

Chromatische Punktsensoren in der Kontur- und Oberflächenmesstechnik

Abstract

Hochauflösende chromatische Punktsensoren eignen sich für das Messen sehr kleiner Strukturen. Ihr Messprinzip basiert auf der chromatischen Aberration und erlaubt eine hohe vertikale Auflösung bis in den Nanometerbereich. Sie ermöglichen eine berührungsfreie

Messung von kontaktempfindlichen Werkstückoberflächen. Der Messbereich erstreckt sich bis in den Millimeterbereich und es können maximale Flankensteigungen im Bereich von 30° bis 40° erfasst werden.

Sensorik

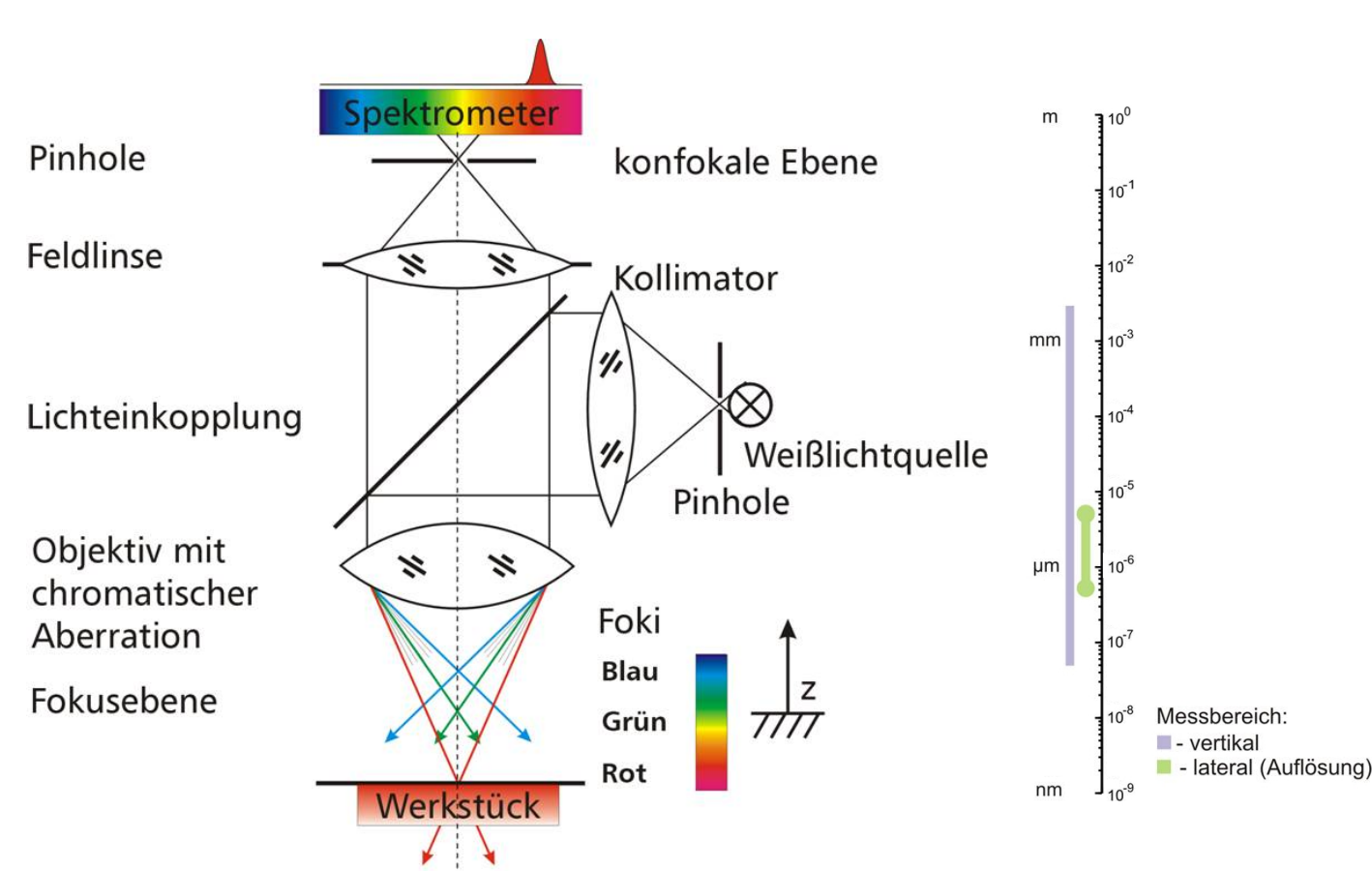


Abb. 1: Funktionsprinzip eines chromatischen Punktsensors

Bei Messungen mit hochauflösenden chromatischen Punktsensoren wird eine polychromatische (Weiß-) Lichtquelle eingesetzt. Das Objektiv fokussiert das Licht auf eine Werkstückoberfläche. Das Objektiv weist als gewolltem Abbildungsfehler eine möglichst große, chromatische Aberration auf. Durch die Abbildung des reflektierten Lichts auf ein Pinhole werden Wellenlängen ausgeblendet, die nicht auf das Werkstück fokussiert sind. Das Spektrator liefert einen nach Wellenlängen aufgeschlüsselten Lichtintensitätsverlauf. Der Peak im Verlauf entspricht dem von der Werkstoffoberfläche reflektierten Licht.



