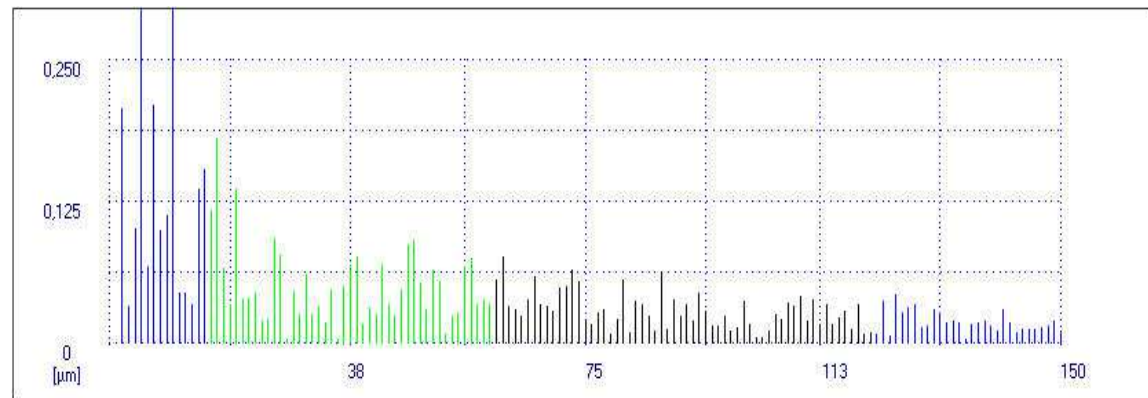
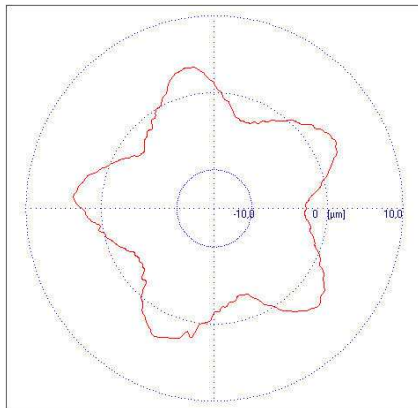


Mikro Data

Fourier Analyse

in der Rundheitsmessung



Fourier Übersicht

- 1. Exzentrizität**
- 2. Ovalität**
- 3. Rundheits-Messgeräte ohne X-Y-Steller**
- 4. Fourier Analyse / FFT Koeffizienten**
- 5. Inverse Fourier / IFFT**
- 6. Norm Filter 1-15 / 1-30 / 1-50 / 1-100 / 1-300 / 1-512**

