

# Bedienungsanleitung

## Vierkugel-Apparat VKA-110

nach DIN 51350

### **1. Zur Sicherheit ab Seite 5**

**1.1 Allgemeines**

**1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung**

**1.3 Sicherheitseinrichtungen am VKA-110**

**1.4 Transport**

**1.5 Arbeitsschutz**

**1.6 Reinigung und Wartung**

**1.7 Elektrik**

**1.8 Not-Aus**

**1.9 Bei Feuer**

**1.10 Umweltschutz**

### **2. Bedienung / Steuerung „Option-4“ Seite 8**

**2.1 Einschalten**

**2.2 Ausschalten**

**2.3 Steuerung „Option-4“**

**2.3.1 Optionen**

**2.3.1.1 USB-Schnittstelle**

**2.3.1.2 Nullpunkt Gewicht**

**2.3.1.3 Zusatzoptionen**

**2.3.1.4 Temperaturregelung**

**2.3.1.5 Mehr Datenpunkte**

**2.3.1.6 Kalibrierung**

**2.3.1.7 Ohne Zusatzoptionen testen**

**2.3.1.8 FTP-Server**

**2.3.1.9 WebVisu und Webinterface**

**2.3.2 Messung**

**2.3.2.1 Messung**

**2.3.2.2 Zeitversetzte Aufzeichnung**

**2.3.2.3 Stopp-Kriterium Messung**

**2.3.2.4 Maximales Drehmoment**

**2.3.2.5 Ungeregelt / Geregelt**

**2.3.2.6 Schrittsteuerung**

**2.3.3 Status**

**2.3.3.1 Status**

**2.4 Laufgewichtseinstellung**

**2.5 Montage der Zusatzgewichte**

**2.6 Kugelhalter**

**2.6.1 Einsetzen und Bestücken des Kugelhalters**

**2.6.2 Demontage des Kugelhalters**

**2.7 Kugeltopf-Standard und Temperierbarer-Kugeltopf**

**2.7.1 Belastung der Kugeltöpfe**

**2.7.2 Entlastung der Kugeltöpfe**

**2.7.3 Messmikroskop**

## **2.8 Versuchsarten**

### **3. Versuchsbeschreibung Seite 22**

#### **3.1 Versuchsarten**

**3.1.1 Vor jedem Versuch ist zu beachten**

**3.1.2 Übliche Kurzzeitversuche**

**3.1.3 Langzeitversuche**

**3.1.4 Untersuchung von Werkstoffen**

#### **3.2 Vorgänge bei den Versuche**

**3.2.1 Die Verhältnisse bei niedrigen Belastungen**

**3.2.2 Die Verhältnisse bei hohen Belastungen**

**3.2.2.1 Der Verschleißdurchmesser**

**3.2.2.2 Die 2,5- Sec- Verschleißverzögerungszeit**

**3.2.3 Die Verhältnisse bei sehr hohen Belastungen**

### **4. Wartung Seite 29**

**4.1 Spindellagerung**

**4.2 Kugelhalter**

**4.3 Kugeltopf-Standard und Temperierbarer-Kugeltopf**

**4.4 Schneidenlagerungen**

### **5. Aufstellung Seite 30**

**5.1 Standortwahl**

**5.2 Bodenbeschaffenheit**

## **5.3 Platzbedarf**

## **5.4 Mechanische Installation**

### **5.4.1 Installation des Gehäuses (Pos.1)**

### **5.4.2 Installation des Trägers für Schreibgeräte (Pos.19)**

### **5.4.3 Gewichtsbalken (Pos.24)**

#### **5.4.3.1 Installation des Gewichtsbalkens**

#### **5.4.3.2 Der Gewichtsbalken**

### **5.4.4 Installation der Stoßstange (Pos.22), des Stößels (Pos.20), des Lagers (Pos.64) und des Drehtellers (Pos.21)**

### **5.4.5 Montage des Ständers für die Steuerung „Option-4“**

### **5.4.6 Montage der Steuerung „Option-4“**

## **5.5 Elektrische Installation**

## **6. Ersatz- und Verschleißteile/ Zusammenbauzeichnung Seite 33**

## **7. Elektrik/ Stromplan Seite 33**

## **8. VKA Schulung Seite 33**

# **1. Zur Sicherheit**

## **1.1 Allgemeines:**

Der Vierkugel-Apparat VKA-110 ist nach dem Stand der Technik konstruiert und bei bestimmungsgemäßer Verwendung und unter Beachtung der Sicherheitsbedingungen betriebssicher.

Obwohl die Anlage nach dem Stand der Technik betriebssicher gebaut wurde, können von ihr Gefahren ausgehen, wenn sie:

- von nicht geschultem oder nicht eingewiesenem Personal bedient wird.
- nicht nach der bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt wird.
- unsachgemäß instand gehalten oder gewartet wird.

Jede Person, die mit der Aufstellung, Bedienung, Wartung, Reparatur und Inspektion des VKA-110 befasst ist, muss die Bedienungsanleitung und die Sicherheitsbedingungen gelesen und verstanden haben.

Der Betreiber des VKA-110 ist verpflichtet das Bedienungspersonal zu unterweisen, um dieses vor Gefährdung der Gesundheit oder anderen sicherheitstechnischen Gefahren zu schützen. Außerdem ist der Betreiber verpflichtet, das Bedienungspersonal über die sichere und ordnungsgemäße Bedienung, Instandhaltung, Wartung und den sachgerechten Betrieb der Anlage zu unterweisen.

## **1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung**

Der Vierkugel- Apparat VKA-110 ist zur mechanischen Untersuchung von Schmierstoffen bestimmt.

Jeder darüber hinausgehende Gebrauch gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet allein der Betreiber / Benutzer der Anlage.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch das Einhalten der Hinweise

- zur Sicherheit
- zum Betrieb
- zur Instandhaltung und Wartung,

die in dieser Betriebsanleitung beschrieben werden.

**Wird der Vierkugel-Apparat VKA-110 mechanisch oder elektrisch verändert, erlischt die Gewährleistung.**

### **1.3 Sicherheitseinrichtungen am Vierkugel-Apparat VKA-110**

Hauptschalter Q1	0 = Anlage AUS. I = Anlage EIN.
Sicherungsautomat F3	0 = Überlastung Steckdose 1 + 2 + Lüfter. I = Spannung an Steckdose 1 + 2 + Lüfter EIN
Sicherungsautomat F1	0 = Überlastung der Steuerspannung. 1 = Steuerspannung EIN.
Sicherungsautomat F2	0 = Überlastung der Versorgungsspannung für Frequenzumrichter/Motor. I = Versorgungsspannung für Frequenzumrichter/Motor EIN.

### **1.4 Transport**

Der Vierkugel-Apparat VKA-110 ist sofort nach Erhalt auszupacken und auf eventuelle eingetretene Transportschäden und das lose mitgelieferte Zubehör auf Vollständigkeit zu kontrollieren.

Schäden oder fehlende Teile müssen innerhalb von 10 Tagen reklamiert werden.

Benutzen Sie nur ausreichend dimensionierte Transport- und Anschlagmittel. (Gabelstapler, Kran, Gurtbänder).

### **1.5 Arbeitsschutz**

Der Vierkugel-Apparat VKA-110 ist nach der EG-Maschinenrichtlinie und den in Frage kommenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften hergestellt worden.

Vorsicht! Durch Öl und Schmierstoffe auf dem Fußboden entsteht Rutschgefahr. Zusammen mit schweren Teilen oder scharfen Werkzeugen können Sie erhebliche Verletzungen erleiden.

Sorgen Sie für einen gut beleuchteten Arbeitsplatz.

Halten Sie Ordnung in Ihrem Arbeitsbereich.  
Durch Unordnung erhöht sich die Unfallgefahr.

Vorsicht bei warmen und scharfen Gegenständen (Achtung: Starke Erwärmung des Kugeltopfes nach Verschleiß- und Verschweißversuchen).  
Tragen Sie Schutzhandschuhe.

Greifen Sie nie während des Betriebes in den Arbeitsbereich der Spindel.  
Weite Kleidung, lange Haare, Halsketten, Fingerringe, Armbänder, Armbanduhren, Krawatten können von der Spindel bzw. Kugelhalter erfasst werden.

## **1.6 Reinigung und Wartung**

Regelmäßige Reinigung und Wartung erhält die Betriebssicherheit des Vierkugel-Apparates VKA-110.

Schalten Sie vor Reinigungs- und Wartungsarbeiten den Hauptschalter (Q1) des Vierkugel-Apparates aus.

Sichern Sie den Hauptschalter (Q1) gegen unbefugtes Einschalten (Vorhängeschloss).

Auch bei ausgeschaltetem Hauptschalter (Q1) stehen Teile der elektrischen Anlage unter Strom, deshalb den **Schaltschrank immer verschlossen halten**.

Das Schaltschrankinnere darf nicht gereinigt werden. **Gefahr durch Stromschlag!**

### **Achtung Explosionsgefahr!**

Durch die Verbindung von Ölnebel und Luft kann ein explosives Gemisch entstehen! Unterlassen Sie deshalb das Abblasen des Vierkugel-Apparates VKA-110 mit Pressluft oder Sauerstoff.

