

Präzisionsverschleißtester

kalO**MAX** NT II

Handbuch



1 ALLGEMEINES ZU VERSCHLEISSMESSUNGEN AN DÜNNEN SCHICHTEN.....	4
1.1 ÜBERBLICK.....	4
1.2 KLIMATISCHE EINFLÜSSE AUF TRIBOLOGISCHE PROZESSE.....	5
1.3 SUSPENSION (ABRASIVMITTEL).....	6
1.4 AUFSTELLUNGsort.....	6
1.5 HANDHABUNG DER SUSPENSION.....	7
2 VERSUCHSVORBEREITUNG.....	8
2.1 WAHL DER MESSPARAMETER (SCHLEIFWEG / KUGEL- BZW. WELLENUMDREHUNGEN).....	8
2.2 SCHLEIFGESCHWINDIGKEIT / KUGEL- BZW. WELLENDREHZAHL.....	9
2.3 AUFLAGEKRAFT.....	9
2.4 WELLE SÄUBERN.....	10
2.5 PROBE.....	10
2.6 KUGEL.....	10
2.7 DOSIERUNG MIT DER AUTOMATISCHEN DOSIERVORRICHTUNG.....	10
2.8 KARTUSCHE MIT ABRASIVMITTEL FÜLLEN UND EINSETZEN.....	11
2.9 PARAMETER FÜR DIE AUTOMATISCHE DOSIERUNG.....	11
2.10 DOSIERUNG VON HAND MIT EINER PIPETTE.....	12
3 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG.....	13
3.1 PROBENJUSTIERUNG.....	13
3.2 SUSPENSION AUFBRINGEN (NUR PIPETTE).....	13
3.3 WEITERE MESSUNGEN.....	14
3.4 ABBRECHEN EINER MESSUNG.....	14
4 AUSWERTEN DER KALOTTEN.....	14
4.1 PROFILOMETRISCHE AUSWERTUNG.....	15
4.2 BERECHNUNG DER VERSCHLEISSRATE ÜBER DAS PROFILOMETERMESSVERFAHREN.....	15
4.3 LICHTMIKROSKOPISCHE AUSWERTUNG.....	16
4.4 BERECHNUNG DER VERSCHLEISSRATE	16
5 BEDIENUNG.....	17
5.1 ALLGEMEINE HINWEISE ZUR BEDIENUNG.....	17
5.1.1 TASTENFUNKTIONEN.....	17
5.1.2 DIE MENÜS.....	18

5.1.3 TEXTEINGABE.....	18
5.1.4 ZAHLEINGABE.....	19
5.2 SCHLEIFPARAMETER.....	19
5.2.1 EINGABEBEREICH.....	20
5.3 START / STOP.....	20
5.4 HAUPTFENSTER.....	21
5.5 MENÜ.....	21
5.6 SCHLEIFPARAMETER VERWALTEN.....	22
5.6.1 ÄNDERN.....	22
5.6.2 SPEICHERN.....	22
5.6.3 LADEN.....	22
5.6.4 LÖSCHEN.....	22
5.7 VENTIL REINIGEN.....	23
5.8 SYSTEMEINSTELLUNGEN.....	23
5.8.1 KONFIGURATION.....	23
5.8.2 SPRACHE.....	24
5.8.3 WERKSEINSTELLUNGEN.....	24
5.8.4 INFO.....	24
ANHANG 1: LIZENZINFORMATIONEN.....	24

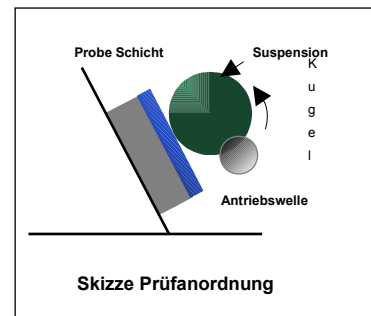
1 Allgemeines zu Verschleißmessungen an dünnen Schichten

1.1 Überblick

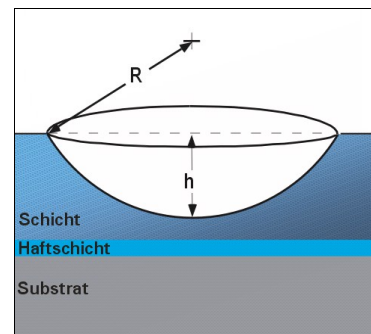
Für eine tribologisch orientierte Schichtentwicklung oder zur Qualitätssicherung von Verschleißschichten ist die Prüfung der Verschleißbeständigkeit von Schichten eine notwendige Forderung.

In einer Kooperation des Fraunhofer Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik und der Firma BAQ GmbH wurde das Verfahren des Kalottenschliffs gemäß DIN EN 1071-2, speziell auf die Anwendung für dünne Schichten modifiziert. Es wurde ein Verfahren entwickelt um die Verschleißbeständigkeit von dünnen Schichten (μm -Bereich) zu prüfen.

Mit dem Präzisionsverschleißtester kaloMAX NT kann das abrasive Verschleißverhalten von Werkstoffen und Schichten untersucht werden. Auf eine 100Cr6 Stahlkugel mit einem Durchmesser von 30 mm, die sich gegen eine Probe dreht, wird mit einer Dosiervorrichtung eine Suspension (Abrasivmittel) aufgegeben. (s. Abb.)



