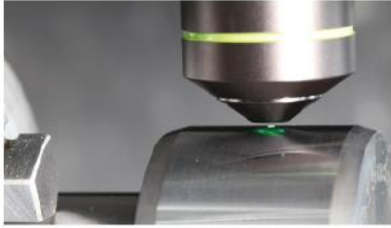
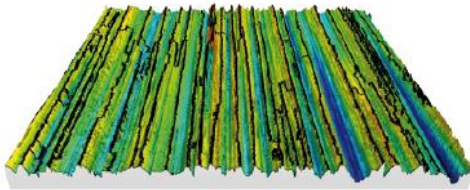


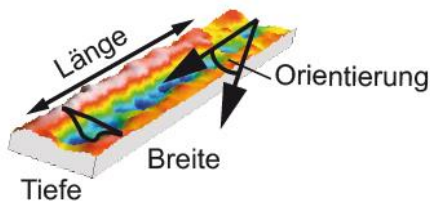
1. Messung



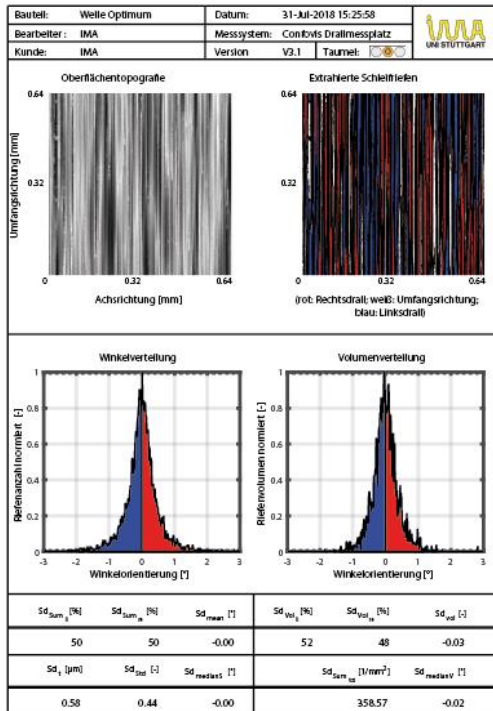
2. Filterung + Segmentierung



3. Merkmalsextraktion



4. Statistische Auswertung



IMA-Mikrodrall® Analyse - Messablauf

Beschreibung:

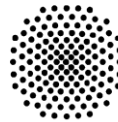
Bei der IMA-Mikrodrall® Analyse handelt es sich um ein strukturbasiertes, quantitatives Auswerteverfahren, bei dem die Dichtungsgegenläufigkeit hinsichtlich der sich darauf befindlichen Schleifriefen (Mikrodrall) ausgewertet wird. Um dies zu erreichen werden mittels optischen Topographiemessgeräten erfasste, hochaufgelöste 3D-Oberflächentopographien mit Methoden der digitalen Bildverarbeitung ausgewertet. Um präzise und statistisch fundierte Messwerte zu erzielen und um einen potentiellen Taumelfehler des im Messgerät aufgespannten Bauteils zu kompensieren, wird ein festgelegtes Messraster mit mehreren Einzelmessungen in Achs- sowie Umfangsrichtung um den gesamten Bauteilumfang durchgeführt. Die Ausrichtung des zu messenden Bauteils im Koordinatensystem des Messgerätes wird hierbei algorithmisch anhand der ermittelten Messdaten kompensiert.

Die Auswertung der erfassten 3D-Topographien kann grob dargestellt in folgende Analyseschritte untergliedert werden:

1. Hochaufgelöste Messung
2. Filterung der Topographie und Segmentierung der Schleifriefen
3. Bestimmung von Größe, Lage, Winkelorientierung und Volumen der Schleifriefen
4. Statistische Auswertung der Daten und Ermittlung von Verteilungskurven sowie Kennwerten und Darstellung in Protokoll-Form

Verfügbare Messgeräte:

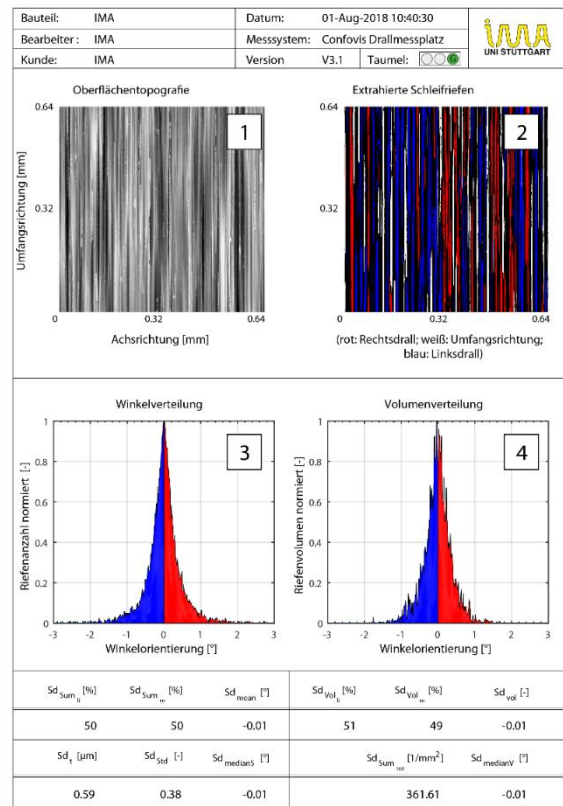
- Confovis Oberflächen- und Drallmessplatz
- Bruker NPflex-LA