Vermeiden Sie offenes Feuer (Rauchen).

Treffen Sie Vorsorgemaßnahmen zur schnellen Feuerbekämpfung.

Reinigungsmittel, welche Kunststoffe, Gummi oder Lacke angreifen, dürfen nicht verwendet werden. Sie können Kabel, Steckdosen und Anzeigen beschädigen.

Wir weisen darauf hin, dass ätzende Reinigungsmittel wie z.B. Ethanol den Lack beschädigen, deshalb sollten nur lackschonende Reinigungsmittel verwendet werden.

Reinigungsmittel können gesundheitsschädliche Stoffe enthalten.

Beachten Sie die Hinweise der Hersteller.

## **1.7 Elektrik**

Alle Arbeiten an der elektrischen Anlage, wie Wartung und Reparaturen, dürfen nur von Elektrofachkräften bzw. unterwiesenen Personen gemäß den elektrotechnischen Regeln durchgeführt werden.

Auch bei ausgeschaltetem Hauptschalter (Q1) stehen Teile der elektrischen Anlage unter Spannung.

## **1.8 Not-Aus**

Über die Not-Aus-Einrichtung wird der Antrieb zum Stillstand abgebremst.  
Um den VKA-110 wieder in Betrieb zu nehmen, muss auf dem Touchdisplay unter "Optionen" die Taste "Quittierung Not-Aus" betätigt werden. Danach ist der VKA-110 wieder einsatzbereit.

## **1.9 Bei Feuer**

Stromzufuhr über die Sicherungen abschalten.  
Feuerwehr alarmieren.  
Nur mit CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) löschen.

## **1.10 Umweltschutz**

Sorgen Sie für ordnungsgemäße Entsorgung der verbrauchten Prüf- und Betriebsstoffe.

# **2. Bedienung / Steuerung „Option-4“**

Die Steuerung ist mit einem Touchdisplay ausgerüstet, hiermit werden einige Funktionen bedienen und gesteuert.  
Die Bedienung erfolgt durch leichten Druck auf das Touchdisplay.

## **2.1 Einschalten**

Betriebsbereitschaft des VKA-110: Hauptschalter (Q1) EIN „I“.

### **Vorsicht Verletzungsgefahr!**

Niemals während des Betriebes des VKA-110 in den Arbeitsbereich der rotierenden Spindel greifen.

Bei Arbeiten innerhalb des Arbeitsraumes der Spindel: Vergewissern Sie sich, dass der Hauptschalter (Q1) sich in der Stellung AUS „0“

## **2.2 Ausschalten**

Ausschalten des VKA-110: Hauptschalter (Q1) AUS "0".



## 2.3 Steuerung „Option-4“

Das Laufzeitsystem des VKA-110 basiert auf Windows CE 5.0 und startet sich automatisch beim Einschalten des Hauptschalters (Q1).

Das Standardpaket der Steuerung „Option-4“ umfasst folgende Funktionalitäten:

- Datenauswertung bei Kurzzeitversuchen im Abstand von 0,1 sec
- Schweißpunkttest bei allen Drehzahlen bis maximal 6000 U/min.
- Drehmomentanzeige des Motors (numerische- und grafische Darstellung)
- Schrittsteuerung (freiprogrammierbarer Testablauf)
- Abschaltbedingung nach Zeit oder Anzahl der Umdrehungen
- Änderung der Drehzahl während der Laufzeit
- Automatische Kalibrierung der Drehzahlen
- WebVisu + Webinterface (Möglichkeit der externen Bedienung über den PC via Ethernetschnittstelle)
- FTP-Server (direkter Abruf von Messdaten von einer USB-Schnittstelle)
- USB und Ethernet Schnittstelle für die Datenauswertung (z.B. in Excel)

Die Steuerung des VKA-110 kann durch folgende Zusatzoptionen erweitert werden:

- Temperaturanzeige
- Drehmomentanzeige für diverse Kugeltöpfe
- Prüfkraftanzeige (Montage, siehe unter 5.4.4)
- Vibrationssensor

Für die Zusatzoption 1 - 3 erfolgt eine numerische- und grafische Darstellung im Display.

Für die Zusatzoption 4 Vibrationssensor erfolgt die Darstellung numerisch.

Die Testdatenübertragung erfolgt via Ethernet- oder USB-Schnittstelle für die Auswertung in Excel.

### **Inbetriebnahme:**

Der VKA-110 wird bereits konfiguriert ab Werk geliefert.

Lediglich, wenn Sie die Netzwerkfunktionen der VKA-Steuerung nutzen wollen, müssen die Netzwerkeinstellungen unter Option „**PLC beenden**“ konfiguriert werden.

Dazu rufen Sie in Windows über das Startmenü unter „**Programms**“ das „**Control Panel**“ auf.

Danach können in „**Network**“ die Einstellungen vorgenommen werden.

Beim Start des VKA-110 sollte eine bestehende Netzwerkverbindung getrennt werden.

Erst nachdem der VKA-110 hochgefahren wurde, sollen die Netzwerkkabel wieder angeschlossen werden, damit die Aufzeichnungen Ihrer Testergebnisse gewährleistet werden können.

## Achtung!

Die Steuerung „OPTION-4“ wurde mit einem Kopierschutz versehen.

Jeglicher Versuch die Software zu kopieren führt dazu, dass mit der Steuerung nicht mehr gearbeitet werden kann.

## Bedienoberfläche:

Alle Funktionen des VKA-110 können über die folgenden drei Fenster gesteuert werden:

### 2.3.1 Optionen

Hier finden Sie alle relevanten Optionen der Steuerung.

The screenshot shows the control interface for the VKA-110. A vertical menu on the right side contains the following buttons and their functions:

- Start**: Information WebVisu und FTP-SERVER
- Reset**: Start/Aktivierung Temperaturregelung (nur bei Kauf eines Umwälzthermostaten)
- Messung**: Aktivierung Schrittsteuerung
- Status**: Regelung Temperatur vor und nach dem Start
- Optionen**: Lastgrenze für Modus „Begrenzt“ Abschaltgrenze bei Messung mit Schwingungsaufnehmer (nur bei Zusatzoption-4)
- Stop**: Auswahl Messgröße Verlaufsanzeige (anwählbar bei Upgrade von Zusatzoptionen)

#### 2.3.1.1 USB-Schnittstelle

Das Feld „**Status-USB-Stick**“ zeigt, ob die Steuerung einen USB-Stick erkannt hat. Zeigt das Feld grün, wird automatisch beim Start des VKA-110 ein Messprotokoll auf das USB-Medium gespeichert.

Auf dem angeschlossenen USB-Medium wird ein Ordner VKA erstellt. Darin wiederum für jede Messung ein Ordner mit Datum und Name.

Auf einem externen Rechner kann die Auswertung erfolgen.

Für eine automatische Auswertung öffnen Sie eine Excel-Datei. Wenn Makros aktiviert sind, wird automatisch die CVS (ein Dateiformat) eingelesen und gleichzeitig Diagramme erstellt. Diese Makros können firmen- und formatspezifisch angepasst werden.

Die Vorlage auf der Steuerung ist unter \USBStorage\VKA\ zu finden.

### 2.3.1.2 Nullpunkt Gewicht

Die Anzeige des Gewichts kann durch die Nutzung diverser Kugeltöpfe Abweichungen anzeigen (auf Grund unterschiedlicher Gewichte der Kugeltöpfe, durch Temperaturabweichungen, oder durch eine abweichende Stellung der Stoßstange). Bei einem Upgrade von Zusatzoption -3 empfehlen wir beim Einspannen eines neuen Kugeltopfes (unter Optionen) immer den Button „Nullpunkt Gewicht“ zu betätigen.

### 2.3.1.3 Zusatzoptionen

Unter Optionen kann mit den Buttons „**Zeige Temperatur**“, „**Zeige Drehmoment**“ und „**Zeige Gewicht**“ die jeweilige Diagrammanzeige gewählt werden.

Unter Status wird das Diagramm mit dem Verlauf angezeigt.

Hierzu müssen die entsprechenden Zusatzoptionen installiert sein.

Ist kein Feld angewählt wird das Drehmoment oder die Drehzahl (je nach Steuermodus des Frequenzumrichters/FU) des Motors angezeigt.

Die jeweilige angewählte Messgröße wird automatisch skaliert.

- Temperatur:  $1^{\circ}\text{C} \cdot \text{Skalierungsfaktor} / \text{Skalenteil}$  (Zusatzoption-1)
- Drehmoment Kraftaufnehmer:  $1\text{Nm} \cdot \text{Skalierungsfaktor} / \text{Skalenteil}$  (Zusatzoption-2)
- Gewicht:  $1\text{-Kg} \cdot \text{Skalierungsfaktor} / \text{Skalenteil}$  (Zusatzoption-3)
- Drehmoment FU:  $1\% \cdot \text{Skalierungsfaktor} / \text{Skalenteil}$  (im Standardpaket enthalten)

### 2.3.1.4 Temperaturregelung

Bei angeschlossenem und eingeschaltetem Umwälzthermostat vom Hersteller Julabo erscheinen die Buttons „**Starte TR**“ und „**Aktiviere TR**“ im Feld „**Option**“.