Hierbei wird die Kugelkalotte ausschließlich nur in die Schicht eingeschliffen, ohne bis zum Substrat durchzudringen. Die eingeschliffene Kalotte ist über die Tiefe und Breite profilometrisch oder mikroskopisch zu vermessen.



Es kann eine abrasivmittelspezifische Verschleißrate aus Kalottenvolumen (berechnet aus der Tiefe bzw. dem Durchmesser der Schleifkalotte und dem Kugeldurchmesser), Auflagekraft und Schleifweg berechnet werden.

Die Messparameter Auflagekraft, Schleifgeschwindigkeit und Schleifweg müssen konstant gehalten werden, wenn Verschleißraten miteinander verglichen werden sollen.

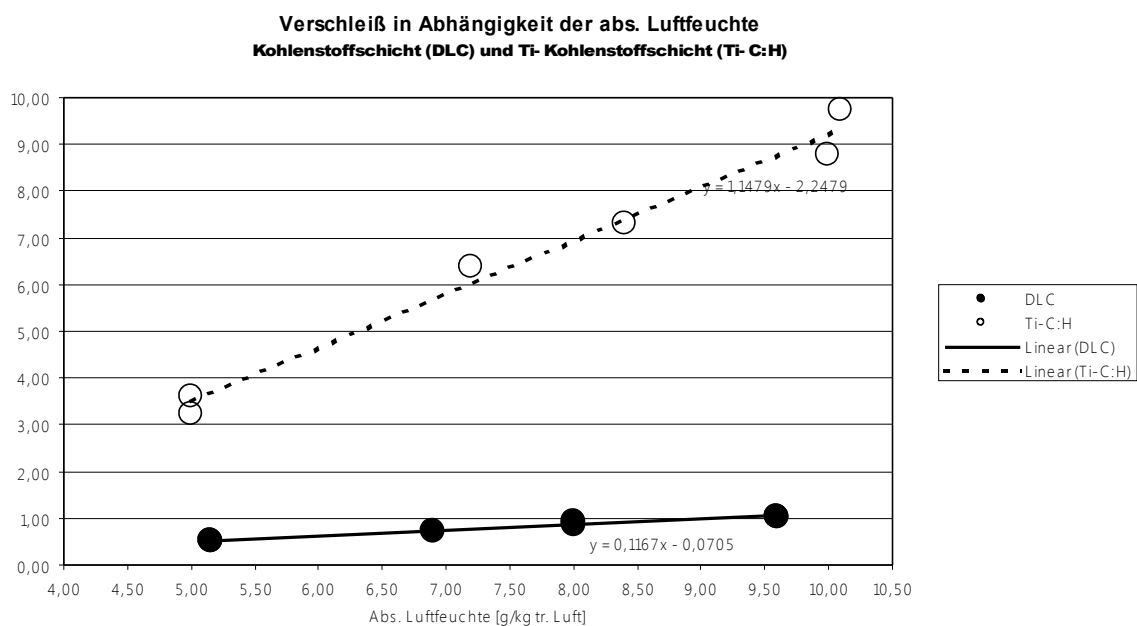
Die minimale, zuverlässig zu testende Schichtdicke liegt bei Hartstoffschichten bei ca. $1\ \mu\text{m}$. Sie ist im wesentlichen durch die Kürze der Messzeit bestimmt.

Das Gerät kann zudem auch als herkömmliche Prüfeinrichtung für den Kalottenschliff (DIN EN 1071-2) verwendet werden.

1.2 Klimatische Einflüsse auf tribologische Prozesse

Wie bei jedem tribologischem Vorgang hat die Umgebungstemperatur und die Luftfeuchte einen Einfluss auf den Reibungs- und Verschleißvorgang. Dies gilt selbstverständlich auch für die Verschleißprüfung mittels Präzisionsverschleißtester.

Am FhG-IST wurden ausführliche Messungen zum Verschleißverhalten von Schichten unter verschiedenen klimatischen Bedingungen (Temperatur und Luftfeuchte) durchgeführt.



Das dargestellte Diagramm zeigt den ermittelten Verschleiß einer reinen Kohlenstoffschicht (DLC) und einer Metall-Kohlenstoffschicht (Ti-C:H) in Abhängigkeit von der Luftfeuchte. Diese Daten sollen dem Kunden die Information geben, dass je nach zu prüfendem Schichtsystem eine mehr oder weniger ausgeprägte Abhängigkeit des Verschleißes von der Luftfeuchte vorliegt.

1.3 Suspension (Abrasivmittel)

Die lieferbare Suspension ist eine spezielle Entwicklung für die Verschleißprüfung an dünnen Schichten. Aufgrund von charakteristischen Eigenschaften dieses Abrasivmittels lassen sich zum Einen homogene (ohne ausgeprägte Furchenbildung) Verschleißkalotten an dünnen Schichten erzielen. Darauf basiert die Quantifizierung des Verschleißvolumens (V_v). Zum Anderen sind wegen der geringen Abrasivität des Mittels Verschleißmessungen im μm -Bereich möglich. Die Viskosität gewährleistet, dass die Suspension sich während der Verschleißmessung nicht über die Kugel verteilt, sondern im Bereich der Reibspur entlang des Kugelumfangs haften bleibt. Weiterhin gewährleistet sie ein ausgewogenes Verhältnis von Schmierung und Verschleißprozeß.