Abb. 2: Chromatischer Punktsensor und Controller

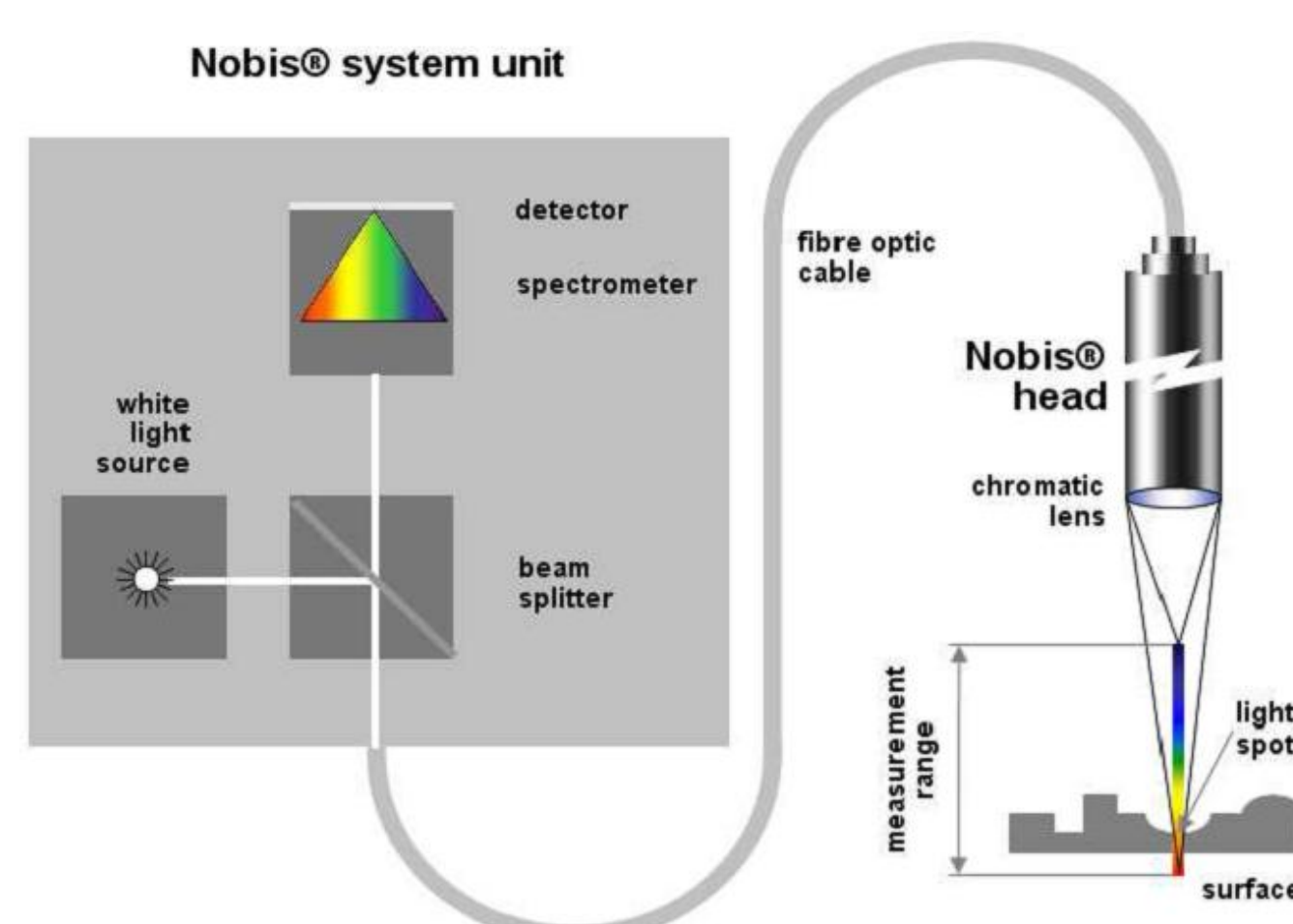


Abb. 3: Funktionsprinzip des Nobis-Systems



Abb. 4: Objektiv

Ein Einsatzbereich der chromatischen Punktsensoren ist das Messen von mehreren lateral versetzten Mikrostrukturen mit Abmaßen von wenigen Mikrometern bis in den Millimeterbereich. Hier ist ein großer lateraler Messbereich gefordert. Deshalb wird zum Messen der Strukturinformationen ein chromatischer Punktsensor in eine Multisensorikmessmaschine integriert. Die Achsen dieser Maschine positionieren das Bauteil hochgenau unter dem Sensor. Aus den zusammengesetzten flächenhaften Messdaten werden die Mikrostrukturen mit aus der Bildverarbeitung entliehenen Algorithmen extrahiert.

Stößt ein chromatischer Punktsensor an die Grenzen seines Messbereichs, kann dieser durch die Kombination mit anderen Messtechniken und den Einsatz spezieller Signalverarbeitung vergrößert werden. Dieses Vorgehen wird am Beispiel einer Kurbelwelle demonstriert, deren Kontur von einem chromatischen Sensor hochaufgelöst erfasst wird.

