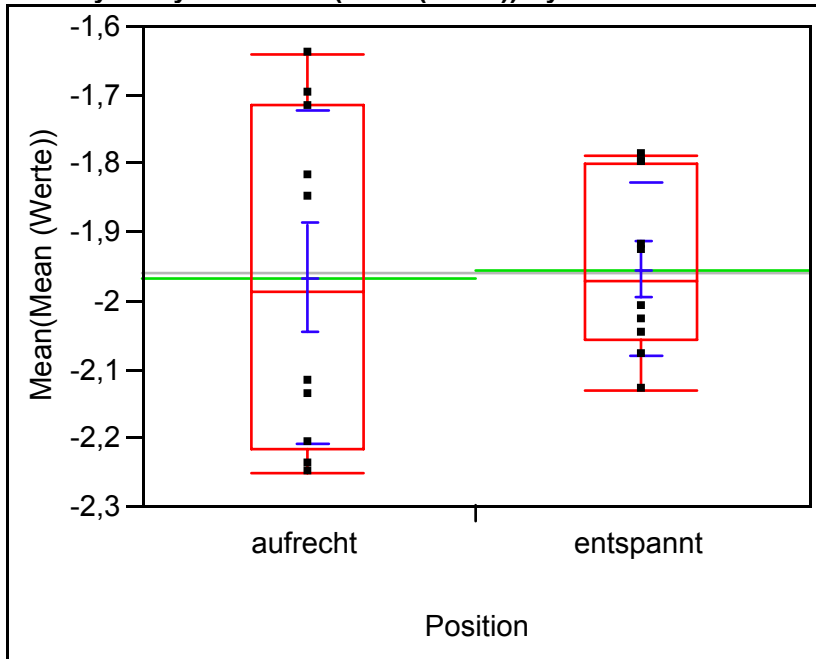
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0129	1	0,9097

**Abbildung 116: Oneway Analyse, Position, Variable D15 [mm]**

**Variable D16 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-2,25	-2,249	-2,2175	-1,985	-1,715	-1,646	-1,64
entspannt	-2,13	-2,125	-2,0575	-1,97	-1,8	-1,791	-1,79

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-1,9690	0,245287	0,07757	-2,144	-1,794
entspannt	10	-1,9540	0,125184	0,03959	-2,044	-1,864

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	100	10,0000	-0,340
entspannt	10	110	11,0000	0,340

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
110	0,34030	0,7336

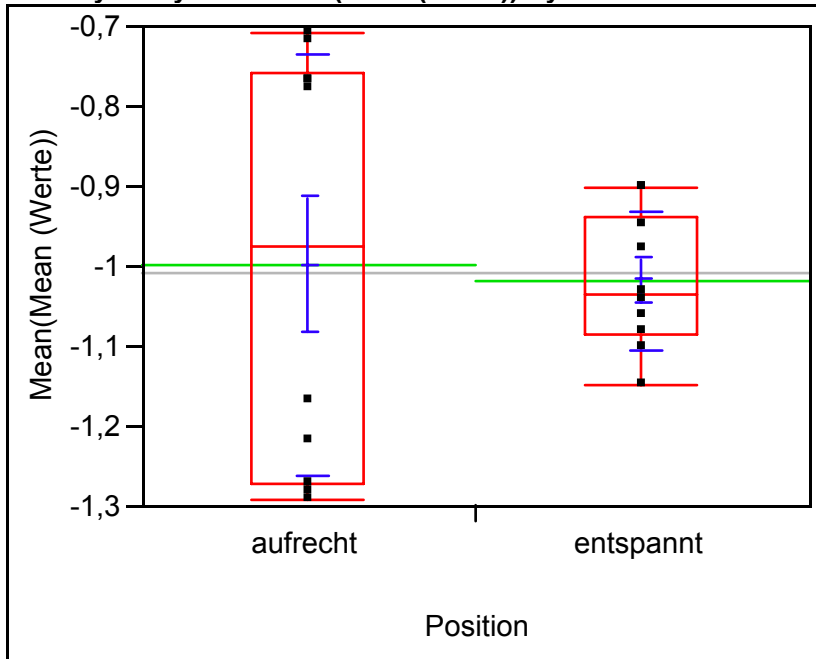
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,1430	1	0,7054

**Abbildung 117: Oneway Analyse, Position, Variable D16 [mm]**

**Variable D17 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-1,29	-1,289	-1,2725	-0,975	-0,7575	-0,711	-0,71
entspannt	-1,15	-1,145	-1,085	-1,035	-0,9375	-0,9	-0,9

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-0,9980	0,264441	0,08362	-1,187	-0,8088
entspannt	10	-1,0190	0,084518	0,02673	-1,079	-0,9585

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	105	10,5000	0,000
entspannt	10	105	10,5000	0,000

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
105	0,00000	1,0000

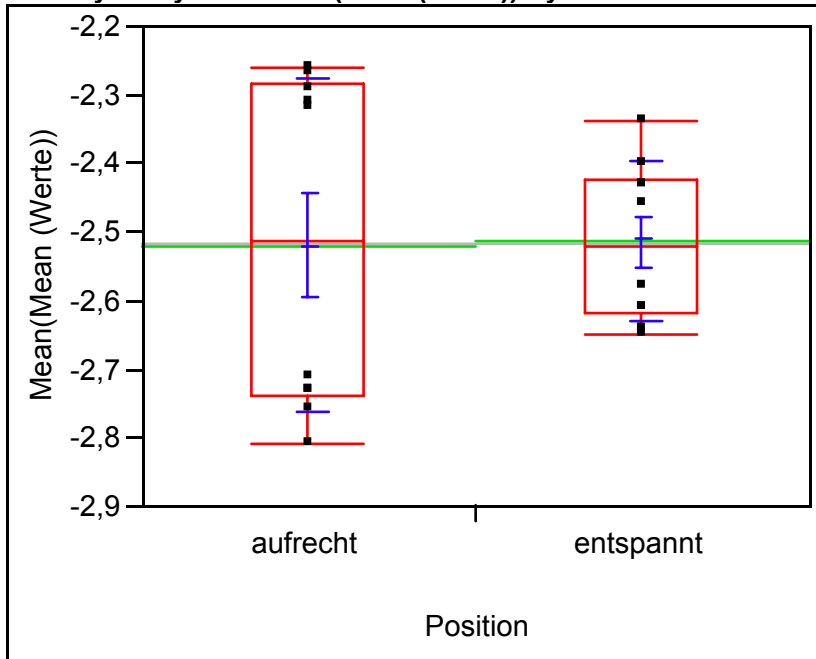
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0000	1	1,0000

**Abbildung 118: Oneway Analyse, Position, Variable D17 [mm]**

**Variable D18 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	-2,81	-2,805	-2,7375	-2,515	-2,285	-2,261	-2,26
entspannt	-2,65	-2,649	-2,6175	-2,52	-2,4225	-2,346	-2,34

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	-2,5190	0,243377	0,07696	-2,693	-2,345
entspannt	10	-2,5150	0,114237	0,03612	-2,597	-2,433

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	105	10,5000	0,000
entspannt	10	105	10,5000	0,000

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
105	0,00000	1,0000

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0000	1	1,0000

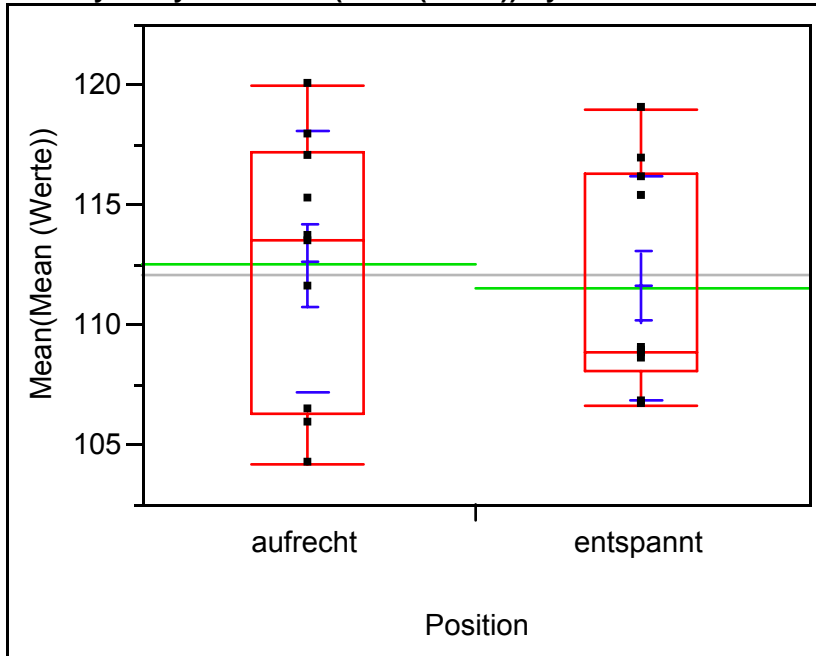
**Abbildung 119: Oneway Analyse, Position, Variable D18 [mm]**



9.3.2 Einfluss Position/Winkel

Variable Alpha 1 [°]

Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position



Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	104,2	104,371	106,345	113,545	117,2	119,807	120,02
entspannt	106,68	106,689	108,09	108,93	116,2875	118,749	118,96

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	112,537	5,41925	1,7137	108,66	116,41
entspannt	10	111,580	4,65802	1,4730	108,25	114,91

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	107	10,7000	0,113
entspannt	10	103	10,3000	-0,113

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
103	-0,11339	0,9097

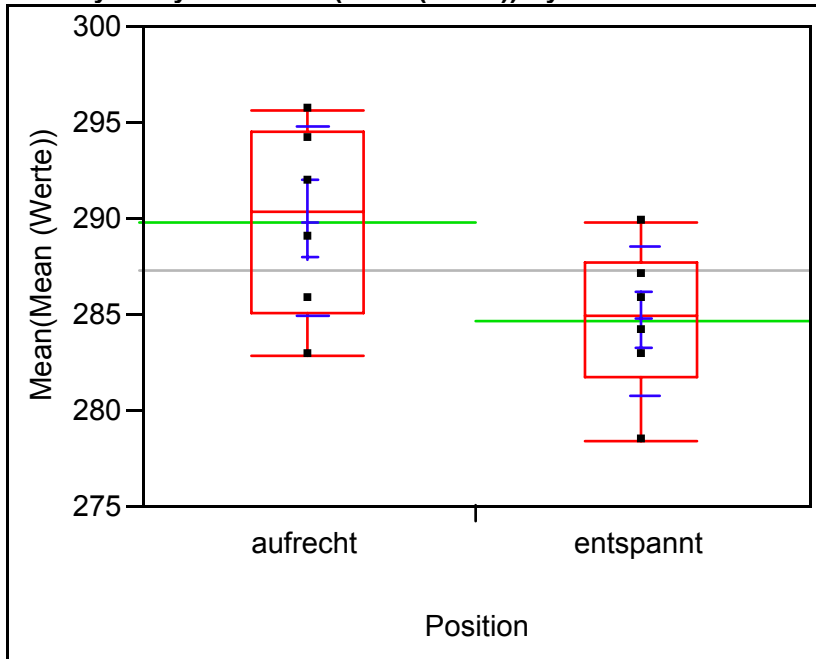
1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0229	1	0,8798