Rundheitsmessgerät RME 075



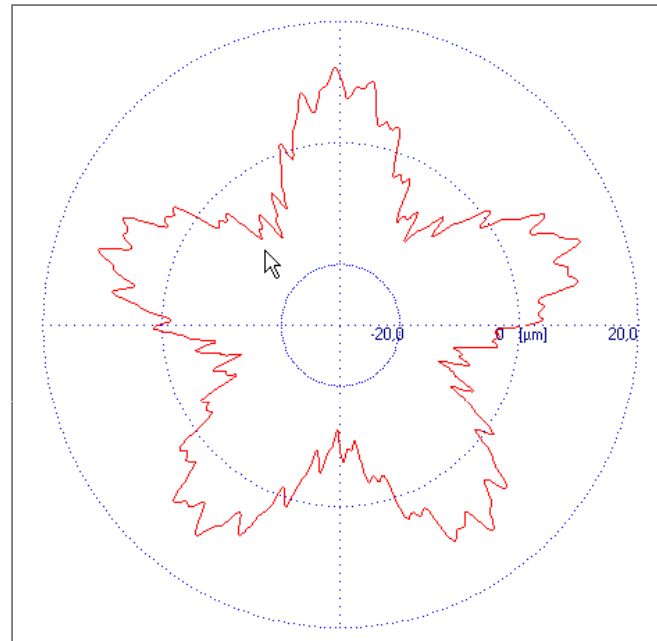
Hochgenaues Luftlager

Präzises Spannfutter

Induktiver Mess-Taster

**PC Auswerte-System - mit
Fourier Berechnung**

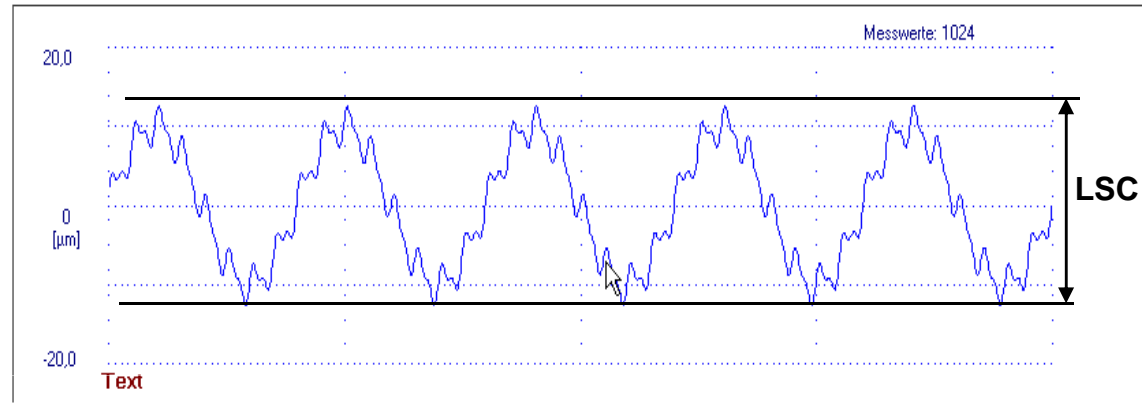
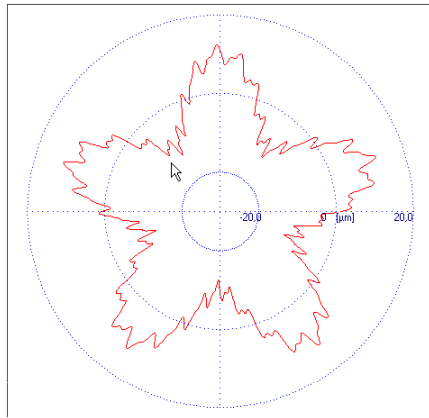
Polar-Diagramm



Das Werkstück wird um 360° gedreht.

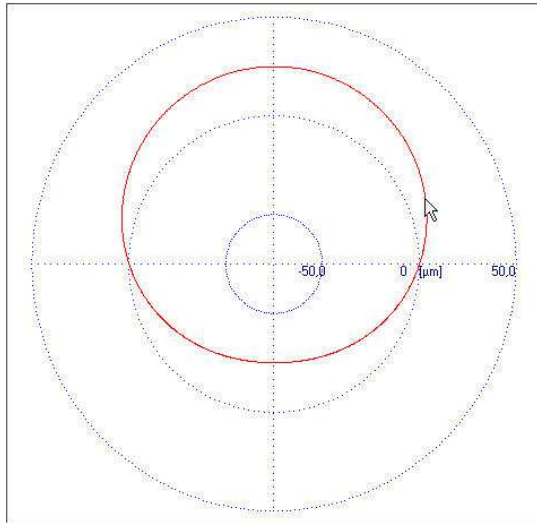
Während der Drehung wird das Rundheits-Profil vom PC aufgenommen, ausgewertet und am Bildschirm angezeigt,

Linear-Diagramm



Das Profil kann auch linear dargestellt werden.

Exzentrizität



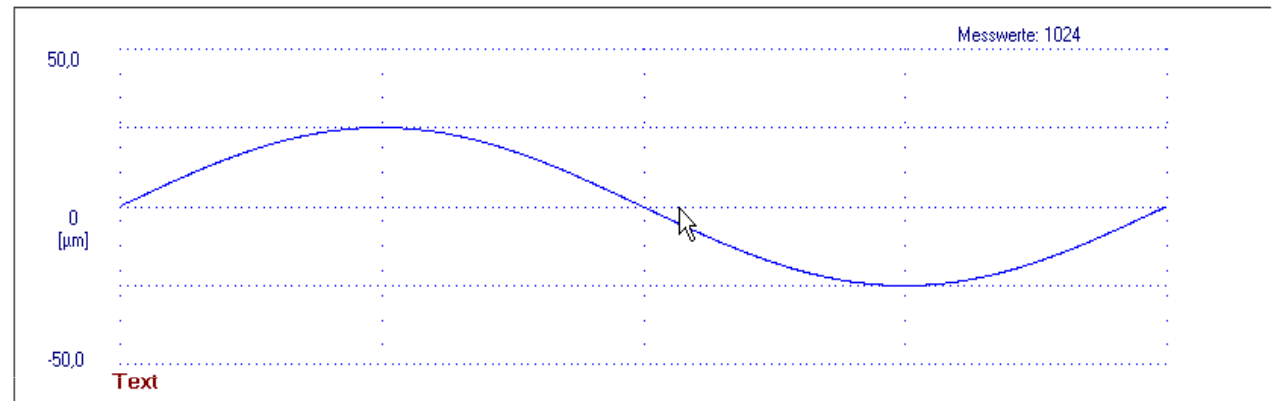
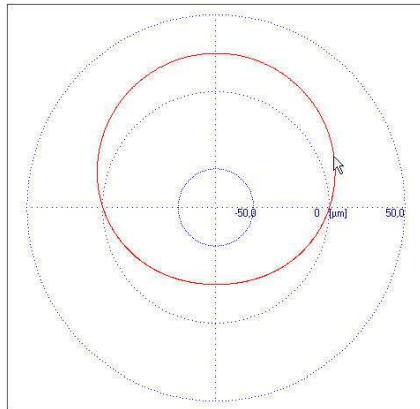
Größtes Problem bei der Rundheitsmessung ist die Exzentrizität - verursacht durch die Aufnahme im Spannfutter.