Um reproduzierbare und vergleichbare Messergebnisse zu erhalten, ist es unerlässlich, eine Suspension mit gleichbleibenden Eigenschaften zu verwenden. Es wird deshalb empfohlen, die als Zubehör erhältliche Suspension zu verwenden. Dies wird im IST hergestellt und für jede 50ml-Kartusche geprüft. Eine mitgelieferte Referenzschicht ermöglicht es, die Qualität auch später zu überprüfen.

1.4 Aufstellungsort

Das Gerät sollte im Idealfall in einem klimatisierten Raum aufgestellt und betrieben werden. Ist ein derartiger Raum nicht vorhanden sollte der Aufstellungsort nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt werden:

- Der Aufstellungsort sollte möglichst stabile klimatische Verhältnisse besitzen.
- Empfehlenswert ist ein separater Raum.
- Das Gerät sollte nicht in die Nähe von Wärmequellen (z.B.Heizung) oder an Fensterfronten (Sonneneinstrahlung, Zugluft) aufgestellt werden.
- Es sollte auch kein Ort ausgewählt werden an dem häufig Zugluft auftritt (z.B. Türbereich).

1.5 Handhabung der Suspension

Damit die unter Punkt 1.3 genannten Merkmale (Viskosität) des Abrasivmittels möglichst lange erhalten bleiben, ist auf folgendes unbedingt zu achten:

- Die Flasche nur kurzzeitig (schützt vor Feuchtigkeitsaufnahme) öffnen um Abrasivmittel in die Pipette zu füllen.
- Das Abrasivmittel nur mit einem sauberen und trockenen Rührstab umrühren.
- Der Aufbewahrungsort soll so gewählt werden, dass das Mittel nicht in der Nähe von Wärmequellen (z.B. Heizung, Sonneneinstrahlung) gelagert wird. Am besten in einer Schublade in der Nähe des Testers.
- Es ist zu empfehlen, dass sich der Anwender ein Referenzmaterial (z.B. Standard-schicht) einrichtet. An dieser Probe sollte in regelmäßigen Abständen der Verschleiß gemessen werden, um den "Zustand" der Suspension zu überprüfen. Verändert sich im Laufe der Zeit die Viskosität der Suspension, so ist dies meistens begleitet von höheren Verschleißwerten.

2 Versuchsvorbereitung

In die Berechnung der Verschleißrate gehen neben dem ausgeschliffenen Kalottenvolumen die zur Probenoberfläche senkrechte Komponente der Auflagekraft und der Schleifweg ein.

2.1 Wahl der Messparameter (Schleifweg / Kugel- bzw. Wellenumdrehungen)

Den geeigneten Schleifweg (oder die Anzahl der Kugel- bzw. Wellenumdrehungen) und damit auch die Messzeit muss jeder Nutzer selbst entsprechend seinen Anforderungen experimentell ermitteln. Er hängt im wesentlichen von der zur Verfügung stehenden Schichtdicke und der Verschleißbeständigkeit der zu prüfenden Schicht ab. Wichtig ist, dass Schleifwege ermittelt werden, bei denen die erzeugten Kalottentiefen nicht größer sind als die Schichtdicke der Funktionsschicht.

Als Orientierung zur Einstellung der Messzeiten können Erfahrungen des Fraunhofer Instituts für Schicht- und Oberflächentechnik an Hartstoffschichten dienen. Sie gelten jedoch nur für diese speziell entwickelten Schichtsysteme. Für verschiedene Schichtsysteme wurde folgende Kalottentiefen ermittelt (20°C, 50 %rel. Feuchte entspricht 7,3 [g/kg tr. Luft] bei 1013mbar)

Schichtsysteme	Kugel- umdrehungen	Messzeit [min]	Kalotten- tiefe [μm]	Volumenver- schleiß [$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{N}^{-1} \cdot 10^{-15}$]
Kohlenstoffschichten (DLC)	540	9	0,7	0,8
Metall-Kohlenstoffschicht: Ti-C:H	180	3	1,1	6,2
Metall-Kohlenstoffschicht: W-C:H	180	3	0,8	3,3

Tabelle 1: Schichtsysteme/Kalottentiefe

Die direkte Angabe des Schleifweges hat praktische Vorteile gegenüber der Einstellung der Anzahl der Kugel- oder Wellenumdrehungen. Die Umrechnung Kugelumdrehungen \Rightarrow Schleifweg wird im Gerät erledigt. Der Kugeldurchmesser muss eingegeben werden. Die geometrischen Größen des Gerätes (Abstand der Aufla-

gepunktete, Durchmesser der Welle im Auflagepunkt) werden automatisch berücksichtigt.

2.2 Schleifgeschwindigkeit / Kugel- bzw. Wellendrehzahl

Die Schleifgeschwindigkeit (Drehzahl der Kugel oder Welle) entspricht dem Weg, den die Kugeloberfläche gegenüber der Probenoberfläche zurücklegt. Sie hat ebenfalls großen Einfluss auf die gemessenen Verschleißrate.

Verwendet wurde vom IST bei allen Messungen an Hartstoffschichten eine Kugeldrehzahl von 60/min. Das entspricht einer Schleifgeschwindigkeit von 5,6 m/min.

2.3 Auflagekraft

Die Auflagekraft kann nicht direkt gemessen werden. Sie hängt ab vom Kugelgewicht, dem Durchmesser, dem Anstellwinkel der Probe und dem Abstand der Probe von der Welle.