Abbildung 120: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 1 [°]

**Variable Alpha 2 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	282,88	282,88	285,0175	290,39	294,4925	295,61	295,61
entspannt	278,41	278,41	281,725	284,98	287,6675	289,76	289,76

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	6	289,853	4,93821	2,0160	284,67	295,04
entspannt	6	284,655	3,88348	1,5854	280,58	288,73

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	6	49	8,16667	1,521
entspannt	6	29	4,83333	-1,521

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
29	-1,52122	0,1282

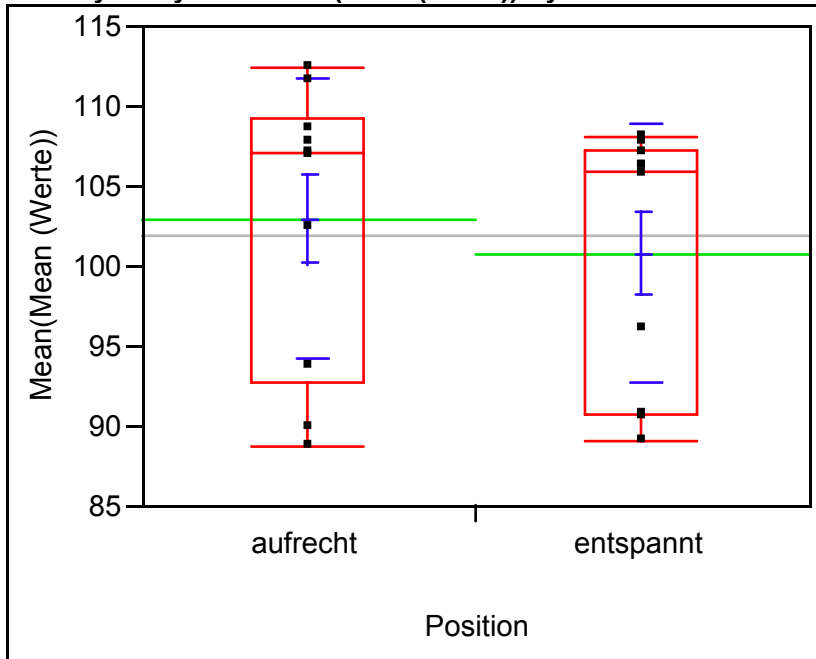
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
2,5641	1	0,1093

**Abbildung 121: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 2 [°]**

**Variable Alpha 3 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	88,74	88,866	92,76	107,04	109,3	112,297	112,37
entspannt	89,01	89,175	90,765	105,98	107,2825	108,022	108,05

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	102,932	8,87027	2,8050	96,587	109,28
entspannt	10	100,775	8,09411	2,5596	94,985	106,57

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	116	11,6000	0,794
entspannt	10	94	9,4000	-0,794

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
94	-0,79373	0,4274

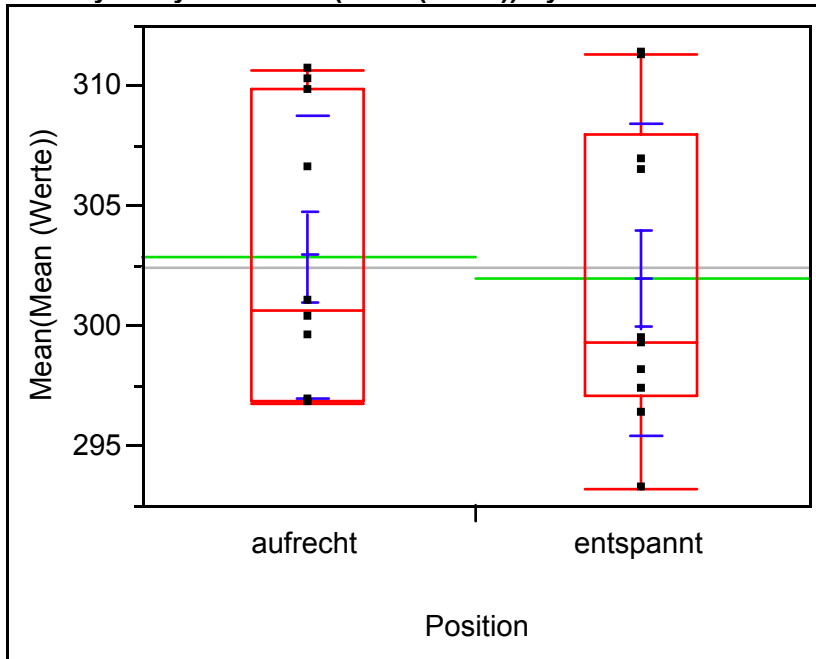
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6914	1	0,4057

**Abbildung 122: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 3 [°]**

**Variable Alpha 4 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	296,74	296,746	296,875	300,645	309,8925	310,629	310,67
entspannt	293,2	293,508	297,0975	299,32	307,9625	311,357	311,37

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	302,863	5,84994	1,8499	298,68	307,05
entspannt	10	301,957	6,47496	2,0476	297,33	306,59

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	110	11,0000	0,340
entspannt	10	100	10,0000	-0,340

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
100	-0,34017	0,7337

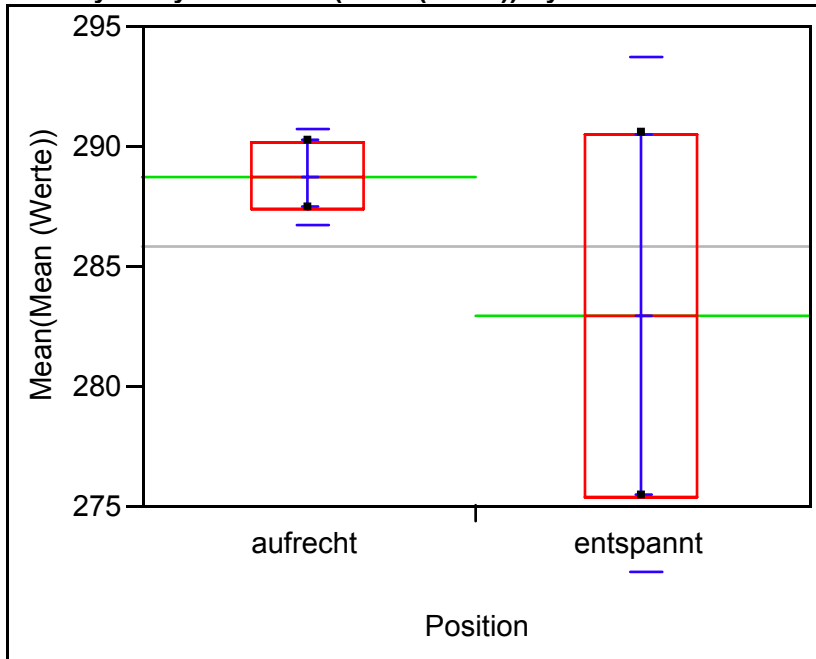
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,1429	1	0,7055

**Abbildung 123: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 4 [°]**

**Variable Alpha 7 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	287,34	287,34	287,34	288,75	290,16	290,16	290,16
entspannt	275,44	275,44	275,44	282,985	290,53	290,53	290,53

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	2	288,750	1,9940	1,4100	270,83	306,67
entspannt	2	282,985	10,6702	7,5450	187,12	378,85

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	2	5	2,50000	0,000
entspannt	2	5	2,50000	0,000

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
5	0,00000	1,0000

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

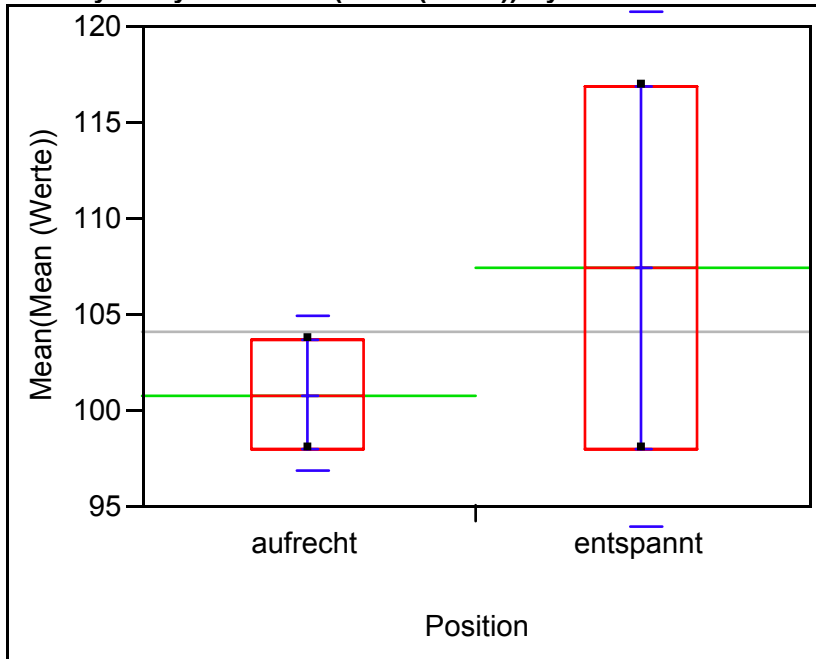
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0000	1	1,0000

Small sample sizes.

**Abbildung 124: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 7 [°]**

**Variable Alpha 8 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	98	98	98	100,815	103,63	103,63	103,63
entspannt	97,95	97,95	97,95	107,42	116,89	116,89	116,89

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	2	100,815	3,9810	2,8150	65,05	136,58
entspannt	2	107,420	13,3926	9,4700	-12,91	227,75

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	2	5	2,50000	0,000
entspannt	2	5	2,50000	0,000

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
5	0,00000	1,0000

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0000	1	1,0000

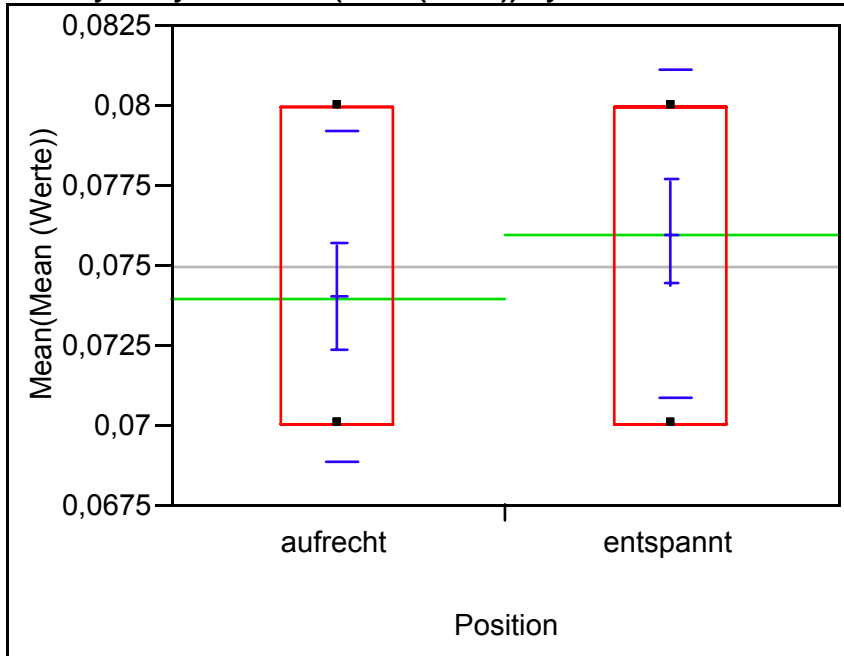
Small sample sizes.

