



## LERNINHALTE AUKOM STUFE 1 BASIS

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Keine
- Lernziele: Das Seminar legt und festigt fertigungsmesstechnisches Basiswissen für Anfänger und fortgeschrittene Messtechniker nach den modernsten didaktischen Erkenntnissen. Vermittelt wird neustes Wissen zum Thema Maßtolerierung, Programmiergrundlagen, Messablaufplanung sowie der zum Einsatz kommenden Maschinen- und Sensortechnik. Das bessere Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Messtechniker in die Lage, Messunsicherheiten zu reduzieren und damit Messergebnisse zuverlässiger und vergleichbarer zu machen. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 5-8 Tage, je nach Vorwissenstand
- Abschluss: Prüfung, Zertifikat

### **1-1 EINHEITEN**

SI-Einheiten inkl. Definition und Geschichte, Basisgrößen, abgeleitete Größen, Vorsätze der Einheiten, Winkel, Umrechnung Grad in Radiant, konventionelle Mess- und Prüfmittel

### **1-2 Koordinatensysteme**

(Mathematische) Zeichenebene, Ursprung, kartesische Koordinaten, Rechte-Hand-Regel, Translation und Rotation, Polarkoordinaten, Zylinder- und Kugelkoordinatensystem

**1-3 Koordinatenmessgeräte**

Geschichte der Koordinatenmessgeräte, Achsenführung, Messrechner und Messsoftware, Werkstückaufnahme, Drehtisch, Dreh-Schwenk-Einrichtung, Ausleger-/ Brücken-/ Ständer-/ Portalbauart, Unterschiede der Bauarten, Genauigkeit und Präzision der Koordinatenmessgeräte, rechnerische Korrektur, Formprüfgeräte

**1-4 Sensoren von Koordinatenmessgeräten**

Sensorauswahl, schaltende und messende Messkopfsysteme, Taster, Tasterwechseleinrichtung, optische Sensoren, Bildverarbeitungssensoren, Lasertriangulation

**1-5 Messtechnische Grundlagen**

Zeichnungseintrag (Bemaßung, Toleranzsymbole), Normenbezug, Unterschiede Nenngeometrieelement – Wirkliches Geometrieelement – Erfasstes Geometrieelement – Zugeordnetes Geometrieelement, Freiformflächen

**1-6 Maßtolerierung**

Maßtoleranzen, Taylorscher Grundsatz, Normen, Symbole und Zeichnungseintragungen, Längenmaße, Winkelmaße, Grenzmaße und Passungen, ISO-Passungssystem, Allgemeintoleranzen

**1-7 Geometrische Elemente**

Standardgeometrieelemente: Ebene/ Zylinder/ Kegel/ Kugel/ Gerade/ Kreis/ Punkt, Ellipse, Vektor, Normalenvektor, Mindestpunktanzahl, Projektion

**1-8 Geometrische Verknüpfungen**

Berechnen von Merkmalen aus zwei Geometrieelementen (Abstand und Winkel), Berechnen von neuen Geometrieelementen aus zwei Geometrieelementen (Schnitt, Symmetrie), Berechnen von neuen Geometrieelementen aus mehreren Geometrieelementen (Verbindungselemente)

**1-9 Vorbereiten einer Messung am Koordinatenmessgerät**

Normgerechte Temperatur, Werkstück reinigen, temperieren, fixieren (Verspannung vermeiden), Spannsysteme, Messgerät und Software starten

**1-10 Sensoren auswählen und einmessen**

Sensoren auswählen, Sensor/Taster einmessen, Sensorversatz bei Multisensorsystemen, Referenzaster, Kugelnormal, Tastkugelradiuskorrektur, mechanische Filterwirkung bei taktilen Sensoren, Strukturauflösung bei optischen Sensoren, Folgefehler bei ungenauem Einmessen

**1-11 Messen mit dem Koordinatenmessgerät**

Werkstückkoordinatensystem ermitteln, Unterschied zu Steuerkoordinatensystem, Grob- und Feinausrichtung, Antasten, Bezüge, Kollisionskonsequenzen, Antastpunktanzahl und -verteilung, Einflüsse auf Messergebnis

**1-12 Messung auswerten und Statistik**

Ausgleichsverfahren Gauß / Hüll / Pferch / Tschebyscheff, Kennwerte: Mittelwert, Standardabweichung, Median, Spannweite/Range, Ausreißer, Streuung, Histogrammdarstellung, Einflüsse auf Messergebnis