Es ist deshalb sinnvoll, diese Größen für eine Versuchsreihe konstant zu halten. Die Probenoberfläche sollte parallel zur Oberseite des Schraubstockes liegen. Der Anstellwinkel beträgt dann 60°.

Der Abstand der Probe zur Welle kann mit einer Einstellehre justiert werden. Diese Schablone wird auf die Grundplatte gestellt und gegen die Welle gedrückt. Dann wird der gesamte Kreuztisch mit eingespannter Probe von hinten gegen die geneigte Fläche der Schablone geschoben. Die Schablone muss die Welle auf beiden Seiten berühren. Die Probenoberfläche sollte an der Schablone anliegen. So kann auch der Anstellwinkel kontrolliert werden.

Die Auflagekraft beträgt bei einer 30mm Stahlkugel in dieser Position 0,54N. Die Justierung muss sehr sorgfältig erfolgen, da schon kleine Abweichungen zu anderen Verschleißraten führen.

2.4 Welle säubern

Die Laufflächen der Gummi-Laufringe sind vor Versuchsbeginn mit Ethanol zu reinigen. Mit Abrasivmittel verschmutzte Gummi-Laufringe führen dazu, dass die Kugel im Kontaktbereich mit den Laufringen keinen ausreichenden Reibschluss besitzt. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Laufringe nicht beschädigt werden. Bei beschädigten Laufringen muss die gesamte Welle ausgetauscht werden, da sie auf diese Anwendung speziell abgestimmt worden sind.

Exakte (runde) Kalotten können nur eingeschliffen werden, wenn sich die Laufringe in einwandfreiem Zustand befinden.

2.5 Probe

Die Probe ist in die Probenhalterung einzuspannen. Die Probe ist mit Ethanol derart zu reinigen, dass im Messbereich keine Verschmutzungen (z.B. Fette, Öle, Fingerabdrücke, ..etc.) vorliegen.

2.6 Kugel

Die Kugel ist mit Ethanol zu reinigen. Es darf kein Abrasivmittel aus vorherigen Versuchen auf der Kugel vorhanden sein. Es empfiehlt sich eine besonders gründliche Reinigung der Kugel, da es sonst im Kontaktbereich mit den O-Ringen der Antriebswelle zur Schlupfbildung kommen kann. Die Kugel wird nun in die V-förmige Kerbe der Antriebswelle gelegt.

Die Kugeln dürfen selbstverständlich nicht angerostet sein. Bei Nichtgebrauch müssen sie trocken gelagert werden. Sinnvoll ist die Verwendung eines Behälters mit Silicagel.

2.7 Dosierung mit der automatischen Dosiervorrichtung

Die Dosiereinrichtung soll das Auftropfen des Schleifmittels erleichtern. Ein Tropfen wird automatisch nach Druck auf die START-Taste abgegeben. Die Tropfen werden mit konstanter Masse (möglichst 35 mg) erzeugt. Die dosierte Menge hängt von der Viskosität der verwendeten Schleifsuspension auch von Dosierzeit und –druck (s. u.) ab.

Zu verwendendes Zubehör

Kartusche:	5 ccm, Polypropylen
Stopfen:	5ccm, Polyethylen, doppeldichtend (weiß)
Kanüle:	olivgrün (1,54mm), mit Edelstahlröhrchen

2.8 Kartusche mit Abrasivmittel füllen und einsetzen

Man sollte beim Befüllen der Kartuschen darauf achten, dass sich möglichst wenig Luftbläschen im Schleifmittel befinden. Die Kartusche sollte zunächst mit der Blindnadel verschlossen und dann höchstens halbvoll gefüllt werden.

Der Stopfen ist so konzipiert, dass die Luft, die in der Kartusche ist an der Seite entweichen kann. Die Flüssigkeit muss mit dem unteren Rand des Stopfens abschließen. Es darf keine Luft zwischen Flüssigkeit und Stopfen sein! Den Stopfen vorsichtig andrücken, dabei darauf achten, dass das Schleifmittel nicht zwischen Stopfen und Gefäßwand gerät. Dann werden der Kartuschenadapter und die Kanüle befestigt

2.9 Parameter für die automatische Dosierung

Bevor der Dosiervorgang beginnen kann, müssen Druck und Zeit eingestellt werden.

Parameter zur Herstellung von Tropfen mit einer Masse von ca. 35 mg :

Druck:	0,45 bar
Zeit:	150 ms

Der Druck wird mittels des Feinregelventils an der Rückseite des Gerätes eingestellt. Die Schaltzeit wird entsprechend über das Menü eingestellt.

Häufig bildet sich beim ersten Mal noch kein Tropfen, da die Flüssigkeit erst in die Kanüle gelangen muss. Es ist ratsam, die ersten 5-6 Tropfen nicht für Messungen zu verwenden.

Die Tropfengröße bleibt innerhalb von ca. ± 1 mg konstant.

Ein einzelner Tropfen kann auch durch Druck auf die STOP-Taste abgegeben werden, wenn sich die Welle nicht dreht.

2.10 Dosierung von Hand mit einer Pipette

Eine saubere Pipette ist mit einem Gummisauger zu versehen. Die Suspension nur in saubere Pipetten einfüllen (Ansaugen). Die Suspension ist vor dem Einfüllen mit dem mitgelieferten Rührstab umzurühren. Die Suspension ist nicht vom Flaschenboden anzusaugen, sondern aus dem mittleren Bereich der Füllmenge. Anschließend ist das überflüssige Abrasivmittel von der Pipette zu entfernen. Die Pipette ist dann in die Halterung einzulegen.