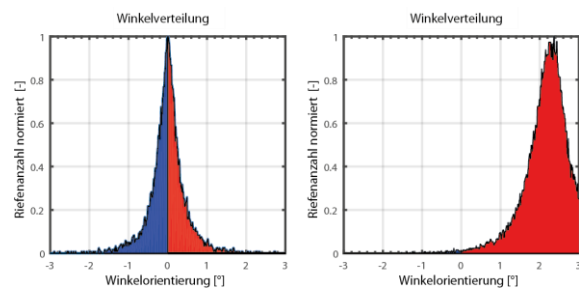
Erläuterungen zum Messprotokoll:

Das Protokoll der IMA-Mikrodrall®Analyse ist nebenstehend dargestellt. Der Protokollkopf beinhaltet Informationen wie bspw. die Bauteilbezeichnung, das Datum der Auswertung sowie den Typ des Messsystems. Eine dreistufige Ampel zeigt die Qualität der Aufspannung des gemessenen Bauteils an. Messungen mit rotem Ampelsignal sollten mit verbesserter Aufspannung wiederholt werden. Weiterer Bestandteil des Protokolls ist eine Grauwertdarstellung der Topographie in der Draufsicht **(1)**. **(2)** stellt die binarisierte Topographie dar, in der die einzelnen erfassten Schleifriefen zu erkennen sind. Der Farbcode zeigt hierbei die Orientierung der Schleifriefen an. **(3)** zeigt die Winkelverteilung aller erfassten Schleifriefen. Hierfür wird die Anzahl aller, in einer bestimmten Winkellage orientierter Schleifriefen, aufsummiert und über der Winkelorientierung aufgetragen. Die Nullgradlage kennzeichnet die Umfangsrichtung des vermessenen Bauteils. In **(4)** ist die Volumenverteilung abgebildet. Ähnlich wie bei der Winkelverteilung wird hier das Volumen gleichgerichteter Schleifriefen kumuliert und über der Winkellage aufgetragen.

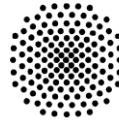
Eine ideale Dichtungsgegenauflfläche weißt symmetrische und in Umfangsrichtung orientierte Verteilungskurven auf. Ob ein Mikro-Links- oder Mikro-Rechtsdrall vorliegt ist anhand einer Verschiebung, Ungleichverteilung oder Asymmetrie der Verteilungskurven zu erkennen. Nebenan sind exemplarisch die Verteilungskurve einer als Dichtungsgegenauflfläche geeigneten sowie einer drallbehafteten und als Dichtungsgegenauflfläche ungeeigneten einstückgeschliffenen Dichtungsgegenauflfläche dargestellt.



Messprotokoll IMA-Mikrodrall®Analyse



Verteilungskurven einer hinsichtlich Mikrodrall geeigneten (links) und ungeeigneten (rechts) Dichtungsgegenauflfläche



Mikrodrall Kenngrößen:

Prozentualer Anteil rechts-/ linksgängiger Mikrodrallstrukturen $Sd_{Sum,li}$, $Sd_{Sum,re}$

Die Kenngrößen $Sd_{Sum,re}$ und $Sd_{Sum,li}$ stellen die prozentualen Summen aller positiv und negativ orientierten Mikrodrallstrukturen der Winkelverteilungskurve WV dar.

$$Sd_{Sum,re} = \int_{0,01^\circ}^{90^\circ} WV(\gamma)$$

$$Sd_{Sum,li} = \int_{-90^\circ}^{-0,01^\circ} WV(\gamma)$$

Prozentualer Anteil rechts-/ linksgängigen Strukturvolumens $Sd_{Vol,li}$, $Sd_{Vol,re}$

Die Kenngrößen $Sd_{Vol,re}$ und $Sd_{Vol,li}$ sind die prozentualen Anteile des positiv bzw. negativ orientierten kumulierten Strukturvolumens der Winkelvolumenverteilung WVV .

$$Sd_{Vol,re} = \int_{0,01^\circ}^{90^\circ} WVV(\gamma)$$

$$Sd_{Vol,li} = \int_{-90^\circ}^{-0,01^\circ} WVV(\gamma)$$

Medianwinkel der Winkelverteilung und der Winkelvolumenverteilung $Sd_{median,S}$, $Sd_{median,V}$

Die Kenngrößen $Sd_{median,S}$, $Sd_{median,V}$ sind die Medianwerte der Winkel- und Winkelvolumenverteilung. D.h. sie geben die Winkelorientierungen an, für die die Anzahl größerer wie kleinerer Winkel bzw. Winkelvolumen gleich ist.

$$Sd_{median,S} = median(WV(\gamma))$$

$$Sd_{median,V} = median(WVV(\gamma))$$

Arithmetisch gemittelte Mikrodralltiefe Sd_t

Die Kenngröße Sd_t ist der arithmetische Mittelwert der Strukturturen t aller erfassten Mikrodrallstrukturen n .

$$Sd_t = \frac{1}{n} \sum_1^n t(n)$$

Standardabweichung der Winkelorientierungen Sd_{std}

Die Standardabweichung Sd_{std} wird als statistisches Maß für die auftretende Streuung der Winkelorientierungen aller erfassten Mikrodrallstrukturen verwendet. Sie beschreibt die Breite der Winkelverteilungskurve und wird anhand einer, an die normierte Winkelverteilung eingepassten Gauss-Kurve abgeleitet.

$$Sd_{std} = std(WV(\gamma))$$

Anzahl Mikrodrallstrukturen pro mm^2

$Sd_{Sum,tot}$

Die Kenngröße $Sd_{Sum,tot}$ ist die auf eine Messfläche von $1 mm^2$ bezogene Anzahl erfasster Mikrodrallstrukturen.

$$Sd_{Sum,tot} = \frac{\sum n}{1 mm}$$