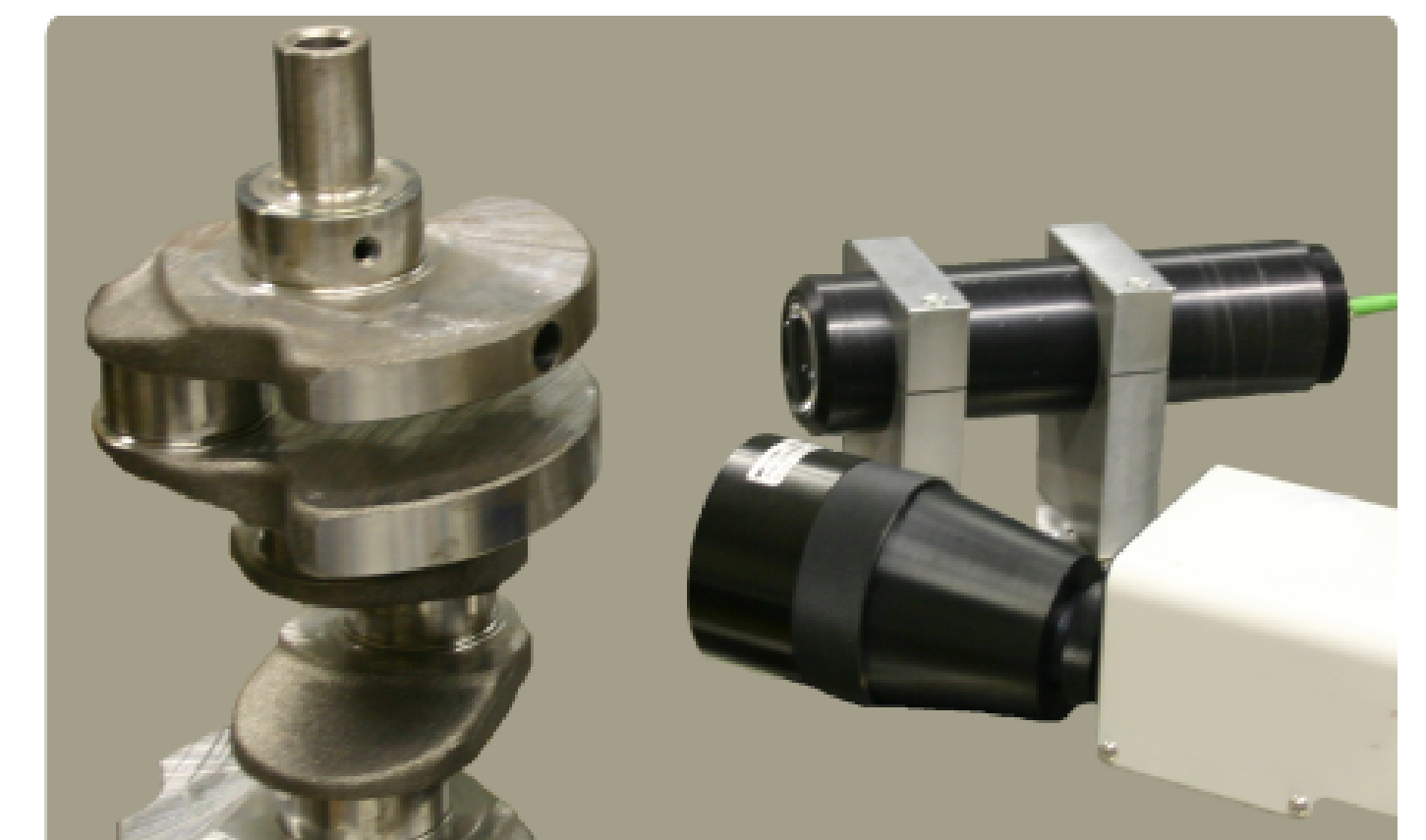


Abb. 5: Messung einer Kurbelwelle

Vorteile:

- Vollständig optoelektronische Erfassung der Höheninformationen ohne Mechanik
- Unempfindlichkeit gegenüber Umgebungs- und Streulicht
- Keine Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen
- Höhere Messgeschwindigkeit bei gleicher Präzision im Vergleich zu taktilen Messungen
- Keine "Glättung" der Oberfläche durch morphologische Filterwirkung

Mikrostrukturen

- Messobjekte sind mit Werkzeugmaschinen gespante Mikrostrukturen
- Einsatz: tribologische Optimierung von Reibflächen wie Zylinderlaufbahnen durch Erhöhen des Tragdruckaufbaus
- Messtechnische Relevanz:
 - Mikrostrukturen haben vertikale Abmaße von wenigen Mikrometern und laterale Abmaßen von einigen Mikrometern bis in den Millimeterbereich
 - Durch Aufbringen von vielen lateral versetzten Strukturen ergibt sich eine große Messfläche von mehreren Quadratzentimetern

