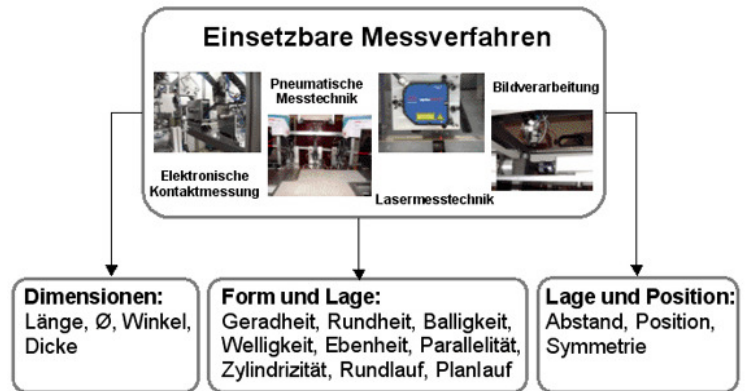


## Messmethoden in der dimensionellen Masskontrolle

Um eine Messaufgabe zu erfüllen, können unterschiedliche Messmethoden angewandt werden. Standardmäßig teilt sich das Messen in Messvorrichtungen und Messmaschinen in 4 große Teilbereiche.

1. Elektronische Kontaktmessung
2. Pneumatische Messtechnik
3. Lasermesstechnik
4. Bildverarbeitung



Welche dieser Messmethodik angewandt wird, hängt von der Art der Messaufgabe, der gewünschten Genauigkeit, den Umfeldbedingungen und der geforderten Taktzeit ab.

Eine kleine Übersicht über Kriterien zur Auswahl der Messverfahren stellt die folgende Tabelle dar. (ohne Anspruch der Vollständigkeit)

Vergleich der unterschiedlichen Messmethoden									
Gruppe	Elektronische Kontaktmessung			Pneumatische Messtechnik		Lasermesstechnik		Kameramesstechnik	
Arbeitsweise	Induktive	Inkremental	Kapazitiv	Differenzdruck	Staudruck	Triangulation	Mikrometer	Auflicht	Durchlicht
<b>Performance</b>									
Auflösung bis 1 µm	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Auflösung bis 0,1 µm	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Absolutmessung	Nein	Mit maschinenbezogenen Einstellstück	Mit maschinenbezogenen Einstellstück	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Werkstück berührend	Ja	Ja	Ja	Berührung durch Führungskörper	Berührung durch Führungskörper	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Einflüsse auf das Messergebnis</b>									
Vibrationen	Massnahmen zur Dämpfung	Massnahmen zur Dämpfung	Massnahmen zur Dämpfung	Nein	Nein	Massnahmen zur Dämpfung	Massnahmen zur Dämpfung	Massnahmen zur Dämpfung	Massnahmen zur Dämpfung
Werkstück mit Partikeln	Reinigen des Werkstücks	Reinigen des Werkstücks	Reinigen des Werkstücks	Nein	Nein	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich
Werkstück mit Feuchtigkeit	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich
Werkstück mit Spänen	Reinigen des Werkstücks	Reinigen des Werkstücks	Reinigen des Werkstücks	Nein	Nein	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich	Werkstückreinigung, wenn möglich
Staubiges Umfeld	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Sperrluft, wenn möglich	Sperrluft, wenn möglich	Sperrluft, wenn möglich	Sperrluft, wenn möglich
Umfeld, Sprühnebel	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja

Um eine Auswahl der geeigneten Messmethode für die anstehende Messaufgabe zu finden, ist die Kenntnis aller relevanten Daten des Messobjektes und des Prozesses erforderlich. Hierzu gehört auch die Kenntnis über die Stärken und Schwächen aller in Frage kommenden Messsysteme.

## Elektronische Kontaktmessung



Die elektronische Kontaktmessung ist die am häufigsten verwendete Technik bei Sondermessvorrichtungen. Dies hat mehrere Gründe. Der Hauptgrund hierbei ist die Einfachheit der Einbindung in Messvorrichtungen und Messmaschinen. Ein weiterer Grund ist der große Messbereich der z. B. im Verhältnis zu pneumatischen Messmitteln zur Verfügung steht. Hier gilt, reicht die induktive Messtechnik nicht mehr aus (Messbereich  $> 10$  mm) so wird die

Messtechnik mit kapazitiven oder inkrementalen Aufnehmern ausgeführt.

Die gebräuchlichste Art ist der Einsatz von katalogmäßig vertriebenen Messtastern. Die Vorteile liegen hier in der Austauschbarkeit von Tastern bei Reparaturen und Wartungen. Dies hat aber seine Grenzen bei einer hohen Anforderung an die Schutzart.