Mechanisch wird die Exzentrizität über X-Y-Steller **zeitraubend** möglichst auf Null eingestellt.

Nach diesem Verfahren arbeiten alle älteren Rundheitsprüfgeräte **ohne** PC-Einsatz.

PC-unterstützte Systeme können die Exzentrizität rechnerisch aus-filtern.

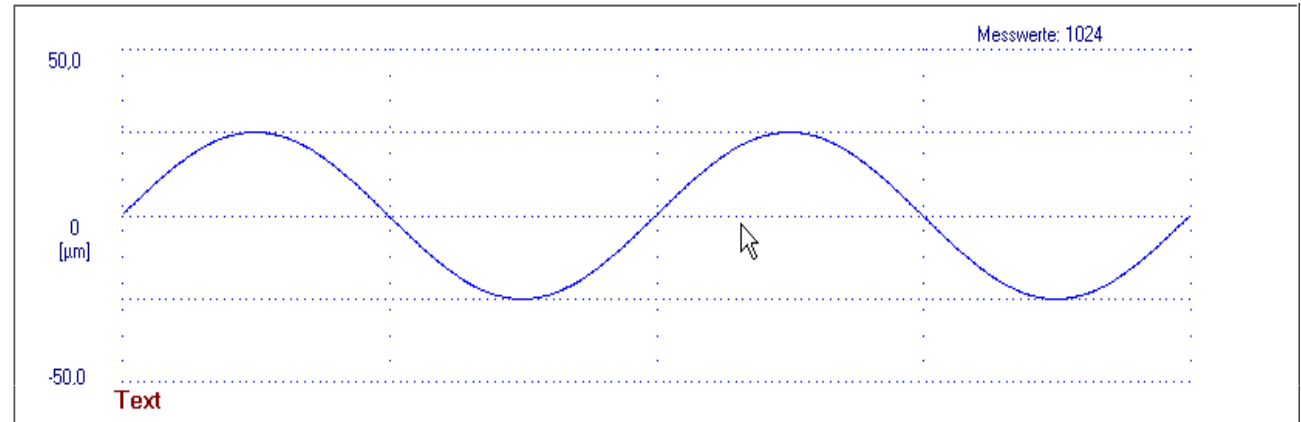
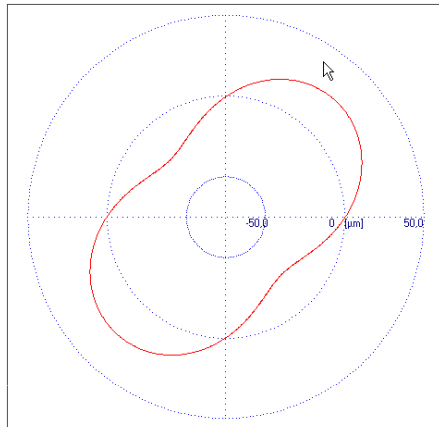
Exzentrizität – eine Sinus-Schwingung



Die Linear-Darstellung zeigt die Exzentrizität als saubere Sinus-Schwingung.

Bei exakter Ausrichtung des Werkstückes über die X-Y-Steller würde im Linear-Diagramm ein gerader Strich gezeichnet werden.