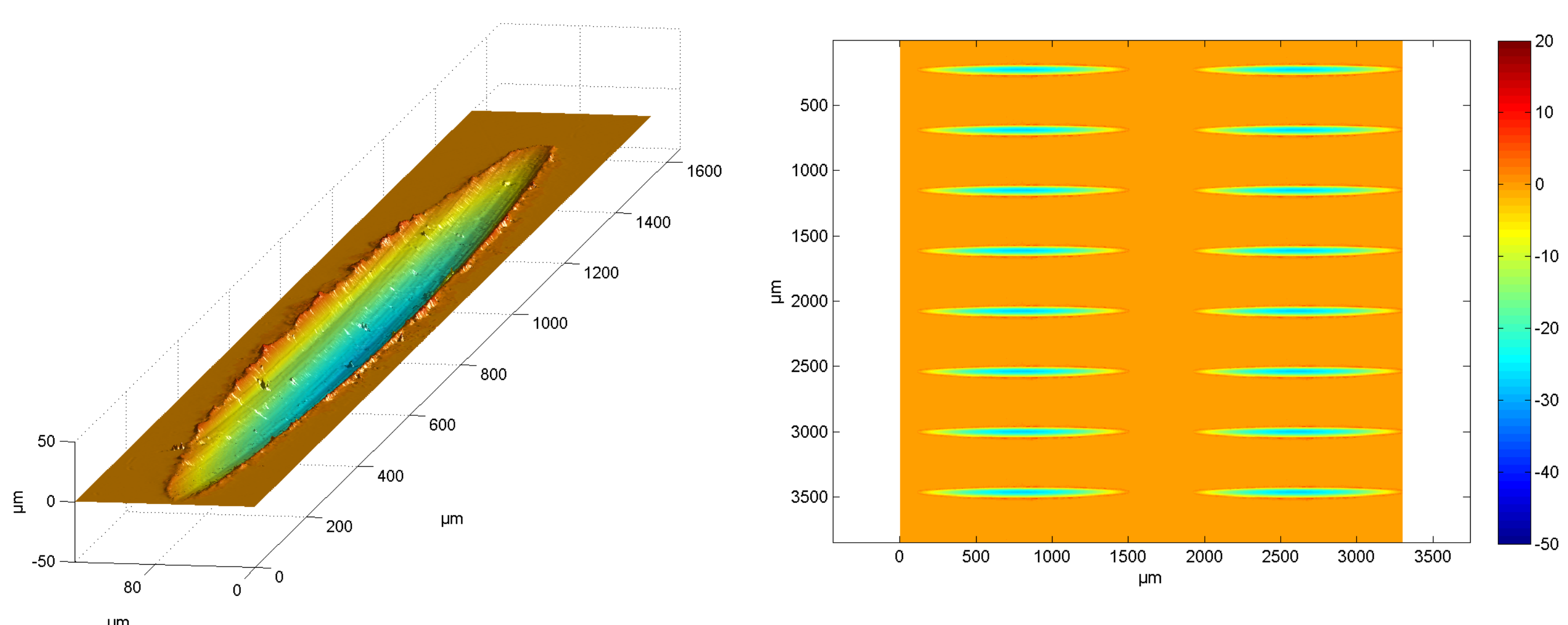


Abb. 6: Messungen mit Mikroerspannung hergestellter Mikrostrukturen

- Vorteile im Vergleich zu flächenhaften Sensoren wie einem Weißlichtinterferometer:
 - flexible Vergrößerung des Messfeldes ohne Notwendigkeit des Stichtens
 - laterale Auflösung von 2 µm ausreichend für Strukturerrfassung