Sind die Umfeldbedingungen zu extrem, so erfolgt der Einsatz von speziell konzipierten Sonderelementen. Diese können als außenliegende Anbauelemente, Sondertaster oder Sondermessköpfe in die Konstruktion des Messmittels eingebunden werden.

Die elektronische Kontaktmesstechnik ist die Messtechnik, die am einfachsten durch Maschinenbauer und Konstruktionsbüros zu erstellen und integrieren ist, da die Messwertnehmer direkt an das Werkstück herangeführt werden können, oder die Messwertaufnahme indirekt über mechanische Konstruktionselemente wie Messhebel oder Messschlitzen erfolgt.

Grundsätzlich können in der taktilen Messtechnik 3 Gruppen der taktilen Messwertnehmer unterschieden werden.

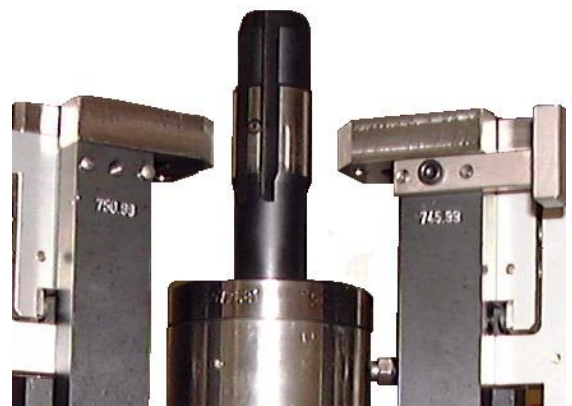
Induktive Wegaufnehmer:

Begrenzter Messweg (max. 10 mm), gekennzeichnet durch die sinusförmige Kennlinie der Messabweichung, hohe Reproduktion, Unempfindlichkeit bei Verschmutzungen, geringe Kosten pro Messpunkt, hohe Messpunktdichte ist möglich

- Inkrementaler Wegaufnehmer: Nahezu unbegrenzter Messweg, absolutes Messen ist möglich, nahezu keine Abweichungen in der Linearität, Empfindlich gegenüber Verschmutzung und Vibrationen, Reproduktion geringer als bei induktiven Systemen
- Kapazitive Wegaufnehmer: Nahezu unbegrenzter Messweg, absolutes Messen ist möglich, nahezu keine Abweichungen in der Linearität, Reproduktion geringer als bei induktiven Systemen

## Pneumatische Messtechnik

Die pneumatische Messtechnik ist ein Klassiker, der oft tot gesagt wurde, aber heute wieder stärker in den Vordergrund rückt. Dies ist zu einem durch die Robustheit der Messtechnik begründet, es gibt keine beweglichen Teile und die Messdüsen blasen sich die Messfläche selber frei. (Selbstreinigungseffekt) Zum anderen ist die Produktion durch die immer höhere Präzision in Bereiche gekommen, wo der eingeschränkte Messbereich der Pneumatik keine direkte Einschränkung mehr darstellt.



Bei der pneumatischen Messtechnik ist ein wichtiges zu beachtendes Merkmal die Abhängigkeit des Messergebnisses von der Oberflächenbeschaffenheit. Bei größeren Oberflächenrauigkeiten ist eine Abweichung von elektronischer Kontaktmessung zu pneumatischer Messung zu verzeichnen. Ist die Oberflächenrauigkeit in etwa gleich bleibend, ist diese Abweichung elektronisch kompensierbar. Bei großer Streuung ist mit größeren Messfehlern zu rechnen und es ist sinnvoll auf die Kontaktmesstechnik zu wechseln, wenn diese die Messfähigkeit des Systems beeinträchtigen.

Für die Konstruktion und den Bau pneumatischer Messtechnik ist ein erhebliches Maß an Erfahrung in der Auslegung und dem Justieren der Messdüsen notwendig. Daher ist die Zahl der Anbieter der pneumatischen Messvorrichtungen im Verhältnis zu denen elektronischer Messvorrichtungen erheblich geringer.

Für die Umsetzung des pneumatischen Signals in ein elektronisches Signal gibt es zwei gängige Verfahren.

Diese sind erstens das Differenzdruckverfahren und zweitens das Staudruckmessverfahren. Bei dem Differenzdruckverfahren wird der erzeugte Messdruck mit einem exakten Referenzdruck verglichen und erzeugt so das Messsignal. Der große Vorteil ist der feststehende Messbereich. Es reicht lediglich ein Mittelmaßeinstellring. Der Nachteil ist, dass jede Veränderung des Systems eine neue Justage, oder die Ermittlung eines Korrekturfaktors für die Messung bedeutet.