Ovalität – **zwei** Sinus-Schwingungen

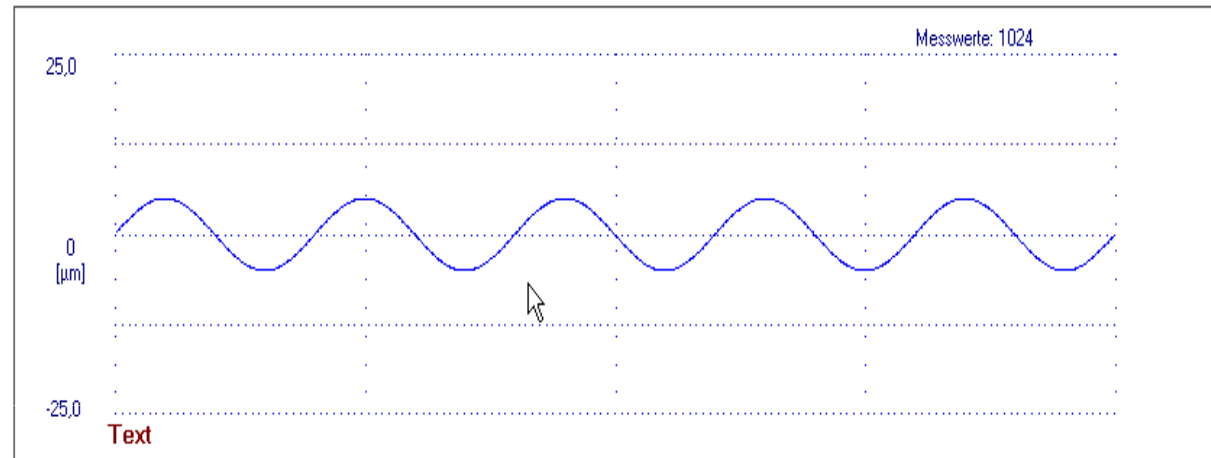
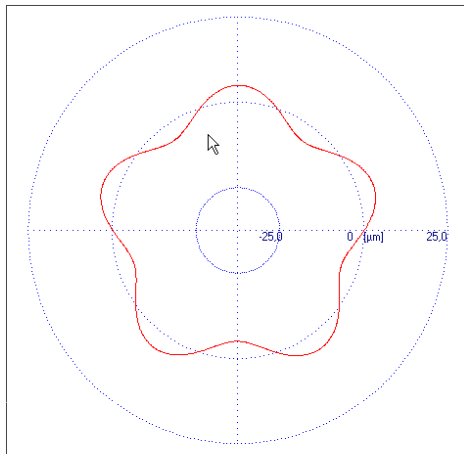


Ovalität **kann** im Werkstück vorhanden sein,
Wird aber auch durch Schräglage (Spannfehler) erzeugt werden !

Wichtige Erkenntnis :

Exzentrizität und Ovalität sind sinusförmig in der linearen Darstellung.

Fünfeckiges Werkstück



Ein fünfeckiges Werkstück könnte aus 5 gleichmäßigen Sinus-Schwingungen bestehen.

Wichtige Erkenntnis :

In der Rundheitsmessung spielen Sinus-Schwingungen eine große Rolle.

Rundheits-Messgeräte ohne X-Y-Steller



Wie arbeiten Rundheitsmessgeräte ohne XY-Steller ?

SKF-Steyr und Mikro-Data verwenden die mathematische **Fourier-Analyse** zur Beseitigung der Exzentrizität

Jean Baptiste Fourier



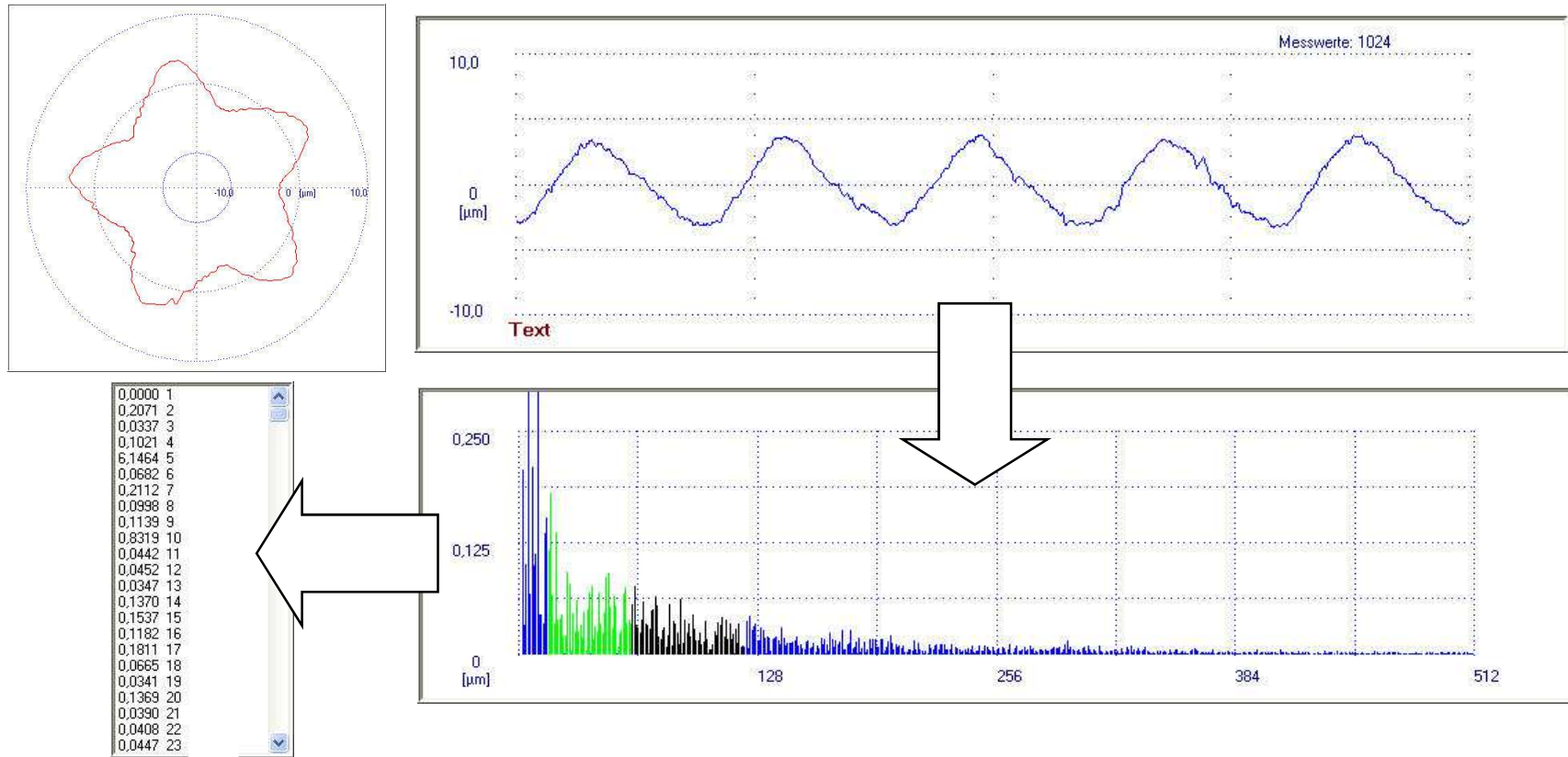
**Jean-Baptiste Joseph Baron de
Fourier (1768 - 1830)**