Bei „**Starte TR**“ wird durch Drücken des Startknopfes die Temperaturregelung gestartet. Der Motor läuft erst an, wenn die Temperatur das angegebene Toleranzfeld erreicht hat. Dabei gibt es zwei Einstellungsmöglichkeiten. Temperatur vor Motorstart (z.B.  $50^{\circ}\text{C}$ ) und Temperatur nach Motorstart (z.B.  $60^{\circ}\text{C}$ ). Das heißt der Kegelrollenhalter (oder Kugeltopf) wird auf  $50^{\circ}\text{C}$  erwärmt und dann startet der Motor. Die Temperatur wird dann weiter auf  $60^{\circ}\text{C}$  Regeltemperatur erhöht.

### 2.3.1.5 Mehr Datenpunkte

Mehr Datenpunkte erhöht die Anzahl der Loggingpunkte pro Zeiteinheit in der Auswertung. Bei Messungen des Drehmoments bei Kurzzeitversuchen können unter „**Mehr Datenpunkte**“ weitere Messpunkte gesetzt werden (0,1 Sekunden).

### 2.3.1.6 Kalibrierung

Bei Auslieferung ist der VKA-110 bereits kalibriert worden.  
Eine neue Kalibrierung muss nur nach dem Austausch des Motors erfolgen.

### 2.3.1.7 Ohne Zusatzoptionen testen

Wenn keine Option ausgewählt wurde, wird im Touchdisplay die Drehzahl-, bzw. das Drehmoment des Motors angezeigt.

- Geregelt           = Anzeige Drehmoment
- Ungeregelt       = Anzeige Drehzahl

### 2.3.1.8 FTP-Server

Über den FTP-Server erfolgt der direkte Abruf von Messdaten von der USB-Schnittstelle.

#### **Hinweis:**

Für den direkten Abruf der Daten empfehlen wir diese über „Excel“ (Version ab 2007) abzurufen. Falls ein anderes Tabellenkalkulationsprogramm verwendet wird, müssen die Daten auf einem PC zwischengespeichert werden, um die Daten zu öffnen.

### 2.3.1.9 WebVisu und Webinterface

Mit „**WebVisu**“ kann die Schaltfläche auf Ihren PC angezeigt werden.  
Über den PC kann der VKA-110 dann über „**Webinterface**“ extern gestartet und gestoppt werden.

Wenn Ihr VKA-110 nicht mit Ihrem hauseigenen Netzwerk verbunden ist, wird ein zusätzlicher Router benötigt, um mit „**WebVisu**“ und „**Webinterface**“ zu arbeiten (ein Router ist im Lieferumfang **nicht** enthalten).

#### **Hinweis:**

Um mit „WebVisu“ und „Webinterface“ zu arbeiten betätigen Sie folgende Buttons:  
„**PLC-Beenden**“ / „**START**“ / „**Programs**“ / „**Control Panel**“ / „**Network**“ / „**ONBOARD**“

jetzt öffnet sich das Fenster „**SEC-Ethernet-Driver**“, in diesem Fenster geben Sie unter „**IP-Adresse**“ Ihre eigene IP-Adresse ein und Bestätigen mit „**OK**“. Im Desktop gelangen Sie mit Anwählen von „**MS-DOS-Restart**“ wieder zur VKA-Steuerung.

## 2.3.2 Messung

The screenshot shows the 'Messung' control interface. It includes a 'Name Messung' field with the value '-temperatur 13.09.2018@19' and a 'Zeitversetzte Aufzeichnung' (Time-shifted recording) button. The 'Stopp-Kriterium Messung' section has radio buttons for 'Umdrehungen' (1500 Umdrehungen) and 'Zeit' (0 h 1 m 0 s). The 'Drehzahl' section has a 'Geregelt' (regulated) status and a '1500 U/min' value. The 'Überlastabschaltung' section has radio buttons for 'Unbegrenzt' and 'Begrenzt' (1500 U/min). The 'Schrittsteuerung' section has a table with 5 steps, each with a time display (0 h 0 m 0 s) and a speed display (0 U/min). The 'Start' button is highlighted in green. A blue box highlights the 'Start', 'Reset', 'Messung', 'Status', 'Optionen', and 'Stop' buttons. Arrows point from these buttons to labels: 'Betriebsmodus' (Operating mode) for 'Start', 'freie Drehzahlvorgabe' (Free speed setting) for 'Reset', 'Standarddrehzahlen' (Standard speeds) for 'Messung', and 'Schrittsteuerung' (Step control) for 'Optionen'.

### 2.3.2.1 Messung

In dem Fenster „**Messung**“ können alle Einstellungen für die Messungen vorgenommen werden.

Mit Betätigen der Anzeige „**Name Messung**“ kann ein neuer Name vergeben werden. Beim Drücken des Startbuttons wird dem Namen ein „@01“ angehängt. Wird nach der vorangegangenen Messung kein neuer Name vergeben, so wird der Name der vorherigen Messung hochgezählt.

#### **Achtung!**

Wurde kein Name vergeben, dann kann auf dem USB-Speichermedium keine Messung aufgezeichnet werden.

### 2.3.2.2 Zeitversetzte Aufzeichnung

Durch AN/AUS kann die Aufzeichnung eines Testlaufes auf Wunsch zeitversetzt gestartet werden.

Bei laufendem Motor kann durch Betätigen des Buttons „**Status**“ und „**Status Aufzeichnung**“ die aktuelle Aufzeichnung auch vor der eingestellten Zeit begonnen werden. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die bereits verstrichene Messzeit und die Dauer der Messung.

### 2.3.2.3 Stopp-Kriterium Messung

In dem Feld „**Stopp-Kriterium Messung**“ stellt man die Abschaltbedingungen ein. Es kann zwischen zwei Methoden ausgewählt werden. Die Abschaltung nach einer bestimmten Zeit oder die Abschaltung nach Erreichen einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen.

Die Werte (z.B. Abschaltung nach 1000 Umdrehungen) können durch Tippen auf die Zahlenwerte verändert werden.

### 2.3.2.4 Maximales Drehmoment

Unter „**Maximales Drehmoment**“ kann die Drehmomentschwelle für die Abschaltung am Schweißpunkt begrenzt werden.

Die Drehmomentschwelle kann wie folgt begrenzt werden:

- Bei „**begrenzt**“ wird der Motor, bei einem unter Optionen einstellbarem Wert seines Drehmoments, abgeschaltet.
- Bei „**unbegrenzt**“ wird der Motor erst bei 100% seines Drehmoments abgeschaltet. Dies ersetzt den Motorschutzschalter.

Das maximale Drehmoment sollte bei Langzeitversuchen **immer** auf „**begrenzt**“ eingestellt sein.

Außerdem sollte bei Versuchen von  $< 1200$  U/min. die Einstellung „**Geregelt**“ (mit Frequenzumrichter / mit FU) vorgenommen werden, da sonst das Drehmoment des Motors zu hoch ist.

### 2.3.2.5 Ungeregelt / Geregelt

In dem Bereich Drehzahl können die Buttons „**Ungeregelt**“ (ohne Frequenzumrichter) und „**Geregelt**“ (mit Frequenzumrichter) ausgewählt werden.

Hiermit bestimmen Sie die Ansteuerungsmethode des Frequenzumrichters (FU).

Bei „**Ungeregelt**“ (ohne FU) gibt der FU keine Frequenz und Spannung an den Motor. In diesem Fall verhält sich der Motor so, als wenn er ohne FU an das Stromnetz angeschlossen wäre. Der Schlupf des Motors wird nicht ausgeglichen und eine manuelle Nachregelung ist eventuell nötig, da die Drehzahl des Motors von der Last im Kugeltopf abhängig ist.

Bei „**Geregelt**“ (mit FU) nutzt der FU die Vektorregelung um Lastfälle am Motor auszugleichen. Hier erhöht der FU Spannung und Strom, um die Drehzahl zu halten. Der Modus „**Geregelt**“ eignet sich **nicht** für Verschweißversuche.

Die Drehzahl des Motors kann über drei Methoden dem FU vorgegeben werden:

- Durch Tippen auf den Drehzahlacho im „Statusfenster“ (auch während eines Testlaufs möglich)
- Im Fenster „Messung“ mit Betätigung im Feld der freien Drehzahlvorgabe
- Im Fenster „Messung“ mit Betätigen der Buttons der Standarddrehzahlen

### 2.3.2.6 Schrittsteuerung

Der VKA-110 verfügt über die Möglichkeit die Drehzahl schrittweise zu verändern. Mit den Buttons „**Schritt-2**“ bis „**Schritt-5**“ können zusätzliche Schritte hinzugefügt werden.

Je nach gewähltem Abschaltkriterium können Schrittunkte nach verstrichener Zeit oder Anzahl getätigter Umdrehungen gesetzt werden. Eine Plausibilitätsprüfung erfolgt nach beendeter Eingabe.