Einmal entnommenes Schleifmittel sollte nicht wieder in die Flasche zurück gegeben werden.

3 Versuchsdurchführung

Man überprüfe noch einmal, ob alle Punkte der Versuchsvorbereitung beachtet worden sind.

3.1 Probenjustierung

Die eingespannte Probe kann mit dem Kreuztisch in x-y-Richtung justiert werden. Mit der Option Laserpointer wird die Justierung vereinfacht.

Der Laserpointer ist so eingestellt, dass auf der Probe an dem Punkt ein kleiner roter Lichtfleck erscheint an dem die Kugel aufliegen wird. Aus geometrischen Gründen gilt das aber nur für Kugeln mit Durchmesser 30mm und bei Einstellung der Probenoberfläche mit der Einstellehre.

Der Laserpointer wird erst beim Einschwenken in die rechte Endlage eingeschaltet.

3.2 Suspension aufbringen (nur Pipette)

Bei der Handdosierung muss die Suspension vor dem Start der Messung aufgebracht werden.

Für jede Messung wird nun **ein Tropfen** (s. Abb.) der Suspension benötigt. Dies gilt für alle angegebenen Messzeiten.

Es ist ein leichter Druck auf den Gummisauger auszuüben, bis sich ein Suspensions-tropfen bildet. Der Tropfen sollte dann durch sein Eigengewicht von der Pipette abreißen. Damit soll gewährleistet werden, dass sich stets Tropfen vergleichbarer Masse bilden. Dabei ist darauf zu achten, dass sich keine Luftblasen im Tropfen befinden. Ist dies der Fall ist die Kugel zu säubern und ein neuer Tropfen ist aufzubringen.

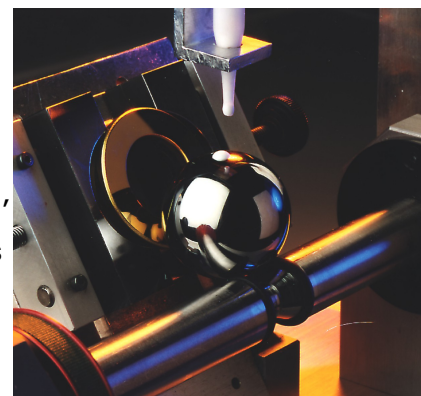
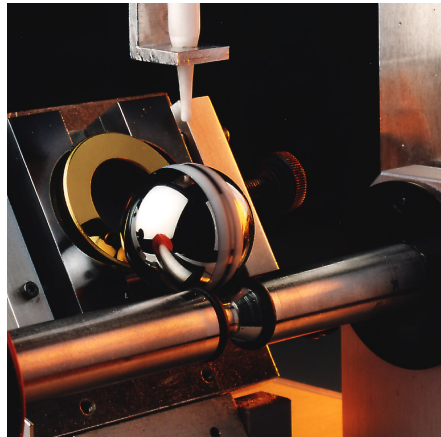


Abbildung 1: Aufgebrachter Suspensionstropfen

Nach einer Einlaufzeit von ca. 0,5 min. sollte sich das Schleifmittel homogen entlang des Kugelumfanges entsprechend der Abb. verteilt haben.



*Abbildung 2: Homogene
Verteilung der Suspension*

3.3 Weitere Messungen

Die Kugel ist von der Antriebswelle zu nehmen und mit Ethanol zu reinigen. Ebenfalls ist die Probe vom überflüssigen Schleifmittel zu reinigen. Die Probe wird verschoben und es können weitere Messungen durchgeführt werden. Die Kalotten sollten einen Mindestabstand von ca. 1-2 mm haben.

3.4 Abbrechen einer Messung

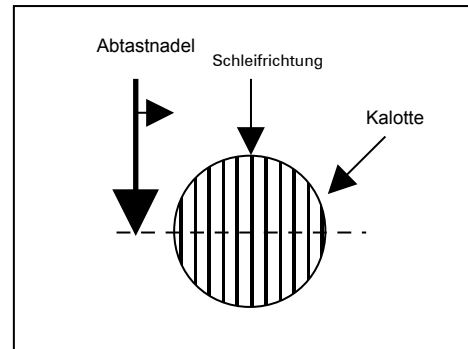
Eine Messung sollte abgebrochen werden, wenn die Kugel zu taumeln anfängt. Meistens ist dann etwas Suspension an die Gummireibräder gelangt oder Kugel und Antriebswelle waren nicht ausreichend gereinigt.

4 Auswerten der Kalotten

Je nachdem welche Auswerteeinheit vorhanden ist, können die Kalotten anschließend mit einem Profilometer (Kalottentiefe) oder einem Mikroskop (Kalottendurchmesser) vermessen werden.

4.1 Profilometrische Auswertung

Werden die Kalotten mit einem Profilometer vermessen (Bestimmung der Kalottentiefe), so soll mit der Abtastnadel quer zur Schleifrichtung und entlang der Mittellinie (tiefster Punkt der Kalotte) gemessen werden. (s. Abb.)