Fourier entwickelte um 1800 ein mathematisches Verfahren das periodische Signale in Wellen-Zahlen (Fourier-Koeffizienten) umrechnet.

Eine **Periode** entspricht in der Rundheitsmessung **einer** Umdrehung !

Brauchbare Rechner-Programme entstanden um 1965 mit der Bezeichnung :
Fast-Fourier-Transformation - FFT

Was macht die FFT ?

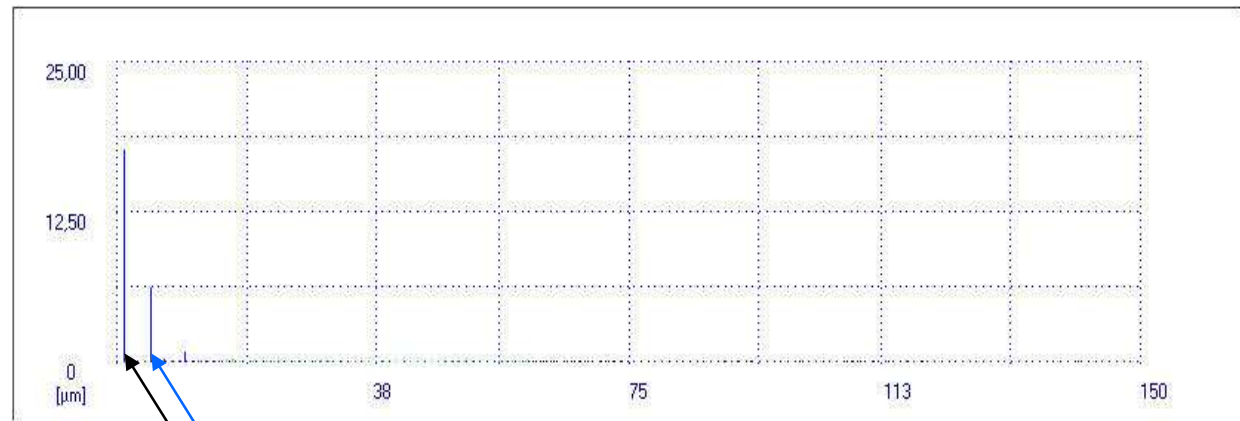
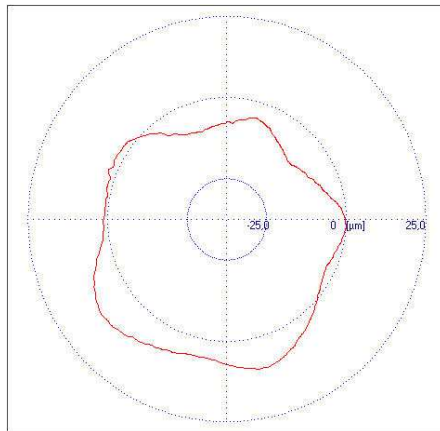


Zerlegung der periodischen Signale in Fourier-Koeffizienten (Zahlen-Werte)

Wichtige Erkenntnis :

Ein periodisches Signal wird durch eine Zahlenreihe eindeutig beschrieben.