Das gesamte Feld „**Schrittsteuerung**“ kann unter „**Optionen**“ mit Betätigung des Buttons

„**aktiviere Schrittsteuerung**“ ausgeblendet werden.

Die Schrittsteuerung ermöglicht einen Testlauf mit unterschiedlichen Drehzahlen.

Es ist z.B. möglich (beim Anwählen des Stopp-Kriteriums „**Zeit**“) den VKA-110 eine Stunde bei 1000 U/min laufen zu lassen, danach eine weitere Stunde bei 1500 U/min und wiederum zusätzliche 30 Minuten bei 2000 U/min zu fahren.

Diese Einstellung kann auch über die Anzahl der **Umdrehungen** erfolgen (Stopp-Kriterium Umdrehungen).

Eingabe:

- Start-Drehzahl (unter „**freie Drehzahlvorgabe**“) und Stopp-Kriterium (Zeit oder Umdrehungen) eingeben.
- Schritt-2: Zeit oder Umdrehungen eingeben + Drehzahl (U/min.)
- Schritt-3: Zeit oder Umdrehungen eingeben + Drehzahl (U/min.)
- Schritt-4: wie Schritt-2 und -3 fortsetzen bis maximal Schritt-5.

Beispiel:

- Schritt-1: Stopp-Kriterium „**Umdrehungen**“ wählen. Rechts daneben 5000 Umdrehungen eingeben. Direkt darunter im Feld „**freie Drehzahlvorgabe**“ 1000 U/min. eingeben.
- Schritt-2: Eingabe 1500 Umdrehungen / 1500 U/min.
- Schritt-3: Eingabe 3000 Umdrehungen / 2000 U/min.
- Schritt-4: Eingabe 4000 Umdrehungen / 3000 U/min.

Erläuterung:

Schritt-1: Der Motor läuft mit 1000 U/min. an

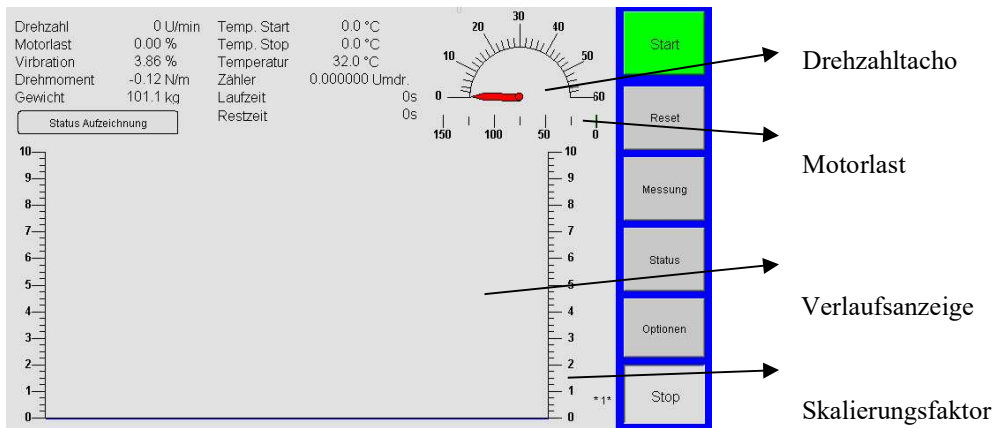
Schritt-2: Nach 1500 Umdrehungen erhöht sich die Drehzahl auf 1500 U/min.

Schritt-3: Nach weiteren 1500 Umdrehungen (insgesamt 3000 Umdrehungen) erhöht sich die Drehzahl auf 2000 U/min.

Schritt-4: Bei 4000 Umdrehungen angelangt läuft der Motor zusätzliche 1000 Umdrehungen bei 3000 U/min.

Mit Erreichen von 5000 Umdrehungen schaltet der Motor automatisch ab.

## 2.3.3 Status



### 2.3.3.1 Status

In dem Fenster „**Status**“ werden zur Laufzeit die aktuellen Werte angezeigt. Das Drehmoment wird in % des maximalen Drehmomentes des Motors angezeigt. Die Steuerung springt automatisch beim Drücken des Startbuttons auf dieses Fenster. Die Fenster „**Option**“ und „**Messung**“ können bei laufendem Motor nicht angewählt werden.

Das untere Diagramm zeigt den Verlauf der unter „**Option**“ gewählten Messgröße. Die Verlaufsanzeige wird automatisch auf die Dauer der Messung skaliert.

Mit Betätigen des Feldes „**Drehzahlacho**“ auf dem Touchdisplay, öffnet sich ein Fenster, in dem das Verändern der Drehzahl während des Betriebs möglich ist.

#### **Achtung!**

Nach Beendigung eines Tests oder Abbruch eines Tests ist ein Neustart nur nach Betätigung der Taste „**Reset**“ möglich.



## 2.4 Laufgewichtseinstellung

Die Höhe der Belastung kann durch das Verschieben des Laufgewichts auf dem Gewichtsbalken (Pos.24) eingestellt werden. Es sind Laufgewicht in 1, 2, 2,5 , 5, 7 oder 10 kg erhältlich.

Es ist darauf zu achten, dass der Indexhebel (Pos.31) vom Gehäuse weg zeigt. Mit dem Indexhebel kann der benötigte Belastungswert arretiert werden.

### **Achtung:**

**Vor der Montage des 10-Kg-Laufgewichts muss die „Zylinderschraube“ (Pos.91) entfernt werden und sollte nach der Montage zur Sicherung wieder montiert werden.**

## 2.5 Montage der Zusatzgewichte

Die zusätzliche Montage der Zusatzgewichte ermöglicht die Vergrößerung des Belastungsbereiches.

Die Montage erfolgt durch das Aufschieben auf das 10-Kg Laufgewicht (Pos.30) und anschließender Befestigung bzw. Positionierung durch eine Fixierschraube (Pos.15).

Folgende Zusatzgewichte sind erhältlich:

40 kg Zusatzgewicht, welches aus 4-Ringen besteht.

(Jeder einzelne Ring hat ein Gewicht von 10 kg.)

Bitte beachten Sie, dass beim Herausdrehen der Fixierschraube, diese weit genug aus dem Prüfgewicht gedreht wurde, um Beschädigungen am Prüfgewicht zu vermeiden.

Die entsprechenden Belastungsreihen finden Sie als Extrablatt bei den mitgelieferten Unterlagen des VKA-110.

### **Information Prüfgewichte:**

Für Kontrollzwecke sei noch aufgeführt, dass die Laufgewichte einschließlich Indexhebel, sowie alle Ringe der Zusatzgewichte mit Schrauben und auch das 40 kg Zusatzgewicht inkl. Griffe genau auf das angegebene Gewicht gefertigt (Toleranz = 0,5%) worden sind.

## 2.6 Kugelhalter

### 2.6.1 Einsetzen und Bestücken des Kugelhalters

#### **Vorsicht: Verletzungsgefahr**

**Bestücken des Kugelhalters in die Spindel nur im ausgeschalteten Zustand des Motors.**

**Niemals bei drehender Spindel in den Arbeitsraum der Spindel fassen.**

VKA-Motor ausschalten. Die Spindel darf **nicht** rotieren.

Neue Prüfkugel fest in den Kugelhalter drücken, bzw. durch leichte Schläge mit einem Kupferhammer (z.B. 500 gr. Kupferhammer) befestigen.

Den, mit einer Prüfkugel, bestückten Kugelhalter fest in die Spindel drücken und durch leichte Schläge mit einem Kupferhammer für festen Sitz sorgen.

#### **Bestücken der Prüfkugeln in den Kugelhalter:**

Es wäre von Vorteil, für Ihre Prüfkugeln, wenn die Prüfkugel in den Kugelhalter auf einer Kupferplatte bestückt wird (Maße der Kupferplatte z.B. 10x10x2 cm).

Die Kupferplatte hat den Vorteil, dass Ihre Prüfkugeln nicht beschädigt werden.

#### **Achtung:**

**Eingesetzter Kugelhalter darf nicht mehr als 0,75 mm und nicht weniger als 0,50 mm über Spindel stehen.**

**Spannfläche des Kugelhalters vor dem Einsetzen in die Spindel von Fremdkörper befreien, da sonst kein schlagfreier Lauf (höchstens 0,03 mm) der Kugel und somit keine einwandfreien Ergebnisse zu erwarten sind.**

**Unbrauchbare Halter müssen sofort durch neue Kugelhalter ersetzt werden.**

## 2.6.2 Demontage des Kugelhalters

### **Vorsicht: Verletzungsgefahr**

**Demontage des Kugelhalters darf nur im ausgeschalteten Zustand des Motors geschehen.** Die Spindel darf **nicht** rotieren.

VKA-Motor ausschalten.

Nach Stillstand der Spindel wird der Kugeltopf durch Niederdrücken des Ausrückhebels (Pos.32) entlastet.

Der in der Spindel befindliche Kugelhalter wird zusammen mit der geklemmten Kugel durch den mitgelieferten Austreiber (Pos.9) gelöst.

Das Lösen erfolgt durch Einführen in den Spindelquerschlitz und durch anschließendes Abwinkeln (nach unten) des Austreibers.