**Abbildung 125: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 8 [°]**

### 9.3.3 Einfluss Position Zeitspanne

#### Variable T01 [s]

##### Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position



##### Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
entspannt	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08

##### Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,074000	0,005164	0,00163	0,07031	0,07769
entspannt	10	0,076000	0,005164	0,00163	0,07231	0,07969

##### Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	95	9,5000	-0,828
entspannt	10	115	11,5000	0,828

##### 2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
115	0,82819	0,4076

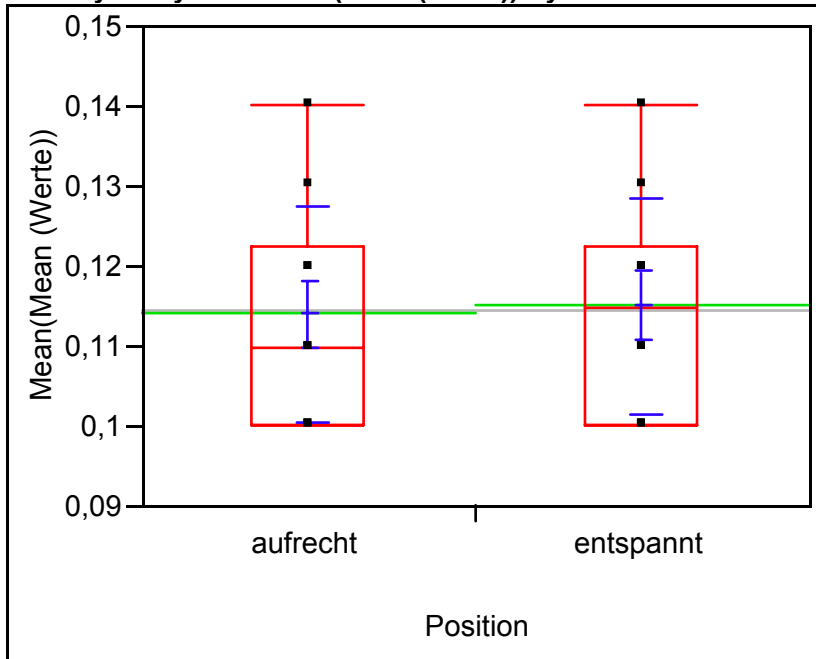
##### 1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,7600	1	0,3833

Abbildung 126: Oneway Analyse, Position, Variable T01 [s]

**Variable T02 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1225	0,139	0,14
entspannt	0,1	0,1	0,1	0,115	0,1225	0,139	0,14

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,114000	0,013499	0,00427	0,10434	0,12366
entspannt	10	0,115000	0,013540	0,00428	0,10531	0,12469

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	102,5	10,2500	-0,156
entspannt	10	107,5	10,7500	0,156

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
107,5	0,15576	0,8762

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

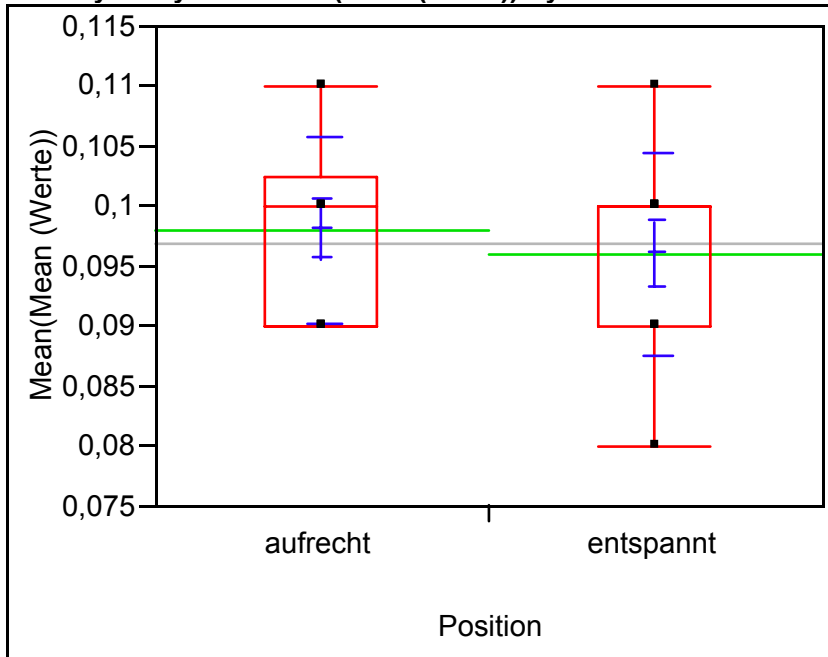
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0379	1	0,8456

**Abbildung 127: Oneway Analyse, Position, Variable T02 [s]**



**Variable T03 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,09	0,09	0,09	0,1	0,1025	0,11	0,11
entspannt	0,08	0,081	0,09	0,1	0,1	0,109	0,11

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,098000	0,007888	0,00249	0,09236	0,10364
entspannt	10	0,096000	0,008433	0,00267	0,08997	0,10203

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	110	11,0000	0,366
entspannt	10	100	10,0000	-0,366

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
100	-0,36582	0,7145

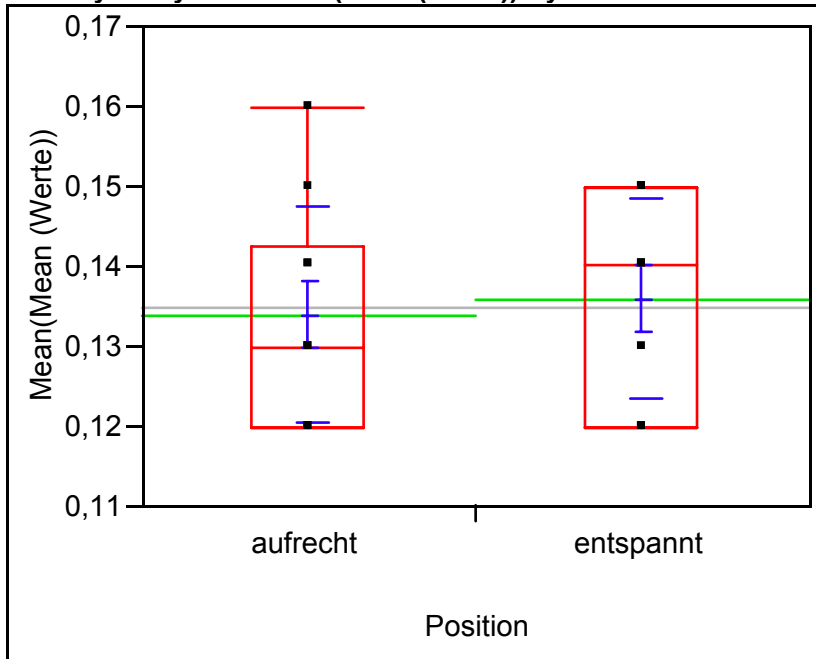
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,1652	1	0,6844

**Abbildung 128: Oneway Analyse, Position, Variable T03 [s]**

**Variable T04 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,12	0,12	0,12	0,13	0,1425	0,159	0,16
entspannt	0,12	0,12	0,12	0,14	0,15	0,15	0,15

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,134000	0,013499	0,00427	0,12434	0,14366
entspannt	10	0,136000	0,012649	0,00400	0,12695	0,14505

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	99,5	9,9500	-0,389
entspannt	10	110,5	11,0500	0,389

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
110,5	0,38909	0,6972

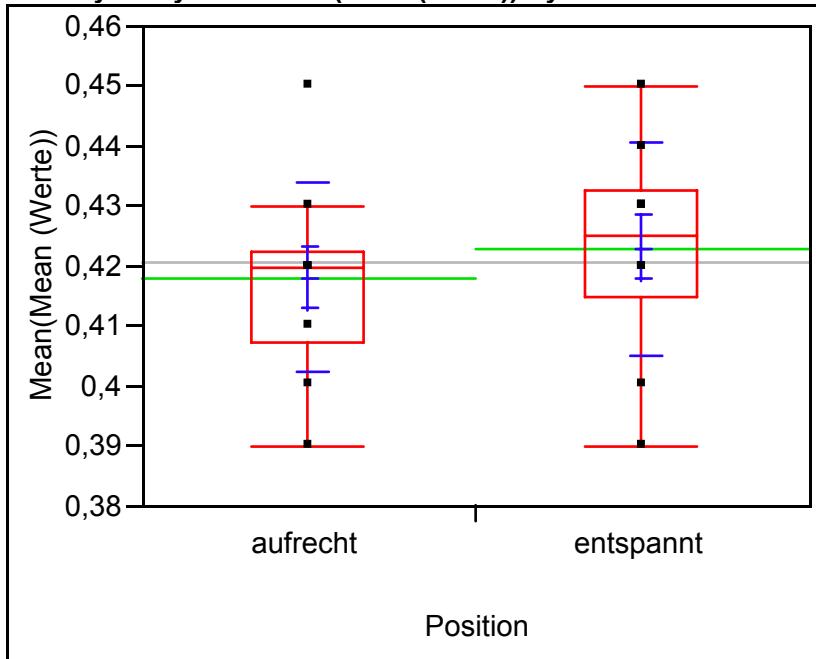
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,1832	1	0,6686

**Abbildung 129: Oneway Analyse, Position, Variable T04 [s]**

**Variable T05 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,39	0,391	0,4075	0,42	0,4225	0,448	0,45
entspannt	0,39	0,391	0,415	0,425	0,4325	0,449	0,45

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,418000	0,016193	0,00512	0,40642	0,42958
entspannt	10	0,423000	0,017670	0,00559	0,41036	0,43564

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	92,5	9,2500	-0,942
entspannt	10	117,5	11,7500	0,942

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
117,5	0,94212	0,3461

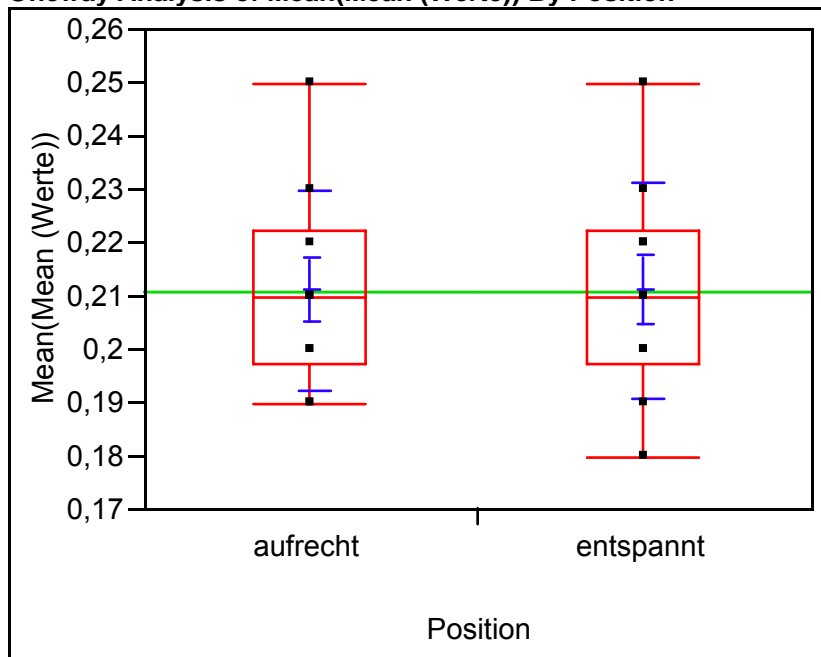
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,9631	1	0,3264