Darstellung mit Exzentrizität



| | |
|---------|---|
| 17,6669 | 1 |
| 0,2130 | 2 |
| 0,0320 | 3 |
| 0,1001 | 4 |
| 6,1470 | 5 |
| 0,0674 | 6 |
| 0,2124 | 7 |

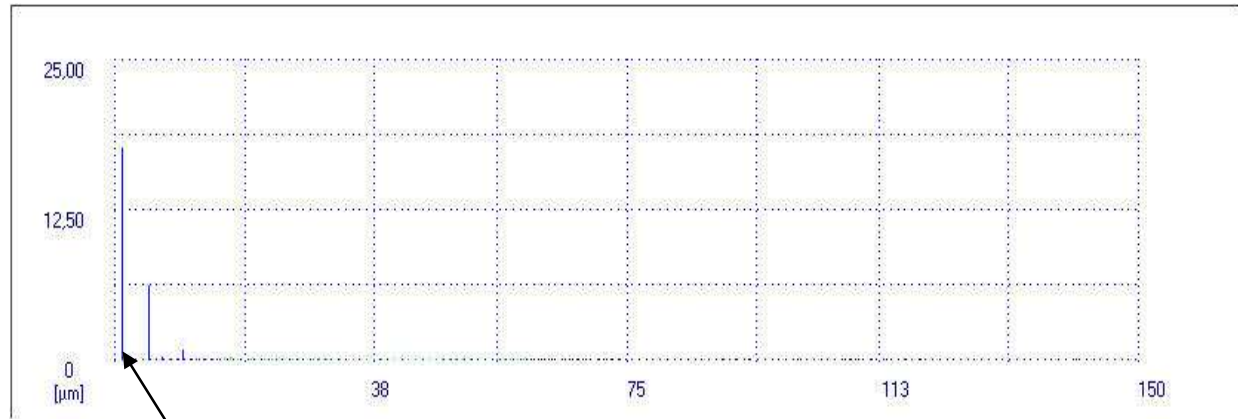
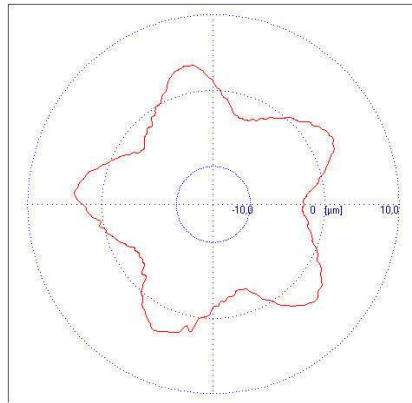
Schwarzer Pfeil = 1. Koeffizient = Exzentrizität = 17.66 µm

Blauer Pfeil = 5. Koeffizient = 5-Eck = 6.14 µm

Wichtige Erkenntnis :

Exzentrizität – Ovalität – Dreieckform – Fünfeckform u.s.w werden eindeutig berechnet.