### **Achtung:**

**Kugelhalter nicht durch Schlagen aus der Spindel entfernen, da sonst die Spindellagerung beschädigt wird.**

Mit Hilfe des Durchtreibers (Pos.18) kann die Kugel auf der hierfür vorgesehenen Öffnung der Montierplatte aus dem Kugelhalter entfernt werden.

## 2.7 Kugeltopf-Standard und Temperierbarer Kugeltopf

Bestücken des Kugeltopf-Standard (Art.-Nr. 002.00426) und des Temperierbaren-Kugeltopf (Art.-Nr. 002.00145) geschieht mit eingepresster Druckplatte (Pos.12) und durch das Einlegen von drei Prüfkugeln.

Der Klemmring (Pos.11) wird mit der geschliffenen Kegelfläche nach unten auf die in den Kugelöpfen bestückten Kugeln eingesetzt. Durch den kegeligen Klemmring werden die Prüfkugeln im Kugeltopf zentriert.

Das Befestigen der drei Prüfkugeln erfolgt durch das Anziehen der Spannmutter (Pos.13). Dazu das Vierkant des beliebigen Kugeltopfes in die Montierplatte einsetzen und mit dem Hansa Press Spannschlüssel (Pos.16) die Spannmutter des Kugeltopfes kräftig anziehen, damit die Kugeln unverrückbar festgeklemmt sind.

Die beim Schweißvorgang auftretenden hohen Kräfte, hätten durch das Mitdrehen der Kugeln eine Zerstörung der Druckplatte und des Klemmrings zur Folge.

Anschließend Kugeltopf mit Prüföl füllen.

Von dem zu prüfenden Öl nur so viel in den Kugeltopf füllen, dass der Ölspiegel ca. 3mm über den drei eingespannten Prüfkugeln steht (ca. 75ml)

## **Prüfkugeln:**

Die SKF-Prüfkugeln 12,700 G 20 DIN 5401 aus Wälzlagerstahl 100Cr6(W3) mit einer Härte von HRC 64+/-1 sind bevorzugt zu verwenden. (Art.-Nr. VKA-00020)

Außerdem können Sie auch folgende Prüfkugeln von Hansa Press RB 12,7 MM/G10 / Werkstoff: 1,3505 (B1) 100Cr6 / Härte HRC 64+/-1 (Art.-Nr. VKA-00136) einsetzen

Kugeln aus einem anderen Werkstoff oder einer anderen Härte lassen keine vergleichbaren Ergebnisse zu und verhindern somit einwandfreie Prüfergebnisse.

Für jeden Versuch ist ein neuer Satz von 4 Stahlkugeln zu verwenden.

### **2.7.1 Belastung des Kugeltopfes**

Die Kugel des Kugelhalters muss mittig auf die drei Kugeln des mit Prüfkugeln und Prüföl bestückten Kugeltopfes aufgesetzt werden.

Anschließend wird die Spitze (Pos.34) des Kugeltopfes in die Pfanne (Pos.41) des Drehtellers (Pos.21) eingesetzt.

Durch das Hochschwenken des Ausrückhebels (Pos.32) erfolgt die Gewichtsbelastung.

**Die Belastung durch das Hochschwenken des Ausrückhebels muss langsam und vorsichtig erfolgen, da sonst Beschädigungen an den Kugeln entstehen können, die größer sind als die Kalotten, die nach einem Testlauf erscheinen.**

Dies gilt besonders für die hohen Belastungen von 500 bis 1000 Kg, da bei diesen Belastungen die Beanspruchung der einzelnen Teile, vor allem der Schneidenlagerung, ohnehin sehr hoch ist.

Den Ausrückhebel nach der Belastung in den am Gehäuse montierten Halter (Pos. 47) klemmen.

Vor Starten des Motors muss der Messarm vom Kugeltopf stets mit dem Tragarm durch die mitgelieferte Stütze (Pos.38) gekoppelt sein, damit der Messarm des Kugeltopfes während eines Testlaufs nicht ausbricht.

## **Achtung:**

**Eine Prüfung beginnt erst mit dem Einschalten des Motors und nach dem Aufbringen der Belastung.**

## 2.7.2 Entlastung des Kugeltopfes

Nach Stillstand des Motors (Spindel) und durch Niederdrücken des Ausrückhebels erfolgt die Gewichtsentlastung des Kugeltopfes bzw. der Prüfkugeln.

Danach den Kugeltopf herausnehmen und mittels des Vierkant in der Montageplatte demontieren.

## 2.7.3 Messmikroskop für Kugeltopf-Standard und Temperierbaren-Kugeltopf

Das Messmikroskop (Art.-Nr. 002.00403) dient zur Ausmessung der Kalotten, ohne die Kugeln aus einem der VKA-Kugeltöpfe zu entnehmen.

Hierfür wurde eine spezielle Aufnahme entwickelt, mit der es möglich ist das Messmikroskop auf den KUGELTOPF-STANDARD (Art.-Nr. 002.00426) und den TEMPERIERBAREN-KUGELTOPF (Art.-Nr. 002.00145) zu stecken.

Es ist nur das Austauschen der jeweils mitgelieferten Spannmutter (entweder für den Kugeltopf-Standard oder den Temperierbaren-Kugeltopf) erforderlich.

### **Bedienungsanleitung Messmikroskop:**

Nach Beendigung eines Prüflaufes, wird die Mikroskopaufnahme auf die Spannmutter gesteckt und zusammen mit dem jeweiligen Kugeltopf in den Fuß gesetzt.

Nun wird der obere Ring in eine Rastung gedreht und der untere Ring soweit gedreht, bis die erste Kalotte im Mikroskop erscheint.

Gemäß der Bedienungsanleitung für das Mikroskop wird die Optik scharf eingestellt.

Durch Festdrehen der seitlich am unteren Ring befindlichen Rändelschraube, wird diese Position fixiert.

Durch jeweiliges Drehen des oberen Ringes um  $120^\circ$  (bis zum Einrasten) können nacheinander alle drei Kalotten gemessen werden.

### **Achtung:**

**Das Vermessen der Kalotten ist nur bei eingespannten Kugeln möglich, da beim Lösen der Spannmutter die Kugeln verrutschen.**

## 2.8 Versuchsarten

Die Laufdauer richtet sich nach dem Zweck des Versuches; d.h. ob es sich um einen Langzeittest oder um einen Kurzzeittest (Schweißversuch) handelt.

Bei Belastungen, die der Schweißgrenze entsprechen, übernimmt eine elektronische Automatik beim Verschweißen das Abschalten des Gerätes.

Versuchsarten und während der Versuche sich abspielende Vorgänge folgen im Kapitel 3.

# 3. Versuchsbeschreibung

## 3.1 Versuchsarten

### 3.1.1 Vor jedem Versuch ist zu beachten

Für jeden Versuch muss ein **neuer** Satz Prüfkugeln montiert und neues Öl eingefüllt werden.

Vor dem Einsetzen der 3 Kugeln in den Kugeltopf und der Kugel im Kugelhalter, bzw. des Kugelhalters in der Spindel, müssen die Teile von allen Rückständen befreit werden, vor allem der Kugeltopf mit Klemmring und der Kugelhalter.

Anschließend das Gewinde des Kugeltopfes leicht einfetten, da sonst beim Anziehen der Spannmutter die Gefahr des Festsetzens bestehen könnte.

#### **Achtung:**

**Falls die oben genannten Teile nicht gereinigt werden, könnten verbleibende Abriebteilchen das Prüfergebnis verfälschen.**

Zur Schaffung konstanter Vergleichsverhältnisse ist es notwendig, dass das Öl mit stets gleicher Temperatur geprüft wird, und dass der Kugeltopf selbst nicht zu stark erwärmt ist. Wir empfehlen daher mit zwei Kugeltopfen zu arbeiten, die abwechselnd für die Versuche verwendet werden.

Vor Beginn einer Versuchsreihe muss der Vierkugel-Apparat 10 Minuten im Leerlauf betrieben werden, damit die Spindellagerung die erforderliche Betriebstemperatur erreicht.

### 3.1.2 Übliche Kurzzeitversuche

**Im Allgemeinen wird man zur Prüfung von Ölen den Kurzeittest mit einer Laufzeit von 1 Minute anwenden.**

Die Vorteile dieses Verfahrens liegen darin, dass das Öl in kürzester Zeit geprüft wird, und

- dass mit spezifischen Flächenpressungen gearbeitet werden kann, wie sie z.B. an Verzahnungen von stark belasteten Getrieben auftreten.
- dass eine geringe Gesamtwärme auftritt, die schädliche Wirkungen auf Prüfkugeln und Spannelemente verhindert, wie z.B. Herabsetzung der Härte dieser Teile.

Zur Feststellung der Verschleißkurve wird mit dem zu untersuchenden Schmiermittel eine Reihe dieser Kurzversuche durchgeführt, und zwar bei verschiedenen auf den Kugeltopf ausgeübten Belastungen.