Erfassung der Messdaten

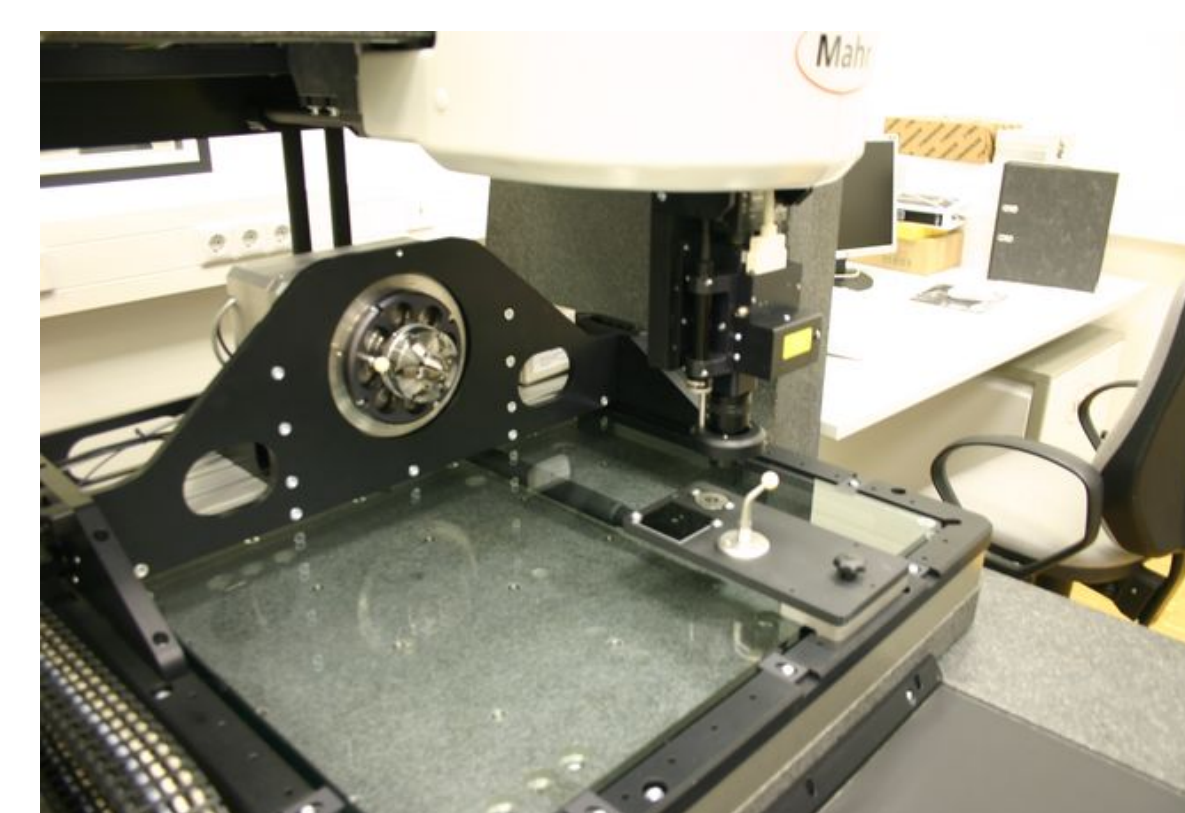


Abb. 7: Multisensorikmaschine mit Sensoren

- direkte Ansteuerung der Multisensorikmaschine Mahr OMS 553 HA über Ethernet mit Protokoll *mahrTalk*
- Messparameter: laterale Auflösung: 2 µm, Messfeld = 9 cm², f = 1000 Hz, t = 225 s, Messpunkte: 225.000.000