X-Y-Steller mit Fourier

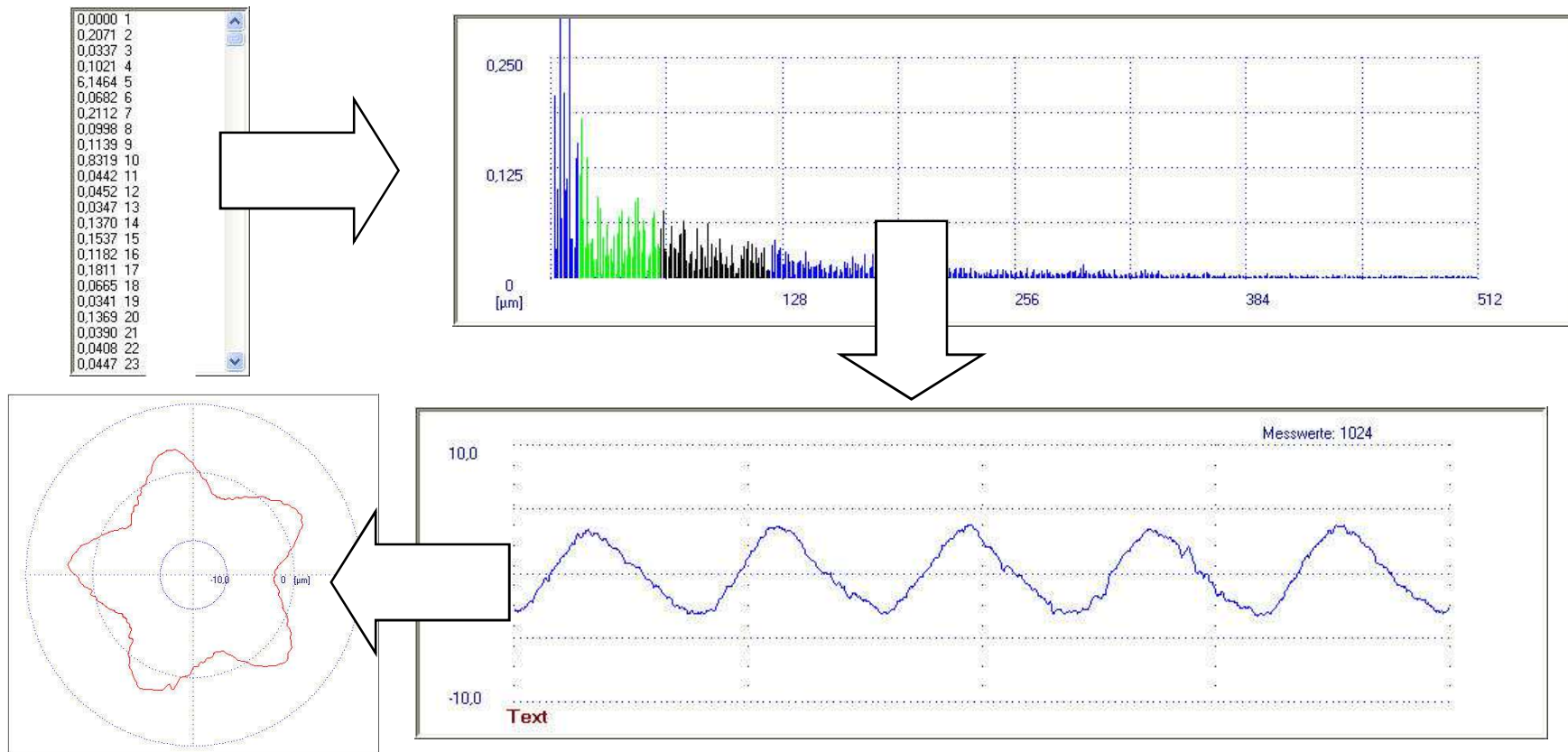


| | |
|--------|---|
| 0,0000 | 1 |
| 0,2071 | 2 |
| 0,0337 | 3 |
| 0,1021 | 4 |
| 6,1464 | 5 |
| 0,0682 | 6 |
| 0,2112 | 7 |

Die vorhandenen Zahlenwerte (Koeffizienten) können verändert werden.

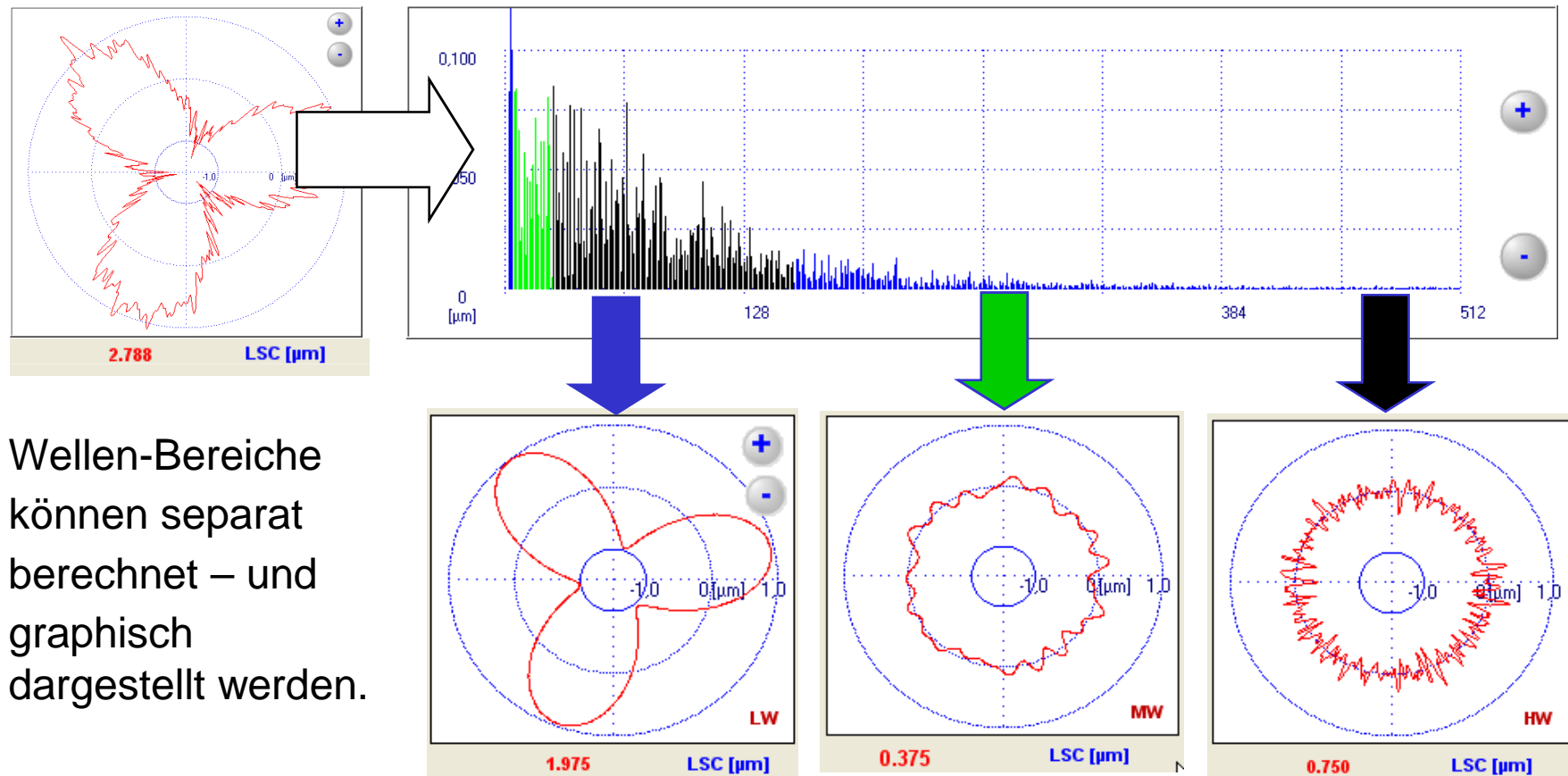
Bestes Beispiel : **Der Wert der Exzentrizität wird einfach auf „0“ gesetzt.**
Nach Neu-Berechnung über die IFFT ist die Exzentrizität verschwunden.