Das häufiger verwendete pneumatische Messverfahren ist das Staudruckmessverfahren. Hierbei wird der Staudruck, der durch den Rückstau der aus der Messdüse austretenden Luft erzeugt wird, direkt in dem Messsystem über einen Piezo-Druckaufnehmer ermittelt. Der große Vorteil liegt in der Stabilität des Messsystems und der Möglichkeit der Änderung von Bereichen ohne eine Neujustage. Der Nachteil ist, dass zum Kalibrieren ein Min- und Maxeinstellstück benötigt werden, da die Messtechnik zur Festsetzung des Faktors für die P/E-Wandlung mit diesen Einstellstücken eingemessen werden muss.

## Lasermesstechnik



Als eine der neuen Messtechniken hat diese Form in den letzten Jahren immer bessere und genauere Messköpfe hervorgebracht. Dennoch ist der Einsatz durch Umfeldbedingungen und die Oberflächen der Werkstücke beeinflusst.

Der große Vorteil ist die Flexibilität einer Lasermessvorrichtung, da sie in ihrem Messbereich keine mechanische Umrüstung bei Typenwechsel benötigt. Diese erfolgt nur über die vorhandene Software.

Die Genauigkeit der Messköpfe ist mit der taktilen, berührenden Messung vergleichbar, wenn das messtechnische Umfeld den Spezifikationen für genaue Lasermessung entspricht.

Den Vorteilen stehen immer noch erhebliche Nachteile gegenüber.

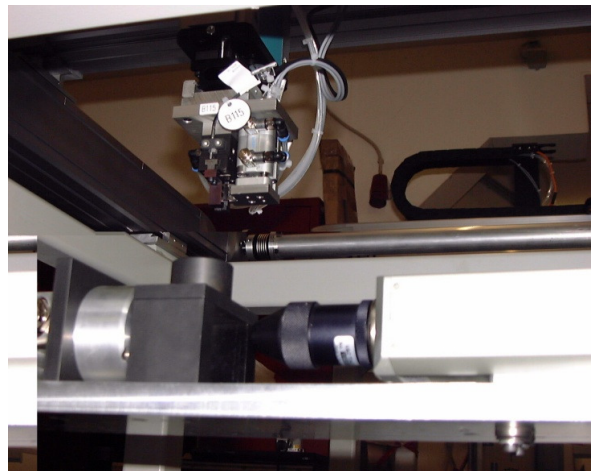
1. Es können nur projizierbare Konturen und Maße gemessen werden. Tiefenmessungen wie z. B. in Nuten sind nahezu unmöglich.
2. Wechselnde Lichtverhältnisse verändern die Messergebnisse, wobei dieses Verhalten bei einigen Triangulationslasern und Mikrometern erheblich verbessert wurde.

3. Wechselnde Beschaffenheit von der Oberfläche und Farbe des Prüflings verändern das Messergebnis.
4. Verschmutzungen der Oberfläche bzw. Feuchtfilme auf der Oberfläche verändern das Messergebnis.

Grundsätzlich kann von der Lasermesstechnik gesagt werden, dass diese Messtechnik ein erhebliches Potential besitzt, das aber bei vielen Messaufgaben nur über begleitende konstruktive und prozesstechnische Maßnahmen ausgeschöpft werden kann.

## **Bildverarbeitung**

Aufgrund der immer größer werdenden Kapazität der Auswertrechner und somit der Pixelauflösung der Kameras sind immer genauere Messungen mit der Kameratechnik möglich. Hiermit ist mittlerweile die Grenze erreicht, wo mit der Kamera bei eingeschränktem Bildausschnitt eine Genauigkeit erreicht werden kann, die mit taktilen Messungen vergleichbar ist. Auch bei der Bildverarbeitung gilt, dass nur projizierbare Profile und Grenzen messbar sind.



Ein großer Vorteil der Kameramesstechnik ist die Lageunabhängigkeit des Prüflings und die schnelle Messwertaufnahme.

Bei der Auswertung der Bildverarbeitung sind einige Punkte zu beachten:

1. Die Umfeldbedingungen wie z. B. Verschmutzung müssen so sein, dass die Optiken der Kamera nicht verschmutzt werden, oder durch konstruktive Maßnahme geschützt werden.
2. Die Lichtverhältnisse müssen konstruktiv so ausgelegt werden, dass sie konstant sind.
3. Anhand von Bildausschnitt, Prüfergebnissen und Kameraauflösung kann die erzielbare Genauigkeit der Messung mit der Bildverarbeitung ermittelt werden.
4. Einen großen Anteil an dem Ergebnis der Kameramessung hat die Wahl der richtigen Lichtquelle und Ausleuchtung.