**Abbildung 130: Oneway Analyse, Position, Variable T05 [s]**

**Variable T06 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,19	0,19	0,1975	0,21	0,2225	0,248	0,25
entspannt	0,18	0,181	0,1975	0,21	0,2225	0,248	0,25

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,211000	0,018529	0,00586	0,19774	0,22426
entspannt	10	0,211000	0,020248	0,00640	0,19652	0,22548

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	104	10,4000	-0,038
entspannt	10	106	10,6000	0,038

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
106	0,03838	0,9694

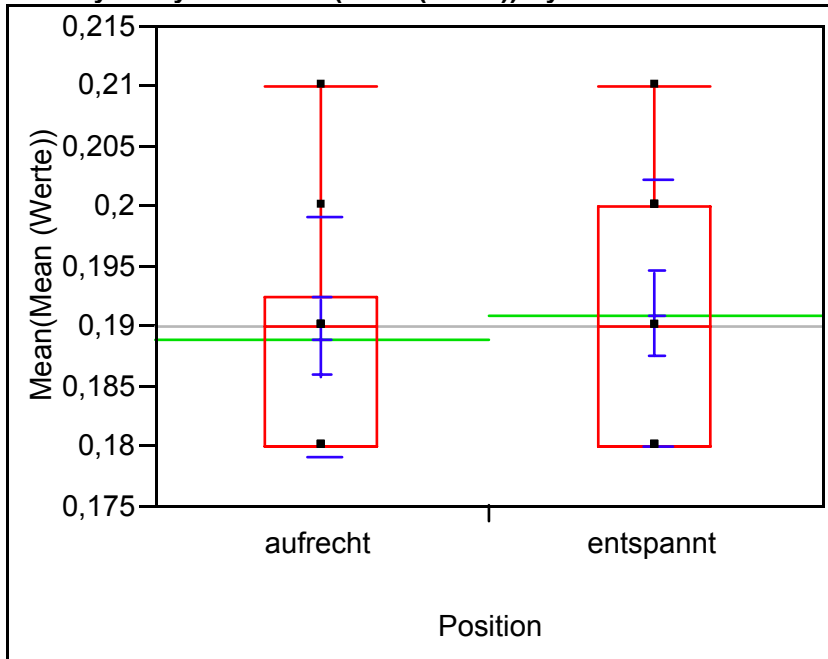
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0059	1	0,9388

**Abbildung 131: Oneway Analyse, Position, Variable T06 [s]**

**Variable T07 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,18	0,18	0,18	0,19	0,1925	0,209	0,21
entspannt	0,18	0,18	0,18	0,19	0,2	0,209	0,21

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,189000	0,009944	0,00314	0,18189	0,19611
entspannt	10	0,191000	0,011005	0,00348	0,18313	0,19887

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	100	10,0000	-0,358
entspannt	10	110	11,0000	0,358

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
110	0,35812	0,7203

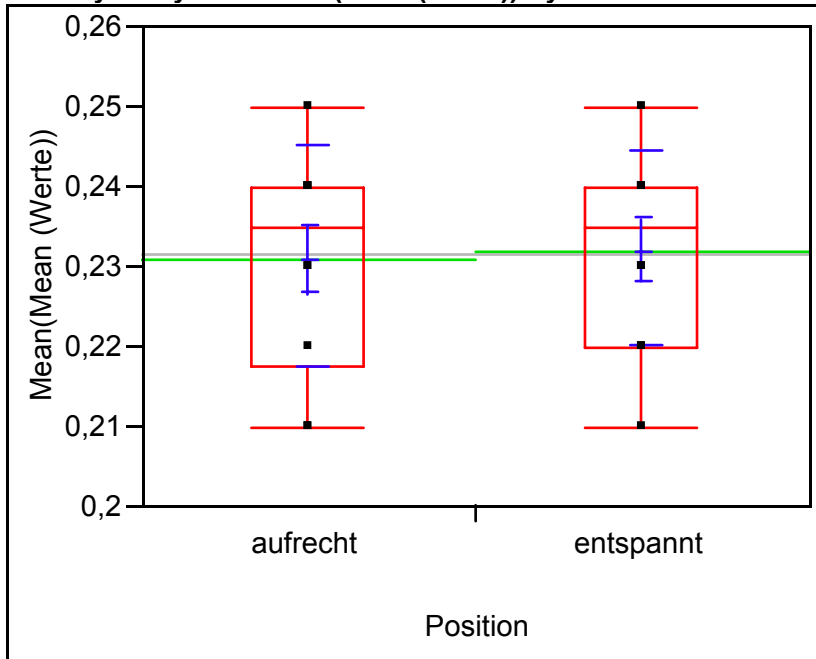
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,1583	1	0,6907

**Abbildung 132: Oneway Analyse, Position, Variable T07 [s]**

**Variable T08 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Position**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
aufrecht	0,21	0,21	0,2175	0,235	0,24	0,249	0,25
entspannt	0,21	0,211	0,22	0,235	0,24	0,249	0,25

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
aufrecht	10	0,231000	0,013703	0,00433	0,22120	0,24080
entspannt	10	0,232000	0,012293	0,00389	0,22321	0,24079

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
aufrecht	10	103,5	10,3500	-0,079
entspannt	10	106,5	10,6500	0,079

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
106,5	0,07870	0,9373

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

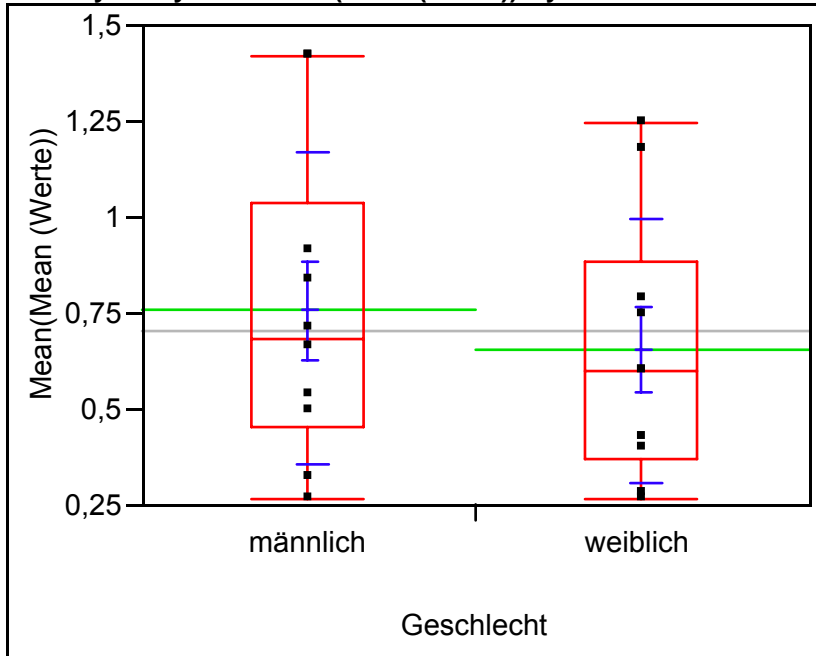
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0139	1	0,9060

**Abbildung 133: Oneway Analyse, Position, Variable T08 [s]**

9.3.4 Einfluss Geschlecht/Distanzen

Variable D02 [mm]

Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht



Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,27	0,275	0,455	0,685	1,0375	1,42	1,42
weiblich	0,27	0,271	0,37	0,6	0,8875	1,243	1,25

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,759000	0,403084	0,12747	0,47065	1,0473
weiblich	10	0,655000	0,344392	0,10891	0,40864	0,9014

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	113,5	11,3500	0,605
weiblich	10	96,5	9,6500	-0,605

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
96,5	-0,60543	0,5449

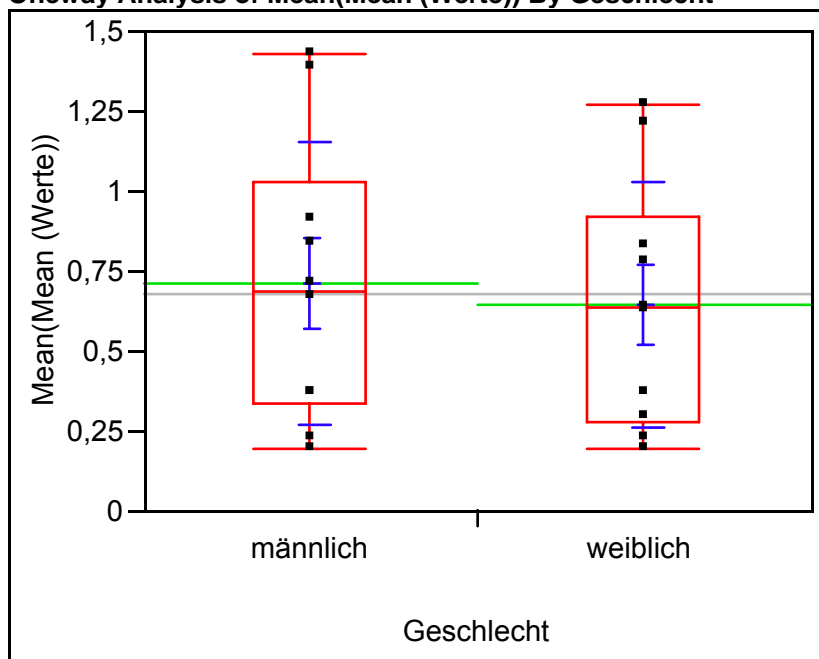
1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,4138	1	0,5201

Abbildung 134: Oneway Analyse, Position, Variable D02 [mm]

**Variable D03 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,2	0,203	0,335	0,69	1,03	1,426	1,43
weiblich	0,2	0,203	0,2825	0,635	0,925	1,264	1,27

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,712000	0,442337	0,13988	0,39557	1,0284
weiblich	10	0,646000	0,384049	0,12145	0,37127	0,9207

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	112	11,2000	0,492
weiblich	10	98	9,8000	-0,492

