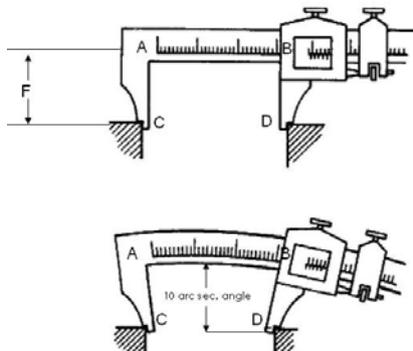


Handgeführte Instrumente im Vergleich zu tragbaren CMMs

Handgeführte Messinstrumente werden seit Langem in den Bereichen Maschinenbau, Qualitätskontrolle und in der Entwicklung eingesetzt. Solche Instrumente gibt es bereits seit mehreren Jahrzehnten, Anwender sind mit ihnen vertraut, und sie liefern seit vielen Jahren verlässliche Ergebnisse. Dennoch haben diese Geräte auch einige Nachteile.



Winkel von 10 Bogensekunden

Bei Messschiebern – sie zählen zu den heutzutage am häufigsten verwendeten handgeführten Instrumenten – kann es aufgrund des sogenannten Abbé-Prinzips zu falschen Messergebnissen kommen. Nach diesem Prinzip kommt es zu Messfehlern, wenn das Messobjekt nicht perfekt an der Achse des Messschiebers ausgerichtet ist. Diese Abweichung kann jedoch näherungsweise berechnet werden. Werfen Sie hierzu einen Blick auf Abbildung 1 rechts.

Das vom Messschieber bestimmte Ergebnis basiert auf dem Abstand AB. Die tatsächliche Länge des Teils ist jedoch CD. Die Differenz zwischen AB und CD ist der Abbé-Fehler oder „E“. Für die Berechnung gilt: $AB - CD = E = F \tan(\beta)$, wobei F der Versatz zwischen den Strecken AB und CD ist und β der Winkelfehler (in Abb. 1 ist $\beta = 10$ Bogensekunden). Um die Berechnung zu vereinfachen, kann man den Wert $\tan(\beta)$ in der Regel durch β ersetzen, da für kleine Winkel gilt: $\tan(\beta) \approx \beta$. Im Bogenmaß können wir zusätzlich davon profitieren, dass $4,8 \mu\text{m}/\text{m}$ in etwa dem Wert 1 Bogensekunde entsprechen.

Aus dem obigen Beispiel geht hervor, dass die Abweichung allein durch den Abbé-Fehler etwa $48 \mu\text{m}$ beträgt. Der Abbé-Fehler entsteht aufgrund der Durchbiegung des Messschiebers. Die gemessene Länge ist größer als die tatsächliche Länge des zu vermessenden Objekts.

Ein weiterer Aspekt, den es bei Messschiebern zu berücksichtigen gilt, ist die Kumulierung von Fehlern bei deren Spezifikation. Beim Kalibrierungstest muss die Skala eines Messschiebers mit einer Auflösung von 0,001 Zoll bei Längenmessungen bis auf 0,001 Zoll exakt sein, und der Parallelitätsfehler darf 0,001 Zoll nicht überschreiten. Doch beim Vermessen großer Objekte können beide Fehler auftreten. Es sind also Messabweichungen von $\pm 0,002$ Zoll möglich.²

Aufgrund der unumgänglichen Probleme bei Messschiebern wird häufig auf Mikrometer zurückgegriffen. Insbesondere der Abbé-Fehler tritt bei Mikrometern nicht auf, da die Schraube und die Skalentrommel des Messinstruments an der Länge des zu messenden Objekts ausgerichtet werden. Mathematisch ausgedrückt

heißt das: Da der Versatz F gleich null ist, gilt $F(\beta) = 0(\beta) = 0$. Dennoch kommt es auch bei Mikrometern aufgrund von Gewindegewinderegelmäßigkeiten zu Fehlern. Der Messfehler wird mit zunehmender Gewindelänge größer.

An den Gewinden von Messschrauben können zwei Phänomene auftreten, die Messfehler verursachen: Aufgrund der Rotation hat das Gewinde Spiel, oder aber Schmutzablagerungen verhindern ein perfektes Ineinandergreifen des Innen- und Außengewindes, was auch als „toter Gang“ bezeichnet wird.³ Solche Fehler sind konstruktionsbedingt und lassen sich nicht verhindern. Das bedeutet, dass man mehrere Mikrometer in verschiedenen Längenausführungen haben und diese regelmäßig teuren Wartungen und Kalibrierungen unterziehen muss, damit sie bei unterschiedlichsten Anwendungen gute Dienste leisten können. Dennoch sind sie nicht für alle Arten von Messungen gut geeignet, darunter z.B. Innendurchmesser.

Außerdem kommt es bei Messungen mit Mikrometern zu vom Anwender verursachten Messfehlern. Wird das Instrument überspannt, kann sich das Mikrometer oder aber das Messobjekt verformen – teilweise sogar dauerhaft. Mit der Zeit kann es sowohl an der Spindel als auch am festen Anlegestück zu Verschleißerscheinungen kommen, oder aber sie sind nicht mehr parallel zueinander. In beiden Fällen kann dies die Messungen negativ beeinflussen.