Zeichnung 1: Ausmessen der Kalotte mit dem Profilometer

4.2 Berechnung der Verschleißrate über das Profilometermessverfahren

Für die Berechnung des Verschleißvolumens wird eine ideale Kugelkappe vorausgesetzt. Das Kalotten- bzw. Verschleißvolumen (V_v) lässt sich über nachfolgende Formel berechnen.

$$(1) \quad V_v = \frac{\pi}{3} \cdot h^2 \cdot (3r - h)$$

Hierin bedeuten:

V_v = Verschleißvolumen [m^3]

h = Kalottentiefe [m]

r = Kugelradius [m]

Anschließend kann die Verschleißrate (V_r) aus der Gleichung:

$$(2) \quad V_r = \frac{\text{Verschleissvolumen}}{\text{Schleifweg} \cdot \text{Kugelkraft}}$$

berechnet werden. Der Schleifweg (s) ergibt sich aus dem Kugelumfang und der Anzahl der Kugelumdrehungen n ermitteln.

$$(3) \quad s = 2\pi r \cdot n$$

Damit errechnet sich der Verschleißrate nach folgender Formel:

$$(4) \quad V_r = \frac{V_v}{s \cdot F_K}$$

V_r = Verschleißrate [$m^3 \cdot m^{-1} \cdot N^{-1}$]

V_v = Verschleißvolumen [m^3]

s = Schleifweg [m]

F_K = Kugelkraftkomponente [N]

Mit der mitgelieferten Einstellehre wird eine Auflagekraft (F_k) von 0,54 N eingestellt.

Die Einheit der Verschleißrate ist in $m^3 \cdot m^{-1} \cdot N^{-1}$ anzugeben. Das "Kürzen" der Einheiten ist nicht sinnvoll, da dann nicht mehr die Einzelgrößen erkennbar sind.

4.3 Lichtmikroskopische Auswertung

Wird die Kalotte mit Hilfe eines Mikroskops ausgemessen, so ist der Kalottendurchmesser zu bestimmen.

4.4 Berechnung der Verschleißrate

Aus dem mikroskopisch ermittelten Kalottendurchmesser wird die Kalottentiefe bestimmt. Hierbei wird eine ideale Kugelkappe zugrunde gelegt.

Die Kalottentiefe errechnet sich aus:

$$h = r - \sqrt{r^2 - r_1^2}$$

h = Kalottentiefe [m]
 r = Kugelradius [m]
 r_1 = Kalottenradius [m]

Der Volumenverschleiß kann anschließend gemäß Gleichung (1) und Gleichung (4) (siehe 4.2 Berechnung der Verschleißrate über das Profilometermessverfahren) berechnet werden.

5 Bedienung

5.1 Allgemeine Hinweise zur Bedienung

5.1.1 Tastenfunktionen



Mit dieser Taste wird die aktuelle Funktion verlassen. Man gelangt in den übergeordneten Menüpunkt. Geänderte Einstellungen werden nicht übernommen.



Mit dieser Taste wird die Bearbeitung in einem Feld abgeschlossen oder ein untergeordneter Menüpunkt ausgewählt.



Funktionstaste



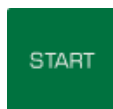
Funktionstaste



Funktionstaste



Funktionstaste



Mit dieser Taste wird der Schleifvorgang gestartet (s. Kapitel 5.3 Start / Stop).



Wird diese Taste gedrückt während ein Schleifvorgang läuft, wird das Schleifen beendet (s. Kapitel 5.3 Start / Stop). Andernfalls wird das Ventil gereinigt (s. Kapitel 5.7 Ventil reinigen).



Cursortasten

Mit diesen Tasten werden Menüpunkte ausgewählt und der Cursor in den Eingabefeldern verschoben.

In bestimmten Situationen werden die Funktionstasten F1 – F4 verwendet, um die Bedienung zu vereinfachen. Z.B. können die wichtigsten Schleifparameter im Hauptfenster mit Hilfe dieser Tasten schnell geändert werden, ohne über das Menü zu gehen.

Die Zifferntasten dienen der Eingabe von Zahlenwerten.

5.1.2 Die Menüs

Ein Menü besteht aus einer Liste verfügbarer Menüpunkte von denen der aktive farbig hinterlegt ist. Mit den Cursortasten ▲ und ▼ kann der aktive Menüpunkt gewählt werden. Mit ENTER wird der aktive Menüpunkt ausgewählt und es wird entweder ein Fenster oder ein Untermenü geöffnet.



Abbildung 3: Menü

Mit ESC kommt man zurück ins vorige Menü.

5.1.3 Texteingabe

Beim Speichern der Schleifparameter sind Eingaben im Klartext erforderlich. In diesem Fall wird das Texteingabefenster geöffnet.



Abbildung 4 : Texteingabe

Im oberen, weiß hinterlegten Feld (im folgenden Textfeld genannt) wird der eingegebene Text gezeigt, in den darunter liegenden Reihen sind die Zeichen dargestellt, die gewählt werden können. Das Leerzeichen ist durch [] gekennzeichnet.

Durch die Zeichenfelder bewegt man den Cursor mit den Cursortasten und wählt ein Zeichen mit ENTER aus. Das ausgewählte Zeichen wird in das Textfeld geschrieben.

Mit F1 wird zwischen Groß- und Kleinbuchstaben gewechselt, F2 löscht das letzte Zeichen im Textfeld.

Mit F4 (Ok) wird die Texteingabe beendet und der eingetragene Text steht zur Verfügung.