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
98	-0,49247	0,6224

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

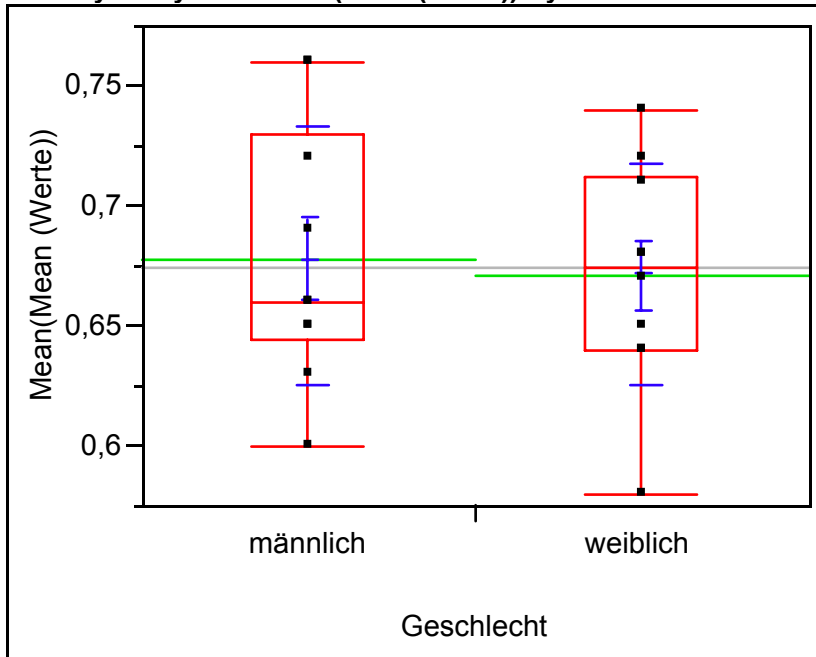
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,2813	1	0,5959

**Abbildung 135: Oneway Analyse, Position, Variable D03 [mm]**



**Variable D04 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,6	0,603	0,645	0,66	0,73	0,76	0,76
weiblich	0,58	0,586	0,64	0,675	0,7125	0,738	0,74

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,678000	0,053707	0,01698	0,63958	0,71642
weiblich	10	0,671000	0,046536	0,01472	0,63771	0,70429

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	107,5	10,7500	0,152
weiblich	10	102,5	10,2500	-0,152

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
102,5	-0,15170	0,8794

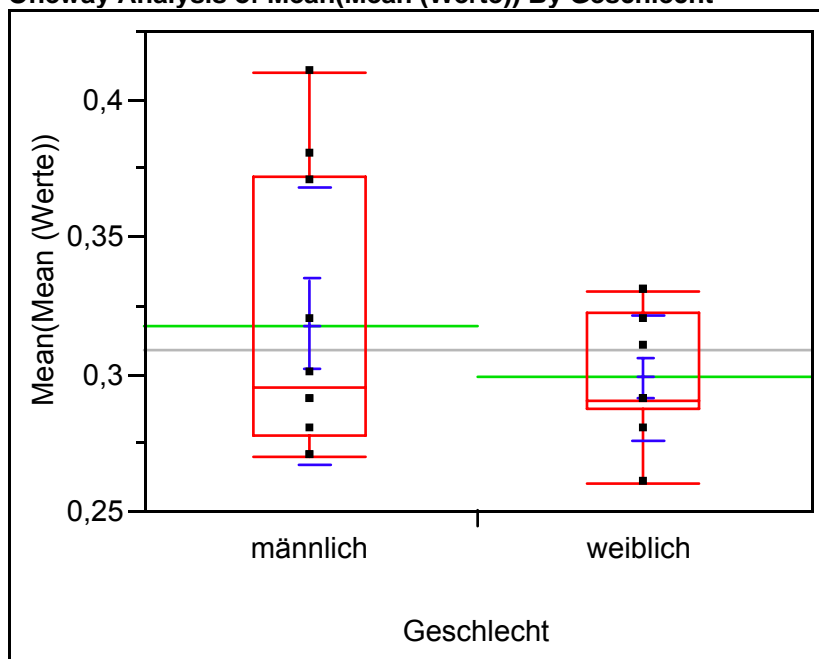
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0360	1	0,8496

**Abbildung 136: Oneway Analyse, Position, Variable D04 [mm]**

**Variable D05 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,27	0,27	0,2775	0,295	0,3725	0,407	0,41
weiblich	0,26	0,262	0,2875	0,29	0,3225	0,33	0,33

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,318000	0,050509	0,01597	0,28187	0,35413
weiblich	10	0,299000	0,022828	0,00722	0,28267	0,31533

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	110	11,0000	0,345
weiblich	10	100	10,0000	-0,345

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
100	-0,34527	0,7299

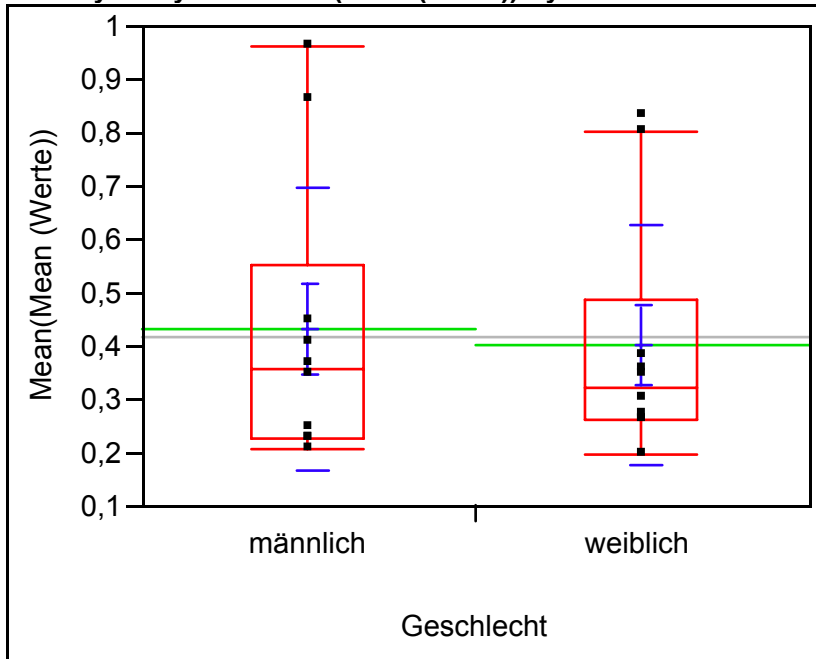
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,1472	1	0,7013

**Abbildung 137: Oneway Analyse, Position, Variable D05 [mm]**

**Variable D07 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,21	0,212	0,23	0,36	0,5525	0,95	0,96
weiblich	0,2	0,206	0,26	0,325	0,485	0,827	0,83

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,432000	0,266116	0,08415	0,24163	0,62237
weiblich	10	0,401000	0,224967	0,07114	0,24007	0,56193

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	107,5	10,7500	0,151
weiblich	10	102,5	10,2500	-0,151

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
102,5	-0,15136	0,8797

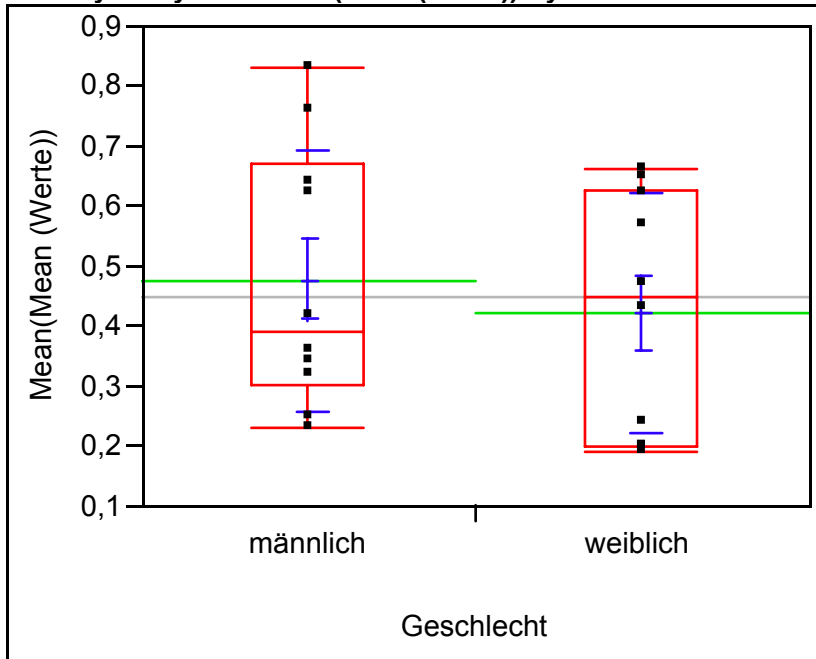
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0358	1	0,8499

**Abbildung 138: Oneway Analyse, Position, Variable D07 [mm]**

**Variable D08 [mm]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,23	0,232	0,3025	0,39	0,67	0,823	0,83
weiblich	0,19	0,191	0,2	0,45	0,6275	0,659	0,66

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,477000	0,217207	0,06869	0,32162	0,63238
weiblich	10	0,423000	0,199335	0,06304	0,28040	0,56560

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	113,5	11,3500	0,605
weiblich	10	96,5	9,6500	-0,605

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
96,5	-0,60520	0,5450

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

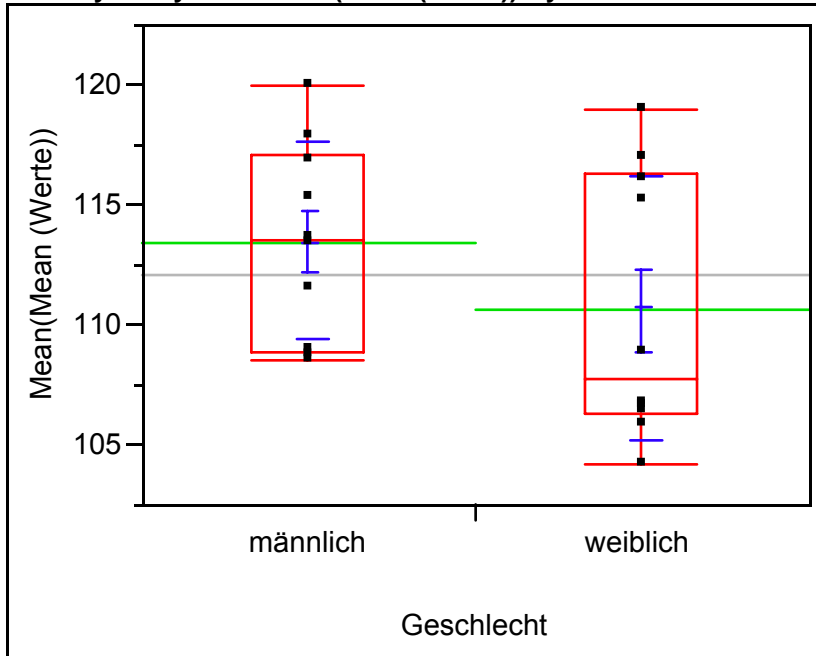
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,4135	1	0,5202

**Abbildung 139: Oneway Analyse, Position, Variable D08 [mm]**

9.3.5 Einfluss Geschlecht/Winkel

Variable Alpha1 [°]

Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht



Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	108,53	108,55	108,91	113,545	117,11	119,807	120,02
weiblich	104,2	104,371	106,345	107,83	116,3175	118,761	118,96

Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	113,500	4,05419	1,2820	110,60	116,40
weiblich	10	110,617	5,52450	1,7470	106,67	114,57

Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	123	12,3000	1,323
weiblich	10	87	8,7000	-1,323

2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
87	-1,32288	0,1859

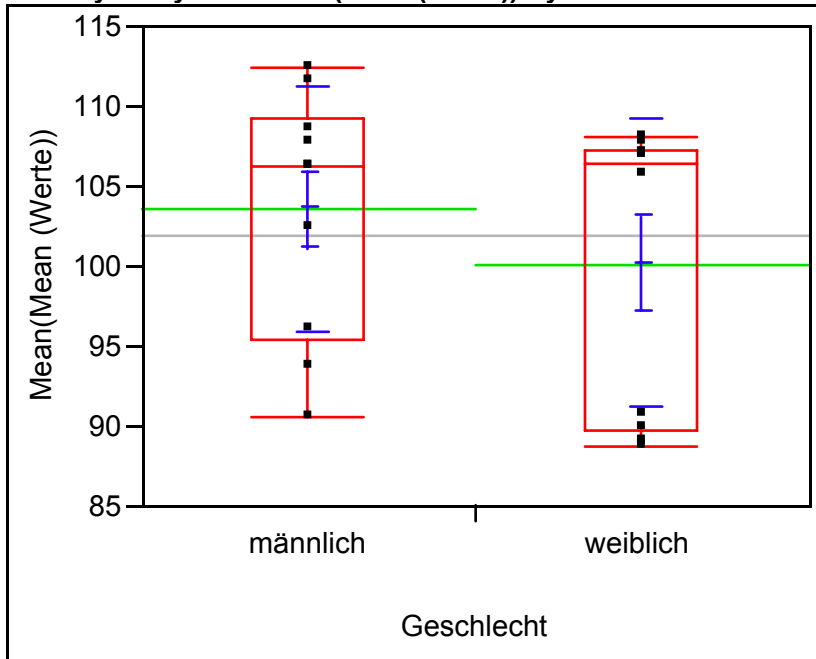
1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
1,8514	1	0,1736

Abbildung 140: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 1 [°]

**Variable Alpha 3 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	90,66	90,962	95,465	106,275	109,3	112,297	112,37
weiblich	88,74	88,767	89,7525	106,36	107,2925	108,026	108,05

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	103,573	7,61150	2,4070	98,128	109,02
weiblich	10	100,134	9,07060	2,8684	93,645	106,62

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	118	11,8000	0,945
weiblich	10	92	9,2000	-0,945

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
92	-0,94491	0,3447

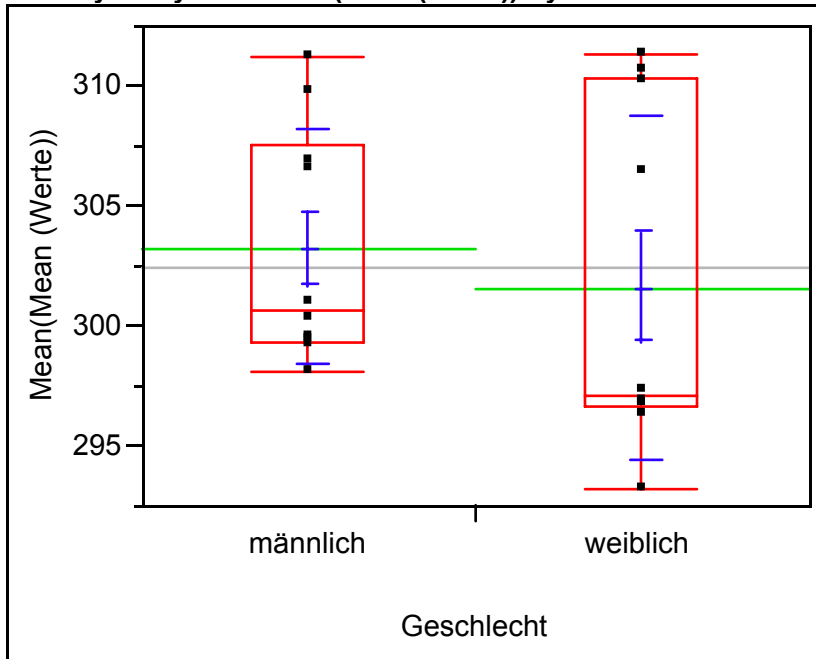
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,9657	1	0,3258

**Abbildung 141: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 3 [°]**

**Variable Alpha 4 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	298,16	298,263	299,385	300,645	307,595	311,093	311,24
weiblich	293,2	293,508	296,625	297,135	310,3625	311,3	311,37

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	303,217	4,88487	1,5447	299,72	306,71
weiblich	10	301,603	7,16197	2,2648	296,48	306,73

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	121	12,1000	1,172
weiblich	10	89	8,9000	-1,172

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
89	-1,17169	0,2413

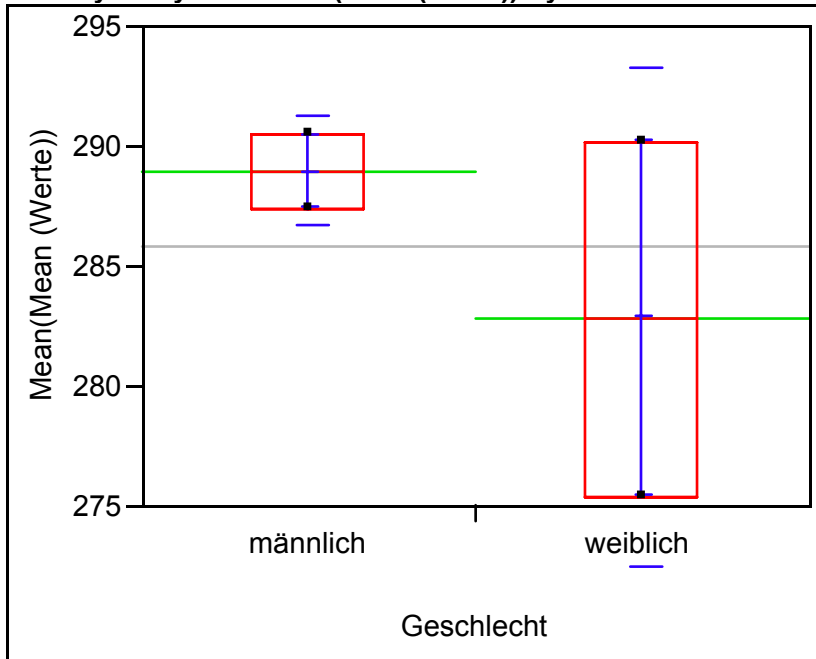
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
1,4629	1	0,2265

**Abbildung 142: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 4 [°]**

**Variable Alpha 7 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	287,34	287,34	287,34	288,935	290,53	290,53	290,53
weiblich	275,44	275,44	275,44	282,8	290,16	290,16	290,16

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	2	288,935	2,2557	1,5950	268,67	309,20
weiblich	2	282,800	10,4086	7,3600	189,28	376,32

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	2	6	3,00000	0,387
weiblich	2	4	2,00000	-0,387

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
4	-0,38730	0,6985

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6000	1	0,4386

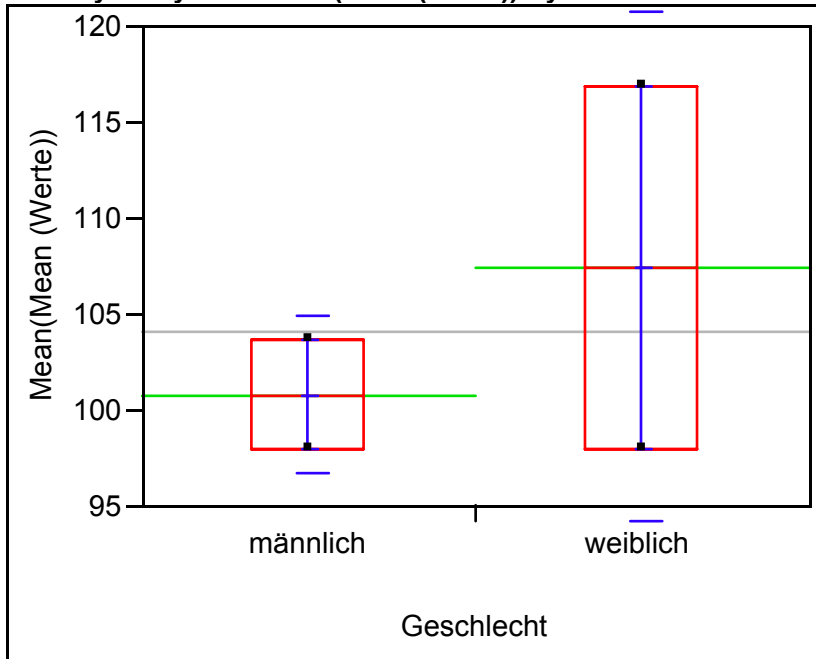
Small sample sizes.

**Abbildung 143: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 7 [°]**



**Variable Alpha 8 [°]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	97,95	97,95	97,95	100,79	103,63	103,63	103,63
weiblich	98	98	98	107,445	116,89	116,89	116,89

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	2	100,790	4,0164	2,8400	64,70	136,88
weiblich	2	107,445	13,3572	9,4450	-12,57	227,46

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	2	4	2,00000	-0,387
weiblich	2	6	3,00000	0,387

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
6	0,38730	0,6985

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6000	1	0,4386

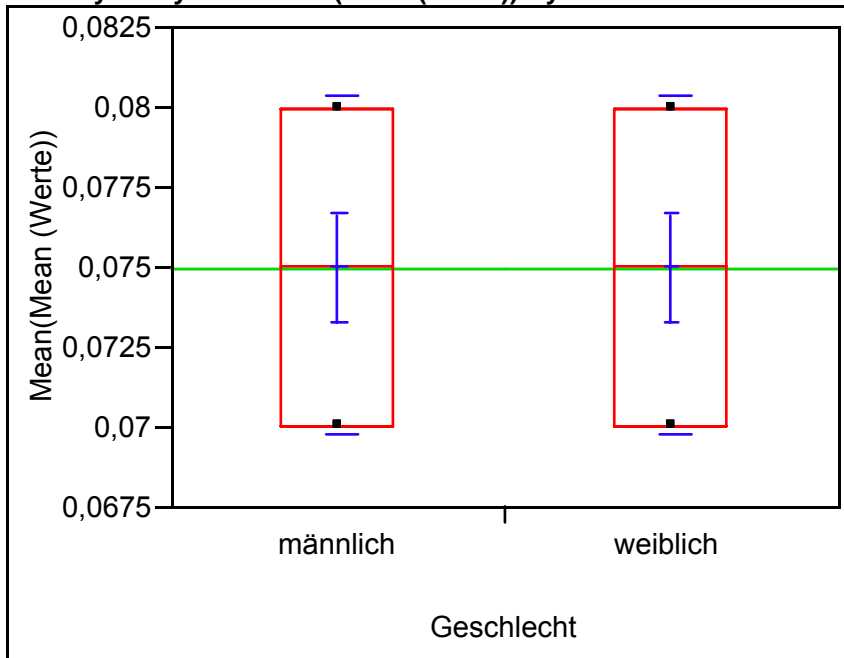
Small sample sizes.