Abb. 8: Elektronik zur Erfassung der Messdaten

- u.A. 6 simultane analog input channels
- 225 kSamples/s
- Auflösung 16 Bit
- Bandbreite 225 kHz
- Max. Verzögerung 35 ns

Informationsfusion

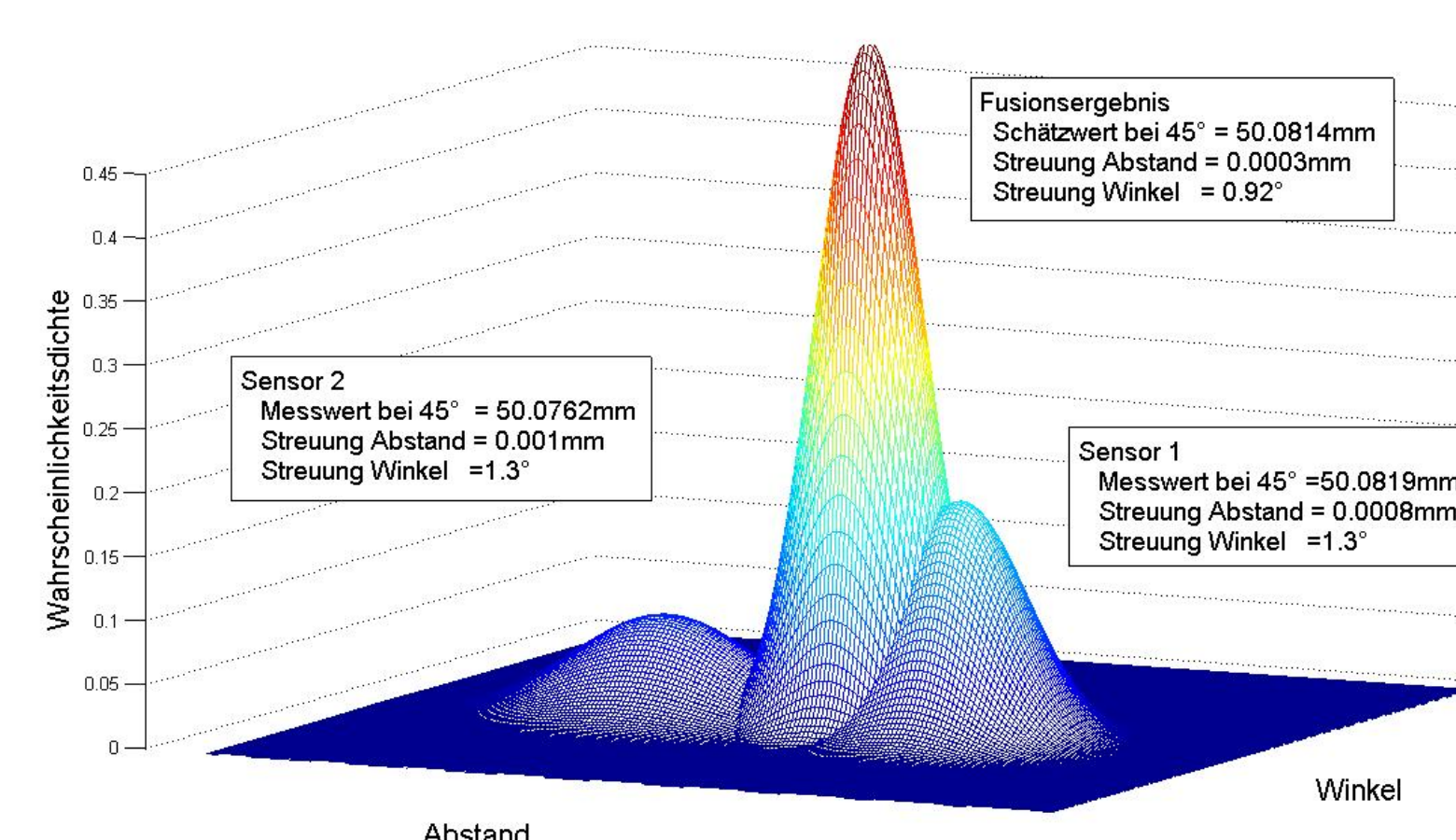


Abb. 9: Messergebnis mit jeweiliger Unsicherheit

- Redundante Informationen über Winkel und Abstände
- Verknüpfung der Unsicherheiten liefert Messwert höherer Sicherheit