Mit ESC und F3 (Abbruch) wird die Texteingabe ohne Speicherung beendet.

5.1.4 Zahleingabe

Zur Eingabe von Zahlen wird das Zahleingabefenster geöffnet. Im weiß hinterlegten Feld wird die eingegebene Zahl angezeigt. Mit den Cursorstasten ◀ und ▶ kann die Schreibmarke im Feld verschoben werden. Mit F2 (←) wird das Zeichen links von der Schreibmarke gelöscht. Die Eingabe der Ziffern und des Dezimaltrennzeichens erfolgt mit Hilfe der entsprechenden Tasten.

Mit F4 (Ok) oder der ENTER-Taste wird die Eingabe beendet und der Wert übernommen.

Mit F3 (Abbruch) oder der ESC-Taste wird die Eingabe abgebrochen.

5.2 Schleifparameter

Für einen Schleifvorgang müssen folgende Parameter eingegeben werden:

- Schleifgeschwindigkeit in m/min, Drehzahl der Schleifkugel oder Drehzahl der Welle in U/min
- Schleifweg in Meter, Anzahl Umdrehungen der Schleifkugel oder Anzahl Umdrehungen der Welle
- Dosierzeit zum Auftragen des Abrasivmittels in ms
- Durchmesser der Schleifkugel in mm

Außerdem können folgende Grundeinstellungen vorgenommen werden:

- Einheit, in der Geschwindigkeitsangaben gemacht werden (Schleifgeschwindigkeit, Drehzahl der Schleifkugel oder Drehzahl der Welle)
- Einheit, in der Streckenangaben gemacht werden (Schleifweg in Meter, Anzahl der Kugelumdrehungen oder Anzahl der Wellenumdrehungen)

Diese Parameter (inklusive Grundeinstellungen) können abgespeichert und später wieder geladen werden. Die aktuellen Parameter können im Hauptfenster (s. Kapitel 5.4) oder über das Menü (s. Kapitel 5.6.1) geändert werden, gespeicherte Parameter müssen zunächst geladen werden, bevor sie geändert und wieder abgespeichert werden können.

Die Grundeinstellungen können in der Konfiguration (s. Kapitel 5.8.1) festgelegt werden.

Der Vordruck für die pneumatische Dosierung wird mit dem Drehknopf an der Geräterückseite eingestellt und ist im Hauptfenster links oben ablesbar.

5.2.1 Eingabebereich

		Minimum	Maximum
Geschwindigkeit	Kugelumdrehungen pro Minute	15 /U/min	590 /U/min
	Schleifgeschwindigkeit	1,4 /m/min	55,8 /m/min
	Wellenumdrehungen pro Minute	30 /1/min	1000 /1/min
Strecke	Anzahl der Kugelumdrehungen	13 /U _k	9200 /U _k
	Schleifweg	1,2 /m	870 /m
	Anzahl der Wellenumdrehungen	20 /U _w	15000 /U _w
Kugeldurchmesser		12 /mm	40 /mm

5.3 Start / Stop

Wenn im Hauptfenster die Taste START gedrückt wird, beginnt der Schleifvorgang.

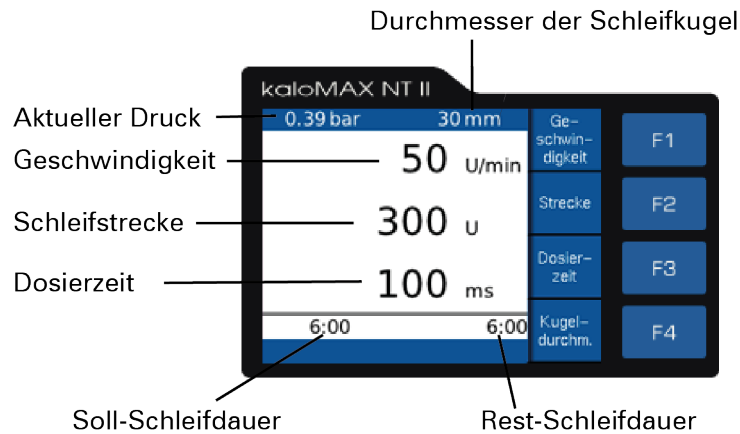
Zunächst wird etwas Schleifsuspension auf die Schleifkugel gegeben d.h. das Ventil wird für die angegebene Dosierzeit geöffnet.

Nach einer Pause von 1,5 Sekunden startet der Motor.

Der Schleifvorgang kann jederzeit durch Drücken der Taste STOP beendet werden. Im Regelfall wird der Schleifvorgang automatisch beendet, wenn die vorgegebene Anzahl der Umdrehungen erfolgt ist bzw. der Schleifweg zurückgelegt wurde.

5.4 Hauptfenster

Vom Hauptfenster aus kann durch Drücken der Taste **START** der Schleifvorgang gestartet werden.



Die aktuellen Schleifparameter werden angezeigt und können nach Drücken der entsprechenden Funktionstaste geändert werden. Wurde ein Parametersatz geladen, wird unten links der Name des Datensatzes angezeigt. Werden die Parameter im Hauptfenster geändert, so hat das keine Auswirkungen auf die gespeicherten Parameter.

Wird gerade kein Schleifvorgang durchgeführt, kann das Ventil durch Drücken der Taste **STOP** gereinigt werden.