- Die Belastungssprünge werden bei Ölen mit geringerer Hochdruckschmierfähigkeit kleiner gewählt, z.B. 140, 160, 180, 200 kg usw.
- Bei Ölen mit höherer Hochdruckschmierfähigkeit können sie größer sein, z.B. 300, 350, 400, 450 kg usw.

Durch Kurzzeitversuche können folgende Testergebnisse festgestellt werden:

- der VERLAUF DER VERSCHLEISSKURVE,
- die REIBUNGSZAHL,
- der VERLAUF DER REIBUNGSZAHL,
- die VERSCHLEISSVERZÖGERUNGSZEIT,
- der SCHWEISSPUNKT

### 3.1.3 Langzeitversuche

Langzeitversuche werden ausgeführt, um einen Anhalt über den langsam vor sich gehenden Verschleiß (Abrieb) zu erhalten, der bei verschiedenen Schmiermitteln unter weniger starken Beanspruchungen auftreten kann.

Bei diesen Versuchen ist eine niedrige Belastung auf den Kugeltopf vorzuziehen, wobei der Versuch mehrere Stunden andauern kann.

Die Belastungen liegen hierbei stets unter 40 kg.

Ein Wert von 15 kg über einen Zeitraum von 60 Minuten hat sich als zweckmäßig erwiesen.

Da die Skala auf dem Waagebalken die Einstellung der 15 kg-Belastung mit Hilfe der kleineren Laufgewichte (2,5 , 5, 7 kg) nicht ermöglicht, muss ein besonderes Gewicht von 1 kg, oder 2 kg eingesetzt werden, welche ebenfalls in die Rasten des Waagebalkens eingehängt werden.

Die Effektivwerte für die 4 Prüfkugeln werden wie folgt von der oberen Zahlenreihe berechnet:

- 1 kg Laufgewicht ist durch 10 zu teilen
- 2 kg Laufgewicht ist durch 5 zu teilen
- 2,5 kg Laufgewicht ist durch 4 zu teilen
- 5 kg Laufgewicht ist durch 2 zu teilen
- 7 kg Laufgewicht ist durch ca. 1,4285 zu teilen

Die Versuchsverhältnisse sind für diese Versuche nicht genormt.

#### **Achtung:**

Es können nur Gewichte eingesetzt werden, die den gleichen Masseschwerpunkt besitzen, wie das 10 kg Laufgewicht. Gewichte zwischen 1 und 10 kg werden als Zubehör angeboten.

### 3.1.4 Untersuchung von Werkstoffen

Der Vierkugel-Apparat eignet sich auch zur Untersuchung von Werkstoffen.

Das Verhalten von Werkstoffen bezüglich Verschleiß, Reibungszahl, Freßneigung kann z.B. bei gleich bleibender Ölart erforscht werden.

#### **Achtung:**

Beim Vierkugel-Apparat wirkt sich nur der chemische Aufbau des Öles aus, **nicht** jedoch die Viskosität, da infolge niedriger Gleitgeschwindigkeiten und der schlechten Anschmiegung der Kugeln keine nennenswerten hydrodynamischen Kräfte entstehen können.



## 3.2 Vorgänge bei den Versuche

### 3.2.1 Die Verhältnisse bei niedrigen Belastungen

Bei niedrigen Belastungen ist der Verschleiß an den Kugeln außerordentlich gering. Dies wird auch ersichtlich, wenn man das Reibungsmoment, also den Reibungskoeffizienten misst bzw. registriert.

Der Reibungskoeffizient wird hierbei gleich bleiben und im Allgemeinen einen Wert zwischen 0,05 und 1,0 haben. Irgendwelche Reibungsspitzen treten nicht auf. Beim Anfahren ist ein kurzzeitiger Anstieg der Reibung festzustellen (siehe Abb. 1).

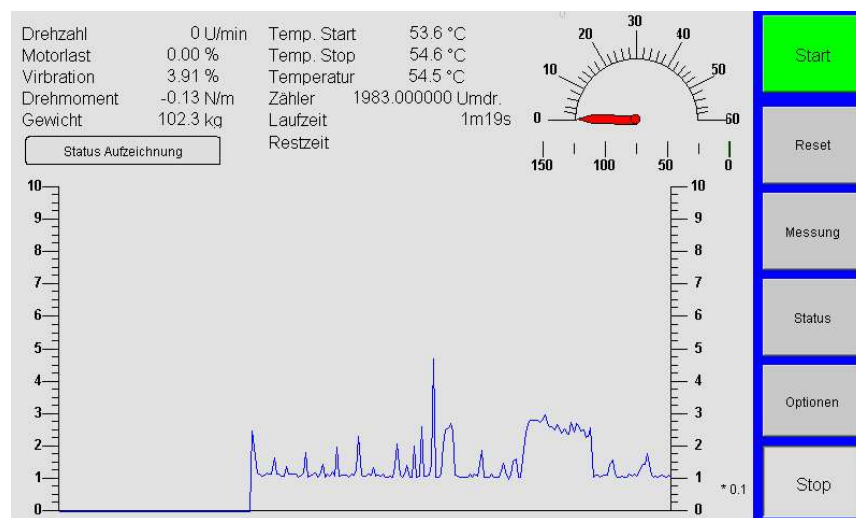


Abb. 1:

Die Verschleißkalotte an den 3 eingespannten Kugeln wird innerhalb einer Laufzeit von 1 Minute gleich, oder unwesentlich größer sein, als der infolge der statischen Deformation unter der Einwirkung der Belastung gebildeten Kalottendurchmessers. Dieser Kalottendurchmesser lässt sich mit Hilfe der Hertzschen Formel errechnen.

### 3.2.2 Die Verhältnisse bei hohen Belastungen

Bei hohen Belastungen kann erheblicher Verschleiß auftreten, d.h. der Verschleißdurchmesser auf den 3 Kugeln kann bedeutend größer sein, als der, der statischen Deformation entsprechenden Kalottendurchmesser.

Die Eigenschaften des zu untersuchenden Schmiermittels spielen hierbei eine ausschlaggebende Rolle, d.h. das Verhalten des Öles in diesem Belastungsbereich bildet ein Hauptkriterium für das Öl.

Die spezifische Belastung der Kontaktflächen entspricht dabei durchaus den Werten, wie sie z.B. an Verzahnungen stark belasteter Getriebe vorliegt.

### 3.2.2.1 Der Verschleißdurchmesser

In der Abb. 2 ist die Verschleißfläche bei einer mittleren Belastungen zu sehen, bei der sich lediglich ein Kalottendurchmesser gemäß der statischen Deformation einstellt.

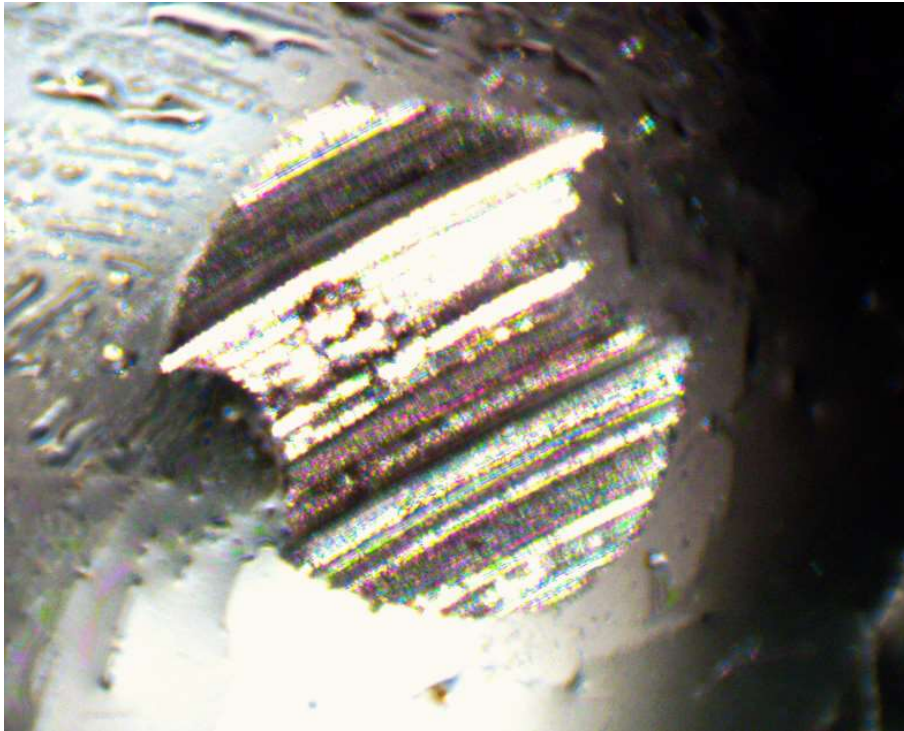


Abb. 2

Falls sich während des Versuches ein Gleichgewichtszustand einstellt, also weiterer Verschleiß nicht auftritt, hört das Sinken des Waagebalkens auf.

Mittels der Zusatzoption-2 (Drehmomentanzeige) kann man Größe und zeitlichen Verlauf des Verschleißes schon während des Versuches sichtbar machen.