Und jetzt die inverse FFT die **IFFT**



Aus den berechneten Fourier-Koeffizienten können die Profilwerte zur graphischen Darstellung – oder zur Berechnung erzeugt werden.

Weg-Proportionale Auswertung [μm]



Wellen-Bereiche können separat berechnet – und graphisch dargestellt werden.

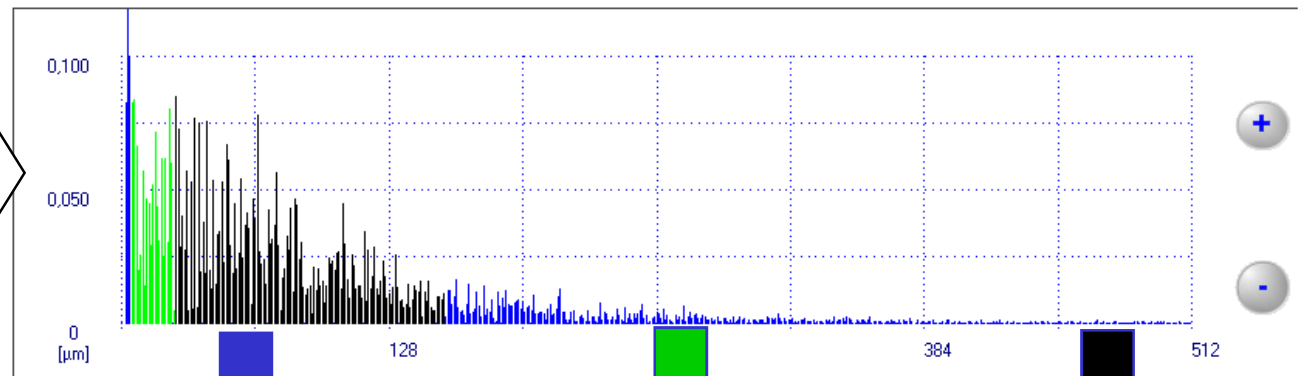
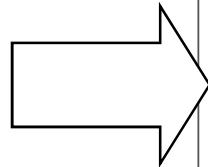
Filter Low
Wellen 2-4

Middle
5-25

High
26-154

Geschwindigkeits-proportionale Berechnung $\mu\text{m}/\text{Sek}$

| | |
|--------|----|
| 0,0000 | 1 |
| 0,2071 | 2 |
| 0,0337 | 3 |
| 0,1021 | 4 |
| 6,1464 | 5 |
| 0,0682 | 6 |
| 0,2112 | 7 |
| 0,0998 | 8 |
| 0,1139 | 9 |
| 0,8319 | 10 |
| 0,0442 | 11 |
| 0,0452 | 12 |
| 0,0347 | 13 |
| 0,1370 | 14 |
| 0,1537 | 15 |
| 0,1182 | 16 |
| 0,1811 | 17 |
| 0,0665 | 18 |
| 0,0341 | 19 |
| 0,1369 | 20 |
| 0,0390 | 21 |
| 0,0408 | 22 |
| 0,0447 | 23 |



Filter Low

Wellen 2-4

3,45 $\mu\text{m}/\text{s}$

Middle

5-25

18,98 $\mu\text{m}/\text{s}$

High

26-154

59.69 $\mu\text{m}/\text{s}$

Die berechneten Koeffizienten werden gemäß Formel berechnet und als Merkmal angezeigt.