Schließlich können auch Umgebungsfaktoren einen Einfluss auf die Messgenauigkeit der Mikrometer haben. Temperaturschwankungen führen nicht nur dazu, dass sich Messgerät und Messobjekt ausdehnen bzw. zusammenziehen, bei ständigem Wechsel zwischen kalter und warmer Umgebungsluft können sich die Länge der Spindelstange, des gegenüberliegenden Anlegestücks sowie die Beschaffenheit des Gewindes dauerhaft ändern. Dies geschieht aufgrund der Spannungsentlastung im Metall bei der Herstellung.

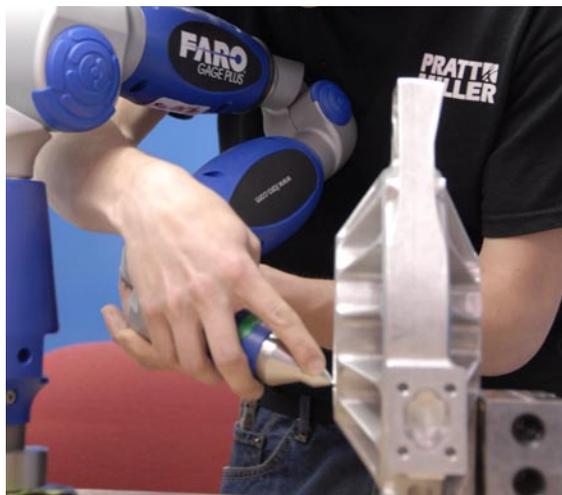
TRAGBARE CMMS

Im Zuge der Fortschritte im Hard- und Softwarebereich wurden CMMS entwickelt, die nicht unter den traditionellen Messproblemen leiden. Bei einigen dieser Geräte beträgt die Messunsicherheit nur noch fünf Mikrometer, und sie sind auf bis zu sechs Mikrometer reproduzierbar. Teilweise wiegen sie weniger als zehn Kilogramm und können problemlos von einem Ort zum anderen getragen werden. Ein fester Messtaster oder ein Kontaktmesstaster wandert über die Oberfläche des zu vermessenden Objekts, und dabei werden einzelne Punkte aufgezeichnet. Da der Durchmesser der Kugel genauestens bekannt ist, kann die Software den Durchmesser des Messtasters ausgleichen und somit die Position des Mittelpunkts des Messtasters aufzeichnen. Auf diese Weise werden so viele Punkte erfasst, bis die Software anhand der Datenmenge Längen, Durchmesser, Winkel und andere geometrische Merkmale bestimmen kann.

Mit dieser Software hat man außerdem die Möglichkeit, Maßangaben auf Grundlage von gemessenen Elementen und berechneten Elementen zu berechnen. Einige Softwarepakete verfügen sogar über eine Option für Form- und Lagetoleranzen, mit der bis zu 80–90 % weniger Zeit für eine Inspektion nötig ist. Bei anderen

Paketen können wiederum CAD-Modelle importiert werden, um Vergleiche zwischen Teil und Modell durchzuführen.

Bei Teilen, die in großen Stückzahlen gefertigt werden oder bei deren Inspektion mehrere Anwender notwendig sind – wie dies häufig in Umgebungen mit mehreren Arbeitsschichten der Fall ist –, können Routinen aufgezeichnet und gespeichert werden. Dadurch werden die durch verschiedene Anwender verursachten Schwankungen re-



duziert, da jederzeit auf die Routinen zurückgegriffen werden kann. Die Ergebnisse können gespeichert und elektronisch oder ausgedruckt weitergegeben werden, wobei das Berichtsformat sowohl den Erwartungen des Kunden als auch den ISO-Normen entspricht.

FAZIT

Über einhundert Jahre lang lieferten Handmessgeräte sowohl Maschinenarbeitern als auch Herstellern schnelle und verlässliche Messergebnisse. Da die Teile und Produkte im Laufe der Zeit immer höheren Ansprüchen genügen mussten, waren die mit diesen Handmessgeräten verbundenen Messfehler aber nicht länger hinnehmbar. Aufgrund der Entwicklung tragbarer CMMs für größere Genauigkeit, einfachere Berichterstattung und Ergebnisüberprüfung können nicht nur diese Marktbedürfnisse befriedigt werden, gleichzeitig werden auch die regelmäßig anfallenden Kosten für die Kalibrierung der Handmessgeräte reduziert.

@ LITERATUR:

1. [HTTP://WWW.ENGR.SJSU.EDU/BJFURMAN/COURSES/ME250/ME250PDF/ERRORS.PDF](http://www.engr.sjsu.edu/bjfurman/courses/me250/me250pdf/errors.pdf)
2. [HTTP://WWW.MMSONLINE.COM/ARTICLES/030302.HTML](http://www.mmsonline.com/articles/030302.html)
3. [HTTP://WWW.MMSONLINE.COM/ARTICLES/030302.HTML](http://www.mmsonline.com/articles/030302.html)

FARO und das FARO-Logo sind eingetragene Marken und Marken von FARO Technologies Inc. © 2008 FARO Technologies Inc. Alle Rechte vorbehalten. 04REF707-023.pdf Erstellt: 27/01/09



FARO Europe GmbH & Co. KG
Lingwiesenstrasse 11/2
70825 Korntal-Münchingen
Germany

+49 (0) 7150 97 97 0
+49 (0) 7150 97 97 90
info@faro-europe.com