Während des 1-Minuten-Versuches können mehrere Reibungsspitzen, also mehrere Verschleißperioden auftreten. Es stellt sich jedoch in den meisten Fällen während der letzten 30 sec. kein Verschleiß mehr ein, so dass der Verschleißdurchmesser als MAß FÜR DIE STÄRKE DES VERSCHLEISSES zugrunde gelegt werden kann.

Die hierbei von der unten liegenden Kugel abgeriebene Stahlmenge ist annähernd die 4. Potenz des Verschleißdurchmessers.

Die Ausmessungen des Verschleißdurchmessers können mit einem **VKA-Messmikroskop** (Art.-Nr. 002.00403) erfolgen.

Die 3 Prüfkugeln werden dabei auf eine mit Aufnahmebohrungen versehene Platte gelegt.

Unter 2.7.3 wird das VKA-Messmikroskop genauer beschrieben. Vorteil dieses Zubehörs ist, dass die Kugeln eingespannt im Kugeltopf verbleiben und ausgemessen werden können.

Das VKA-Messmikroskop kann als Zubehör angeboten werden.

Um eine möglichst genaue Erfassung des Verschleißes zu ermöglichen, werden die Verschleißdurchmesser aller 3 Prüfkugeln in Gleitrichtung (d1) und senkrecht zur Gleitrichtung (d2) gemessen.

Aus den Durchmessern d1 und d2 kann der mittlere Durchmesser für jede Prüfkugel errechnet und daraus der Mittelwert aller 3 Prüfkugeln genommen werden.

Der Mittelwert wird als MITTLERER VERSCHLEISSDURCHMESSER bezeichnet. Er kann Werte von 0,2 bis 5mm haben.

### 3.2.2.2 Die 2,5- Sec- Verschleißverzögerungszeit

Bei Messung der Reibungszahl entsteht nicht nur beim Anlauf eine Reibungsspitze, sondern es entstehen auch während des 1-Min-Prüflaufes mehr oder weniger große Reibungsspitzen, die Werte von 0,2 bis 0,5 erreichen können.

Zur Beurteilung eines Öles ist es nun von Wichtigkeit, ob innerhalb des 1-Min-Laufes viele derartige Reibungsspitzen auftreten und nach welcher Zeit sie auftreten.

Ein Beurteilungsmerkmal für den Verschleißschutz des Öles für einen bestimmten Anwendungszweck ist die Zeit, die von Beginn des Anlaufes bis zum Auftreten der ersten Reibungsspitze verstreicht.

Diese Zeit nennt sich die VERSCHLEISSVERZÖGERUNGSZEIT.

Hochdrucköle verhalten sich je nach dem Zusatz zur Erzeugung der Hochdruckschmierfähigkeit ganz verschieden. Die Verschleißverzögerungszeit nimmt mit zunehmender Belastung ab, und es lassen sich deshalb aus vielen Einzelversuchen in Abhängigkeit von der Belastung Verschleißverzögerungskurven aufstellen.

Praktisch und theoretisch lässt sich ableiten, dass sich die Verschleißverzögerungszeit eines bestimmten Öles bei einer bestimmten Belastung im Allgemeinen (wie sie aus der Verschleißverzögerungskurve abgelesen wird) durchschnittlich auf 2,5 sec beläuft.

Diese Verzögerung nennt sich "**2,5- Sec- Verschleißbelastung**" und stellt ein verlässliches Maß für den Schutz gegen Verschleiß, der von diesem bestimmten Schmiermittel in der Praxis gewährleistet wird, dar.

Aus Angaben, die mit HYPOIDGETRIEBEN erzielt wurden, geht hervor, dass nur die Schmiermittel in Hypoidgetrieben zufrieden stellend arbeiten, die im VKA-110 eine 2,5-Sekunden Verschleißbelastung von mind. 140- 150 kg aufweisen.

**Achtung:**

Die Verschleißverzögerungszeit kann nur mit Hilfe eines zusätzlichen Zugkraftaufnehmers ermittelt werden (Zusatzoption-2 für die Steuerung „Option-4“).

Der Zugkraftaufnehmer ermöglicht die Messung von Drehmomenten während der Verschleißprüfung, sowie die Messung der Verschleißverzögerung.

**3.2.3 Die Verhältnisse bei sehr hohen Belastungen**

Bei extrem hohen Belastungen wird beim Auftreten des Verschleißes kein Gleichgewichtszustand erreicht, sondern der Verschleiß setzt sich über einen längeren Zeitraum fort, wobei die an den Berührungsflächen erzeugte Reibungswärme im Verbund mit dem hohen spezifischen Druck (nach mehr oder weniger langer Zeit) zu einem vollständigen Verschweißen der 4 Prüfkugeln führt (siehe Abb. 3).



Abb. 3

Die Verschweißung wird sich in weitaus den meisten Fällen zu Anfang des 1-Min-Versuches einstellen.

Allgemein wird dann die nächst niedriger Belastung als Hochdruckschmierfähigkeit des Öles bezeichnet. Bei dieser Belastung hält dementsprechend das Öl gerade noch einen Lauf von 1-Minute aus, ohne dass die Kugeln schweißen.

Es bedeutet also einen Wert von 320 / 340 kg, dass das betreffende Öl bei einer Belastung von 320 kg den 1-Min.-Test eben noch besteht und bei 340 kg zur Verschweißung führt.

Nicht bei allen Ölen stellt der VKA-Schweißpunkt das Kriterium für die Brauchbarkeit eines Öles in spezifisch stark belasteten Getrieben dar. Im Bedarfsfall muss auch das Verschleißverhalten des Öles auf dem VKA-110 untersucht werden.

## **4. Wartung**

### **4.1 Spindellagerung**

Das Lagerspiel ist null und selbst nachstellend. Die Spindellagerung ist wartungsfrei und mit einem HOCHDRUCKSCHMIERFETT abgeschmiert.

Es ist von Vorteil, wenn die Spindellagerung halbjährlich mit einem Hochdruckschmierfett abgeschmiert wird. Dies erfolgt mit einer Fettpresse auf der Rückseite (kleiner Schmiernippel) des VKA-110.

Wir empfehlen das **Schmierfett Isoflex NBU 15** von Klüber mit der Art.-Nr. 004026.

### **4.2 Kugelhalter (Pos.3)**

Verschleiß am Kugelhalter zeigt sich dadurch, dass sich der Halter zu weit in die Spindel einsetzen lässt, wodurch sich ein Aufsetzen des Kugelhalters im Grund der Spindel ergibt. Dies hat zur Folge, dass die Kugel nicht genügend geklemmt wird und im Kugelhalter anteilig gleitet.

Sichtbar wird dies durch tangentielle Schleifspuren an der Oberfläche der ausgedrückten Spindelkugel.

Die Spindel bzw. die Prüfkugel in der Spindel soll möglichst schlagfrei laufen.

Beschädigte oder verschmutzte Kugelhalter führen zu unrundem Lauf der oberen Kugel und damit zu ungenauen Messwerten.

Deshalb von Zeit zu Zeit Spiel und Rundlauf der Spindel mit einer Messuhr prüfen (Rundlauffehler an der Kugel höchstens 0,03mm).

### **4.3 Kugeltopf-Standard (Art.-Nr. 002.00426) und Temperierbarer-Kugeltopf (Art.-Nr. 002.00145)**

Die Druckplatte (Art.-Nr. 002.00110/0012) und der Klemmring (Art.-Nr. 002.00110/0011) sollten regelmäßig auf Kalotten- bzw. Riefenbildung geprüft und ersetzt werden, falls die Teile übermäßig stark angegriffen sind.

Bei schadhafter Druckplatte kann diese gewendet und weiterhin benutzt werden.

Wenn beide Seiten der Druckplatte verschließen sind, sollte diese ausgetauscht werden.

### **4.4 Schneidenlagerung**

Jedes Lager sollte regelmäßig überprüft werden.

Der Schneidbolzen (Pos.25) und das Schneidlager (Pos.26) komplettiert die Schneidenlagerung.

Besonders bei Betrieb der Maschine mit hohen Belastungen muss die Schneidenlagerung regelmäßig eingefettet werden.

## **5. Aufstellung**

### **5.1 Standortwahl**

Der VKA-110 muss an einem ruhigen, staub- und vibrationsfreien Ort aufgestellt werden (Prüflabor).

Weiterhin ist eine sehr gute Ausleuchtung des Raumes nötig, um die visuellen Prüfungen einwandfrei durchführen zu können.

### **5.2 Bodenbeschaffenheit**

Ein spezielles Fundament für den VKA-110 ist nicht nötig.

Beachten Sie aber die Belastbarkeit des Bodens.

Im Zweifelsfall sollten Sie einen Statiker hinzuziehen.

### **5.3 Platzbedarf**

Wird der VKA-110 mit einem Tisch geliefert, benötigen er eine Grundfläche von ca. 1200 x 700 mm.

Jeder VKA-110 muss einen ungehinderten Zugang zur Frontseite und ausreichend Raum zum Bestücken des Gewichtbalkens besitzen.