**Abbildung 144: Oneway Analyse, Position, Variable Alpha 8 [°]**

### 9.3.6 Einfluss Geschlecht Zeitspannen

#### Variable T01 [s]

##### Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht



##### Quantiles

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,07	0,07	0,07	0,075	0,08	0,08	0,08
weiblich	0,07	0,07	0,07	0,075	0,08	0,08	0,08

##### Means and Std Deviations

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,075000	0,005270	0,00167	0,07123	0,07877
weiblich	10	0,075000	0,005270	0,00167	0,07123	0,07877

##### Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	105	10,5000	0,000
weiblich	10	105	10,5000	0,000

##### 2-Sample Test, Normal Approximation

S	Z	Prob> Z
105	0,00000	1,0000

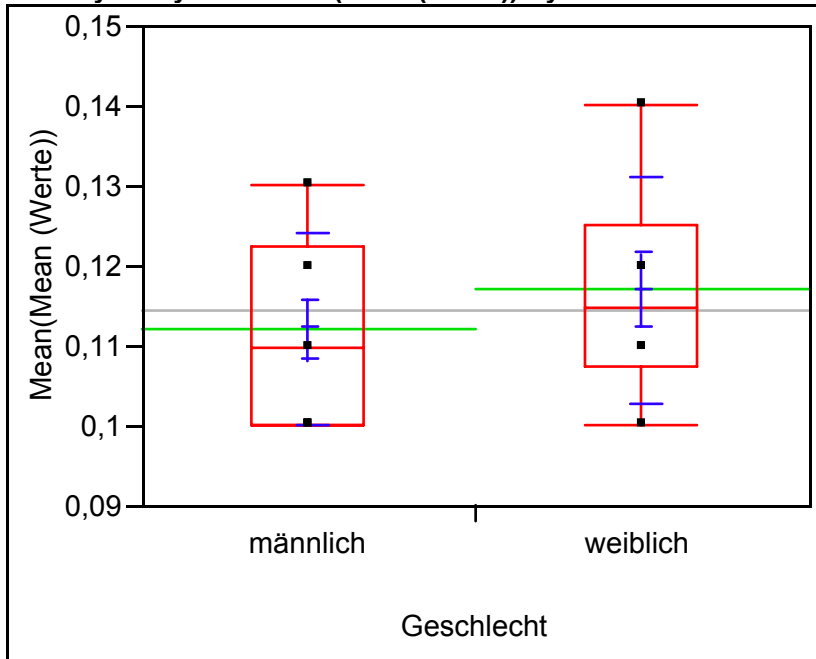
##### 1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,0000	1	1,0000

Abbildung 145: Oneway Analyse, Position, Variable T01 [s]

**Variable T02 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1225	0,13	0,13
weiblich	0,1	0,1	0,1075	0,115	0,125	0,14	0,14

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,112000	0,012293	0,00389	0,10321	0,12079
weiblich	10	0,117000	0,014181	0,00448	0,10686	0,12714

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	95	9,5000	-0,740
weiblich	10	115	11,5000	0,740

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
115	0,73987	0,4594

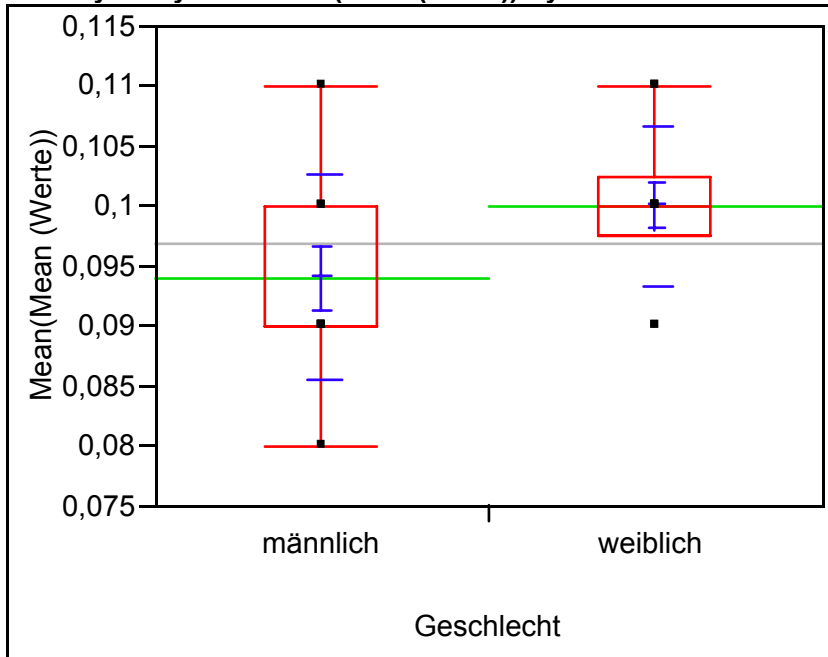
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
0,6065	1	0,4361

**Abbildung 146: Oneway Analyse, Position, Variable T02 [s]**

**Variable T03 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,08	0,081	0,09	0,09	0,1	0,109	0,11
weiblich	0,09	0,09	0,0975	0,1	0,1025	0,11	0,11

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,094000	0,008433	0,00267	0,08797	0,10003
weiblich	10	0,100000	0,006667	0,00211	0,09523	0,10477

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	84	8,4000	-1,667
weiblich	10	126	12,6000	1,667

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
126	1,66652	0,0956

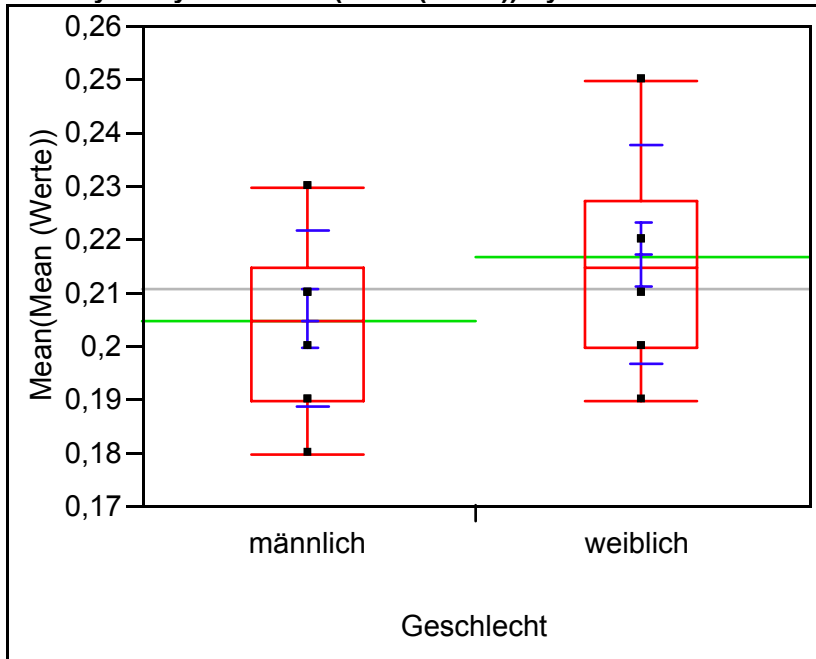
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
2,9144	1	0,0878

**Abbildung 147: Oneway Analyse, Position, Variable T03 [s]**

**Variable T06 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,18	0,181	0,19	0,205	0,215	0,23	0,23
weiblich	0,19	0,191	0,2	0,215	0,2275	0,25	0,25

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,205000	0,016499	0,00522	0,19320	0,21680
weiblich	10	0,217000	0,020028	0,00633	0,20267	0,23133

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	88	8,8000	-1,266
weiblich	10	122	12,2000	1,266

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
122	1,26647	0,2053

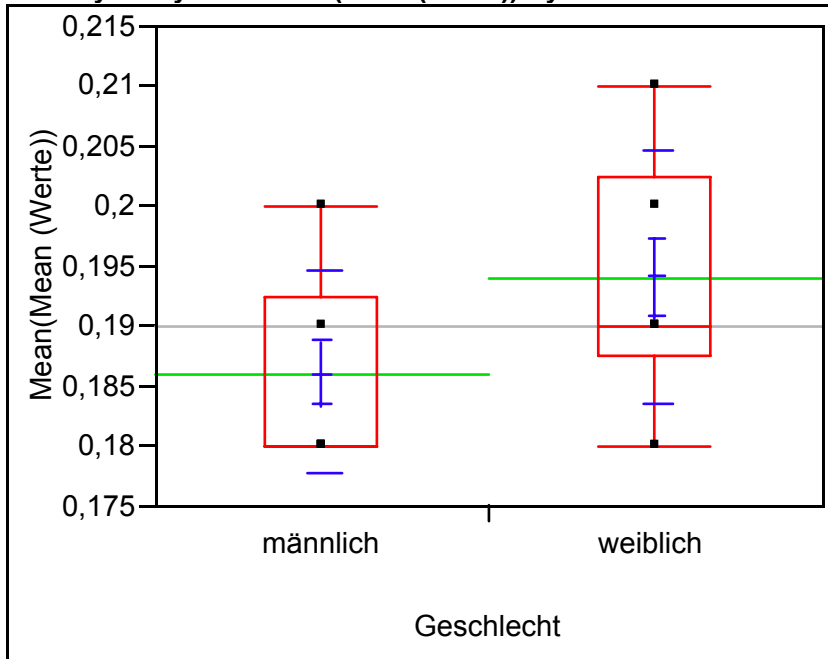
**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
1,7026	1	0,1919

**Abbildung 148: Oneway Analyse, Position, Variable T06 [s]**

**Variable T07 [s]**

**Oneway Analysis of Mean(Mean (Werte)) By Geschlecht**



**Quantiles**

Level	Minimum	10%	25%	Median	75%	90%	Maximum
männlich	0,18	0,18	0,18	0,18	0,1925	0,2	0,2
weiblich	0,18	0,18	0,1875	0,19	0,2025	0,21	0,21

**Means and Std Deviations**

Level	Number	Mean	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
männlich	10	0,186000	0,008433	0,00267	0,17997	0,19203
weiblich	10	0,194000	0,010750	0,00340	0,18631	0,20169

**Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)**

Level	Count	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
männlich	10	83	8,3000	-1,711
weiblich	10	127	12,7000	1,711

**2-Sample Test, Normal Approximation**

S	Z	Prob> Z
127	1,71102	0,0871

**1-way Test, ChiSquare Approximation**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
3,0653	1	0,0800

**Abbildung 149: Oneway Analyse, Position, Variable T07 [s]**

## 9.4 Fragebogen zur Erfassung relevanter Daten für die EMA- Messungen

Datum:

**Name:**

**Vorname:**

**Straße:**

**PLZ:**

**Ort:**

Geb.:

Telefonnr.:

### 1. Anamnese:

Prä-, peri-, postnatale Auffälligkeiten: nein  ja , welche:

Stillen: nein  ja , wie lange:

Flasche, welcher Sauger: nein  ja , wie lange:

Schnuller, welcher: nein  ja , wie lange:

Feste Nahrung, ab wann:

Essstörungen: nein  ja

Schluck-, Verdauungsprobleme: nein  ja

Entwicklungsstörung der Motorik: nein  ja

(Verzögerung beim Laufen lernen, ...)