5.5 Menü

Wird im Hauptfenster **ESC** gedrückt, wird das Hauptmenü angezeigt. Das Menü beinhaltet folgende Unterpunkte:

- Schleifen – Anzeige des Hauptfensters.
- Schleifparameter – Anzeige des Untermenüs zur Einstellung und Verwaltung der Schleifparameter.
- Ventil reinigen – Das Ventil wird für die Dosierzeit geöffnet.
- System – Anzeige des Untermenüs für die Systemeinstellungen.

5.6 Schleifparameter verwalten

5.6.1 Ändern

Geschwindigkeit, Strecke, Dosierzeit und Kugeldurchmesser können:

- vom Hauptfenster aus durch Drücken der entsprechenden Funktionstaste oder
- durch Auswahl des entsprechenden Menüpunktes im Untermenü **Schleifparameter / Ändern**

geändert werden.

Die Einheit, in der Geschwindigkeit und Strecke eingegeben werden müssen, ist in der Konfiguration (s. Kapitel 5.8.1) festgelegt.

In jedem Fall wird ein Eingabefenster angezeigt, in dem der Wert des entsprechenden Parameters geändert werden kann.

5.6.2 Speichern

Die aktuellen Schleifparameter können im Menüpunkt **Schleifparameter / Speichern** unter einem selbst definierten Namen gespeichert werden.

Nach Auswahl des Menüpunktes öffnet sich ein Texteingabefenster, in dem der neue Name für den Datensatz eingegeben werden kann.

5.6.3 Laden

Unter dem Menüpunkt **Schleifparameter / Laden** können die gespeicherten Schleifparameter abgerufen werden.

Mit den Cursortasten ▲ und ▼ wird aus der Liste der vorhandenen Schleifparameter-Datensätze der gewünschte ausgewählt und mit ENTER geladen.

5.6.4 Löschen

Unter dem Menüpunkt **Schleifparameter / Löschen** kann ein gespeicherter Schleifparameter-Datensatz gelöscht werden, wenn er nicht mehr benötigt wird.

Mit den Cursortasten ▲ und ▼ wird aus der Liste der vorhandenen Schleifparameter-Datensätze der gewünschte ausgewählt und mit ENTER gelöscht.

5.7 Ventil reinigen

Zum reinigen der Düse muss das Ventil für die Dosierzeit geöffnet werden. Hierfür gibt es 2 Möglichkeiten:

1. Auswahl des Menüpunktes **Ventil reinigen**.
2. Drücken der Taste STOP im Hauptfenster wenn keine Messung läuft (Läuft eine Messung wird diese beim Betätigen der Taste STOP abgebrochen).

5.8 Systemeinstellungen

Wird im Menü **System** gewählt, dann wird ein Untermenü geöffnet, das folgende Unterpunkte beinhaltet:

- Konfiguration – Einstellung der Einheiten für Geschwindigkeiten und Strecken.
- Sprache –Einstellung der Sprache.
- Werkseinstellungen – Zurücksetzen auf Werkseinstellungen.
- Info – Anzeige der Systeminformationen.

5.8.1 Konfiguration

In der Konfiguration können die Formate für die Eingabe der Geschwindigkeit und der Streckenangaben eingestellt werden.

5.8.1.1 Geschwindigkeit

Folgende Einheiten können zur Angabe von Geschwindigkeiten ausgewählt werden:

- Kugelumdrehungen / 1/min
- Schleifgeschwindigkeit / m/min
- Wellenumdrehungen / 1/min

5.8.1.2 Strecken

Folgende Einheiten können zur Angabe von Geschwindigkeiten ausgewählt werden:

- Anzahl Kugelumdrehungen
- Schleifweg / m/min
- Anzahl Wellenumdrehungen

5.8.2 Sprache

In dem Menüpunkt **System / Sprache** kann die Sprache gewählt werden. Durch Betätigung der Cursortasten wird die Sprache ausgewählt. Nach Verlassen des Fensters mit ENTER oder F4 (Ok) wird die neue Sprache aktiv.

5.8.3 Werkseinstellungen

Mit Hilfe des Menüpunktes **System / Werkseinstellungen** können die aktuellen Schleifparameter auf die Standardwerte zurückgesetzt werden.

5.8.4 Info

Unter dem Menüpunkt **System / Info** werden die Systeminformationen angezeigt. Dazu gehören die Seriennummer des Gerätes, die Versionsnummern der Software, des Kernel und des Dateisystems sowie die Software- und Hardwarerevision.

Anhang 1: Lizenzinformationen

Die im Produkt integrierte Firmware beinhaltet Software, die unter der GNU General Public License (GPL) oder unter der GNU Lesser General Public License (LGPL) lizenziert ist. Gemäß den Bestimmungen der GPL oder LGPL wird dem Endbenutzer auf Anfrage eine Kopie des Quellcodes zur Verfügung gestellt, der der GPL bzw. der LGPL unterliegt. Dieser Code wird OHNE JEGLICHE GARANTIE bereitgestellt, was auch die MARKTFÄHIGKEIT oder die EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK betrifft. Das Angebot, den Quellcode auf Anfrage zur Verfügung zu stellen endet 3 Jahre nach Lieferung unseres Produkts an den Kunden. Wenden Sie sich in diesem Zusammenhang bitte an BAQ GmbH.

BAQ GmbH
Hermann-Schichting-Str. 14
38 110 Braunschweig

Tel. 05307 / 95102-0

Fax 05307 / 95102-20