### **5.4 Mechanische Installation**

#### **Achtung:**

**Halten Sie stets die Unfallverhütungsvorschriften, sowie die sonstigen allgemein anerkannten sicherheitstechnischen Regeln ein.**

**Den VKA-110 nicht höher als nötig heben.**

**Der Aufenthalt unter dem angehobenen Vierkugel-Apparat ist verboten!**

**Bei Montagen am VKA-110 muss sich der Hauptschalter (Q1) in Stellung AUS "0" befinden.**

#### **5.4.1 Installation des Gehäuses (Pos.1)**

Das Gehäuse des VKA-110 muss auf einem festen Unterbau montiert werden.

z. B. HANSA Press Labortisch (Art.-Nr. 002.00055),  
oder HANSA Press Grundgestell (Art.-Nr. 002.00729) )

Um einwandfreie Prüfungsergebnisse zu erreichen muss das Gehäuse waagrecht auf dem Unterbau stehen. Zur Überprüfung sollte eine Wasserwaage benutzt werden.

## **Vierkugel-Apparate mit Untertisch:**

Positionierung des Gehäuses (Pos.1) zusammen mit Sockel auf Untertisch. Gehäuse so positionieren, dass Ausrückhebel (Pos.32) auf der linken Tischseite zu montieren ist. Anschließend Gehäuse und Sockel mit vier Schrauben auf dem Untertisch befestigen.

### **Vorsicht: Quetschgefahr:**

Bei Montage **nicht** mit der Hand unter das Gehäuse oder den Sockel des Vierkugel-Apparats greifen.

Anschließend die Tischoberfläche (durch Justierung der Schraubfüße) waagrecht ausrichten, um einwandfreie Prüfungsergebnisse, sowie ein einwandfreies Spiel des Gewichtsbalkens zu erhalten.

### **Vorsicht: Quetschgefahr:**

**Nicht** mit der Hand unter den Tisch des Vierkugel-Apparates greifen.

## **5.4.2 Installation des Trägers für Schreibgeräte (Pos.19)**

Mit zwei Sechskantschrauben M10 x 40 (Pos.87) und zwei Scheiben DIN 125, B10 (Pos.73) Träger für Schreibgeräte am Gehäuse (Pos.1) befestigen.

## **5.4.3 Gewichtsbalken (Pos.24)**

### **5.4.3.1 Installation des Gewichtsbalkens**

Gewichtsbalken mit montiertem Ausgleichsgewicht (Pos.43) durch die linke, seitliche Gehäuseöffnung, unterhalb des montierten Ausrückhebels (Pos.32), führen.

Das montierte Ausgleichsgewicht des Gewichtsbalkens muss sich auf der Seite des Ausrückhebels befinden.

Innerhalb des Gehäuses vorsichtig den Schneidenbolzen (Pos.25) in die zwei Schneidenlager (Pos.26) einsetzen.

**Die Schneiden des Gewichtsbalkens sehr schonend behandeln.** Vermeiden Sie Beschädigungen speziell der Spitzen durch Stöße oder durch Fallenlassen in die Schneidenlager, da sonst die Schneidengeometrie beschädigt wird. Ein beschädigtes Schneidenlager lässt keine einwandfreien Prüfergebnisse zu.

### **Achtung: Schnittgefahr**

**Die Schneiden am Gewichtsbalken sind sehr scharfkantig und können Schnittverletzungen verursachen. Gewichtsbalken deshalb nie ohne Schutzhandschuhe montieren bzw. transportieren.**

### 5.4.3.2 Der Gewichtsbalken

Grundsätzlich erhalten Sie Ihren VKA-110 mit justiertem Gewichtsbalken. Die Justierung ist auf Lebenszeit ausgelegt.

**Achtung! Eine Justierung kann nur beim Hersteller vorgenommen werden.**

### 5.4.4 Installation der Stoßstange (Pos.22), des Stößels (Pos.20), des Lagers (Pos.64) und des Drehtellers (Pos.21)

Nach der Installation des Gewichtsbalkens, Stoßstange (Pos.22) durch die Bohrung im Boden des Spindelarbeitsraumes auf den Gewichtsbalken legen (Stoßstange zentriert sich selbst!).

Stößel (Pos.20) über die Stoßstange in die Bohrung einführen, so dass die Stoßstange mittig in die Stößelbohrung auf die montierte Pfanne (Pos.23) drückt.

Axial- Rillenkugellager (Pos.64) auf montierten Stößel legen.

Drehteller (Pos.21) mit eingepresster Pfanne (Pos.41) drehbar auf Axial- Rillenkugellager lagern.

#### **Achtung:**

Bei Upgrade von Zusatzoption-3 (Prüfkraftanzeige) wird eine geteilte Stoßstange mitgeliefert.

Bei kompletter Lieferung ist die Stoßstange bereits werksseitig montiert.

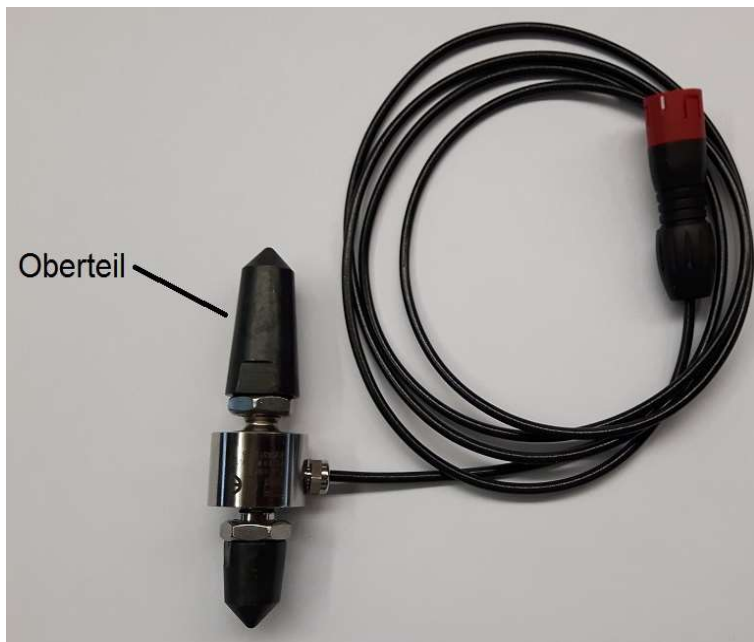
Mittig der geteilten Stoßstange befindet sich die Kraftmessdose. Der rote Stecker dieser Kraftmessdose muss **vor der Installation des Gewichtsbalkens** durch die hintere untere Bohrung (mit Gewinde) am VKA-110 geführt und mit dem Schaltschrank verbunden werden. Jetzt die graue Kabelführung (grauer Stöpsel) leicht von **innen** im VKA-Gehäuse einschrauben. Die geteilte Stoßstange (mit der bereits von HANSA Press montierten Kraftmessdose) von unten durch die Bohrung im Spindelarbeitsraum herausziehen. Jetzt kann der Gewichtsbalken (wie unter 5.4.3.1) installiert werden.

**Vorsicht!** Das Kabel darf nicht zwischen Schneidenbolzen (Pos.25) und Schneidenlager (Pos.26) liegen.

Die geteilte Stoßstange kann jetzt, nach der Installation des Gewichtsbalkens, durch die Bohrung des Spindelarbeitraumes auf den Gewichtsbalken gelegt werden.



**Achtung! Die Stoßstange muss mit dem längeren Oberteil nach oben eingesetzt werden, da sonst das Anschlußkabel beschädigt wird.**



Achten Sie darauf, dass sich das Kabel der Kraftmessdose nicht im Arbeitsbereich des Waagebalkens befindet. Danach müssen Pos.20, 64 und 21, wie oben beschrieben, eingebaut werden.

#### **5.4.5 Montage des Ständers für die Steuerung „Option-4“**

Den Ständer der Steuerung „Option-4“, soweit noch nicht montiert, mit vier Schrauben auf dem Labortisch oder Grundgestell befestigen.

#### **5.4.6 Montage der Steuerung „Option-4“**

Den Schaltschrank mit der Steuerung „Option-4“ mit vier Schrauben auf dem Ständer befestigen.

### **5.5 Elektrische Installation**

#### **Achtung:**

**Alle Arbeiten an der elektrischen Anlage dürfen nur von einer Elektrofachkraft bzw. unterwiesenen Personen gemäß den elektrotechnischen Regeln durchgeführt werden.**

## **6. Liste / Zeichnung der Ersatz- und Verschleißteile / Zusammenbauzeichnung**

Bei Zusendung des VKA-110 erhalten Sie außerdem eine Liste (4 Seiten) mit einer dazugehörigen Zeichnung (Zg.-Nr. H1-2.367/1) aller Ersatz- und Verschleißteile, sowie eine Zeichnung (Zg.-Nr. H1-2.367) der VKA-110 Gruppenzusammenstellung.

## **7. Elektrik / Stromlaufplan**

Mit der Lieferung des VKA-110 erhalten Sie einen Stromlaufplan.

## **8. VKA Schulung**

Bei Bedarf bieten wir Ihnen eine VKA Schulung in unserem Hause an. Die Schulung wird speziell für Sie vorbereitet.

Erstelldatum: 11.01.2017