Entwicklungsstörung des Sprechens: nein  ja

Lutschgewohnheiten, Habits: nein  ja , welche:

Auffälligkeiten in der Familie/Geschwister: nein  ja , welche:

### 1.1 Allgemeinerkrankungen:

Stoffwechselerkrankungen: nein  ja , welche:

Verdauungsprobleme: nein  ja , welche:

Adipositas: nein  ja

Größe:

Gewicht:

Allergien: nein  ja , welche:

Asthma: nein  ja

HNO: häufige Erkrankungen:

Tonsillenerkr., Adenoide:   nein  ja

Atmung:                   MA  NA

Septumabweichung:       nein  ja

Nebenhöhlenerkr.:       nein  ja

Luftschlucken, Globusgefühl:   nein  ja

Muskeltonus Körperhaltung:

Traumen:                   nein  ja , welche:

Operationen:               nein  ja , welche:

Neurologische Befunde:       nein  ja , welche:

Verhalten, Psyche (Erkrank.):   nein  ja , welche

## 2. Befunde:

### 2.1 Zahnmedizin:

Pflegezustand, Mundhygiene:

Okklusion:

Klasse:

Offener Biss:           nein  ja

Kreuzbiss:              nein  ja

Schneidezahnstufe (mm): vertikal:

saggital:

Diastema:               nein  ja

Protrusion, OK,UK:                   nein  ja

Zungenband (eingeschränkte Beweglichk., ): nein  ja

Lippenband (hoch ansetzend, ...):   nein  ja

LKG- Spalte:                   nein  ja

Kiefergelenk (Auffälligkeiten):       nein  ja

SKD:

Mundöffnung:

    bogenförmig:

    s- förmig:

    termin. Abweichung:



Knirschen:                    nein     ja

Pressen:                    nein     ja

Orofazialer Schmerz:    nein     ja

Kopfschmerz:            nein     ja

Sonstiger Schmerz:    nein     ja

KFO- Behandlung:        nein     ja

von:    bis: (LJ.)

Apparatur:

Rezidive:                    nein     ja , welche:

Kieferchirurgische Eingriffe:    nein     ja , welche:

Parodontologie (Auffälligkeiten):    nein     ja , welche:

## 2.2 Logopädie, Sprachtherapie:

Sigmatismus:            nein     ja

Schetismus lat.:        nein     ja

Multiple Dyslalie:        nein     ja

Multiple Interdentalität:    nein     ja

Andere Sprechstörungen:    nein     ja , welche:

Sprachstörungen:        nein     ja , welche:

Stimmstörungen:        nein     ja , welche:

Logopädische Behandlung:    nein     ja

von: bis:

## 2.3 Orofaziale Funktion:

Lippen: Morphologie:

    Tonus, Beweglichkeit:

    Lippenschluss:

    Lippensaugen, -beissen:        nein     ja

    Einlagern:                    nein     ja

    Speichel/Risse in Mundwinkeln:    nein     ja

Lippenlecken: nein  ja   
Lippendruck: normal , erhöht , vermindert

Zunge: Morphologie:

Tonus:  
Impressionen: nein  ja   
Asymmetrien: nein  ja   
Ankyloglossie: nein  ja   
Makroglossie: nein  ja

Ruhelage:

Motilität:

Kiefer: normale Breite  zu geringe transversale Breite

Frontaler Engstand: OK: nein  ja

UK: nein  ja

Wangentonus.

Impressionen: nein  ja

Muskelbefunde (Druckdolenzen, Myogelosen, Hypertrophien, ... :

nein  ja

m.masseter: rechts  links

m.mentalis: rechts  links

Gaumen: Form: normal  hoch/spitz

Schluckmuster (angestrengt, verkrampft): nein  ja

Grimasse, Synergismen: nein  ja

Geräusche: nein  ja

Speichelaustritt: nein  ja

Zunge: addental:

interdental:

sichtbar:

Zahnreihe: geschlossen , offen

m.orbicularis oris: normal  hyperaktiv  inaktiv

Ernährung: ausgewogen  einseitig

Atmung: Mund

Nase

Mischatmung

Nasenlochtest (Spiegel): positiv  negativ

Beim Schlafen:

Besonderheiten:

Zahnwechsel: normal  verzögert

Sonstiges:

## **9.5 Probandeninformation**

### **zur Analyse von Lippen- und Zungenbewegungen mittels elektromagnetischer Artikulographie**

Ziel der durchzuführenden Untersuchung ist die Analyse von Lippen- und Zungenbewegungen bei Sprech- und Schluckbewegungen zur Untersuchung des Einflusses von muskulären Fehlfunktionen, Kieferfehlstellungen und deren Korrekturen auf die Lippen- und Zungenmotorik.

Aus der Studie werden neue Erkenntnisse über den Einfluss kieferorthopädischer, kieferchirurgischer und funktionsverbessernder Maßnahmen auf die Muskulatur im Lippen-, Zungen- und Kieferbereich erwartet, um die Stabilität kieferorthopädischer Behandlungsergebnisse zu verbessern.

Die Analyse der Bewegungen erfolgt mit der so genannten elektromagnetischen Artikulographie. Dabei werden zunächst auf die zu untersuchenden Stellen (Lippen, Zunge, Kiefer) kleine Empfängerspulen (Durchmesser: 3 x 2 x 1,5 mm) geklebt, an denen jeweils ein dünnes Kabel befestigt ist. Die Kabel der Empfängerspulen werden am Messgerät angeschlossen. Ein Ablösen der Empfängerspulen während der Untersuchung kann es erforderlich machen, diese zu unterbrechen und die Spulen erneut wieder zu befestigen.

Anschließend wird auf den Kopf des Probanden ein Messhelm mit drei Senderspulen, welche elektromagnetische Felder ausstrahlen, aufgesetzt. Die dabei ausgestrahlten Felder bedeuten keinerlei Risiko für die zu untersuchende Person. Ein Verschlucken der Empfängerspulen ist durch die daran befestigten Kabel praktisch ausgeschlossen.

Während der Untersuchung werden bestimmte Sprech- und Schluckbewegungen aufgezeichnet. Die Untersuchungsdauer beträgt ca. 30 min.

Am Untersuchungsende werden die Empfängerspulen wieder vorsichtig abgelöst, ohne dass dabei die Haut oder Schleimhaut verletzt wird. Möglicherweise

kann durch verbliebene Klebereste die Tastempfindung an der Zunge bis zu 30min. beeinträchtigt sein.

Bei der Studie handelt es sich um eine so genannte offene Studie, bei der die Probanden nach bestimmten Krankheitskriterien bzw. als Kontrollgruppe gesunde Probanden ausgewählt werden.

Die Teilnahme an der Studie hat keinerlei Auswirkung auf die Art der durchgeführten therapeutischen Maßnahmen und ist für die zu untersuchende Person freiwillig. Der Proband hat das Recht, jederzeit und ohne Angabe von Gründen und ohne Benachteiligung bei der weiteren Behandlung aus der Studie auszuscheiden. Es wird darauf hingewiesen, dass das Arztgeheimnis gewahrt bleibt und Daten nur in anonymer Form weitergegeben bzw. veröffentlicht werden.

Der Proband kann selbst erwägen, ob er für die oben genannten Ziele die aufgeführten Risiken auf sich nehmen will.

## 9.6 Einverständniserklärung

Mit der Unterschrift erklärt sich der Unterzeichnende bereit, dass er über die Ziele der Studie, die Untersuchungsmethoden und deren Risiken, über die Freiwilligkeit der Teilnahme sowie die Möglichkeit, jederzeit und ohne Angabe von Gründen und ohne Benachteiligung bei der weiteren Behandlung aus der Studie ausscheiden zu können, ausreichend informiert, ausreichend informiert worden ist und keine weiteren Fragen mehr hat.

**Datum, Unterschrift (Proband):**

.....

**Datum, Unterschrift (Untersucher):**

.....

### **10. Danksagung**

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. Göz für die freundliche Überlassung des sehr interessanten und umfassenden Themas, sowie für seine Unterstützung während der Promotionsphase.

Mein besonders herzlicher Dank gilt Herrn Dr. Hansjörg Horn für seine hervorragende Betreuung während der gesamten Zeit. Insbesondere in der Phase der Planung, sowie Durchführung der Auswertung und deren statistischer Betrachtung, stand er in vielen umfangreichen Gesprächen immer konstruktiv kritisch und sehr hilfreich zur Seite.

Ich bedanke mich bei Herrn Diplomphysiker Edgar Schaupp für seine umfassende Unterstützung bei Messung und Programmierung der Software, inklusive aller Sonderwünsche, sowie auch bei Herrn Dr. Axmann für seine Hilfe bei der Strukturierung der gewonnenen Daten und deren statistischer Auswertung.

Weiterhin bedanke ich mich bei allen Probanden, die in ihrer Freizeit unentgeltlich an den zeitaufwendigen Messungen teilgenommen haben.

Einen besonderen Dank an meine Freundin Karin und meine Eltern für Ihre Unterstützung während der gesamten Zeit, die diese Dissertation in Anspruch genommen hat. Abschließend danke ich Diana, die bei der Korrektur hilfreich zur Seite stand.

## 11. Lebenslauf

Bernd Koos

Geb. 15.11.1977 in Trier

### AUSBILDUNG

---

- 1996           Abitur  
                  Max Planck Gymnasium, Trier
- 1997 – 2001   Zivildienst, Deutsches Rotes Kreuz, Mainz-Mitte  
                  Ausbildung zum Rettungssanitäter, DRK Mainz  
                  Vorklinischer Studienabschnitt Medizin,  
                  Johannes Gutenberg - Universität Mainz
- 2001 – 2006   Studium der Zahnheilkunde,  
                  Eberhard Karls Universität Tübingen
- 01.12.2006    Staatsexamen Zahnmedizin
- 2004 – 2006   freie wissenschaftliche Mitarbeit, Ossacur AG,  
                  Oberstenfeld, Tübingen
- 2005 – 2007   Wissenschaftliche Hilfskraft,  
                  als Beauftragter der Lehrevaluation, Zahnmedizin  
                  Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, UKT
- 2007 – 2008   Anstellung als Zahnarzt, allgemein-zahnärztliches Jahr,  
                  Zentrale Ambulanz, Leitung: Prof. Dr. Dr. G. Göz  
                  Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, UKT
- Seit 2008     Weiterbildungsassistent für Kieferorthopädie,  
                  Poliklinik für Kieferorthopädie, Leitung: Prof. Dr. Dr. G. Göz  
                  Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, UKT

### INTERESSEN

---

- 2005 – 2006   Mitglied des Fakultätsrates Medizin/Zahnmedizin,  
                  Universität Tübingen
- 2004 – 2006   Geschäftsführer der Fachschaft Zahnmedizin,  
                  Universität Tübingen
- 2004 – 2006   Mitglied der Studienkommission Zahnmedizin,  
                  Universität Tübingen
- 2004 – 2006   Studentenvertreter im Freien Verband Deutscher Zahnärzte
-