**1-13 Prüfplanung**

Vollständig beschriebenes Prüfmerkmal Zweck der Messung, Fertigung des Bauteils, Funktion des Bauteils, Art der Merkmale / Objektbeurteilung, Fertigungsarten und Genauigkeiten sowie Gestaltabweichungen, Auswirkungen der Gestaltabweichungen auf die Messtechnik, Prüfplanung, Prüfmerkmale identifizieren

**1-14 Dokumentation und Qualitätsmanagement**

Messprotokollierung, Nachvollziehbarkeit, Messstrategiedokumentation, Qualitätsregelkarten, Zusammenarbeit Konstruktion – Fertigung – Prüfung

**COPYRIGHT © 2013 AUKOM AUSBILDUNG KOORDINATENMESSTECHNIK E. V.**



**AUKOM** WELTWEIT VERGLEICHBARE MESSERGEBNISSE  
Globaler Ausbildungsstandard Fertigungsmesstechnik

## LERNINHALTE AUKOM STUFE 2 KMT

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Bestandene Prüfung AUKOM 1
- Lernziele: Das Seminar erweitert fertigungsmesstechnisches Basiswissen für fortgeschrittene Messtechniker nach den modernsten didaktischen Erkenntnissen. Vermittelt wird neustes Wissen zum Thema, Form- und Lagetolerierung, Prüfplaninterpretation, Programmierung, Überwachung, sowie der zum Einsatz kommenden Maschinen- und Sensor Technik. Das höhere Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Messtechniker in die Lage, Messunsicherheiten zu reduzieren und damit Messergebnisse zuverlässiger und vergleichbarer zu machen. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 5 Tage
- Abschluss: Prüfung, Zertifikat

### **2KMT-1 ÜBERBLICK ÜBER DEN GESAMTEN MESSABLAUF**

Kurzwiederholung der Inhalte Stufe 1

#### **2KMT-2 Geometrie-Überblick**

Standardgeometrieelemente, Flächen- und Raumpunkte, Stanzloch Langloch, Vierkant-/Sechskantloch, Kragenloch, Symmetrie, Lot, Parallelität, Winkel im Raum, Koordinatensystemtransformationen

#### **2KMT-3 Form- und Lagetolerierung**

Einführung in die Form- und Lagetolerierung, Symbole und Zeichnungseintragungen, Formtoleranzen, Bezugskennzeichnung, Richtungs-, Orts-, und Lauf toleranzen, Allgemeintoleranzen

**2KMT-4 Messstrategie**

Aufspannung und Bezüge festlegen (Praxisanleitungen), Bezugsreihenfolge und Nullpunktwahl, Iteratives Ausrichten, Ausrichten nach 3-2-1- und nach der Bestfit-Methode (3D-Einpassung), Messelemente und Hilfselemente, Netzmessungen, Konturmessungen, Messung mit Zylinder und Kragenflächen etc.

**2KMT-5 Antaststrategie - Taktile Sensoren**

Antastpunktanzahl und -verteilung, Antastkraft und -geschwindigkeit, Taststiftbiegekorrektur, Tastkugeldurchmesser

**2KMT-6 Antaststrategie - Bildverarbeitende Sensoren**

Arbeitsabstand, Im-Bild- und Am-Bild-Messung, Projektionsoptik, Konturbildverarbeitung, Beleuchtungsstrategien, Filter, Scanning, Autofokus

**2KMT-7 Antaststrategie - Abstandssensoren**

Antaststrategien, Lasertriangulation, Foucault-Sensor, Chromatischer Abberationssensor, Laserlichtschnittverfahren, Matrix-Autofokus, Streifenprojektion, Photogrammetrie

**2KMT-8 CNC-Programmierung**

Teach-In, Offline Programmierung, Messen gegen CAD-Daten, Übersichtlichkeit und Selbsterklärbarkeit von Variablen, Modulen und Programmen

**2KMT-9 Freiformflächen messen**

Elementtypen in der Freiformflächenmesstechnik, Auswirkung einer 3D-Einpassung, unterschiedliche Messstrategien, Programmiermethoden zur Erstellung von Messabläufen

**2KMT-10 Auswerten**

Auswertekriterien: Funktionsorientierte Auswerteverfahren, Unterschiede der Auswerteverfahren (Gauß-, Hüll-, Pferch-, Minimum-Bedingung), Verknüpfungen, grafische Auswertungen, Filter (kurz)

**2KMT-11 Einflüsse auf das Messergebnis**

Einflüsse auf das Messergebnis, Messunsicherheitsreduzierung, Erkennen und Reduzieren systematischer und zufälliger Einflüsse, Temperaturkompensation

**2KMT-12 Dokumentation**

Prinzipien der dokumentierten und nachvollziehbaren Dokumentation, Formplots, Messprotokolle und deren Verbesserung

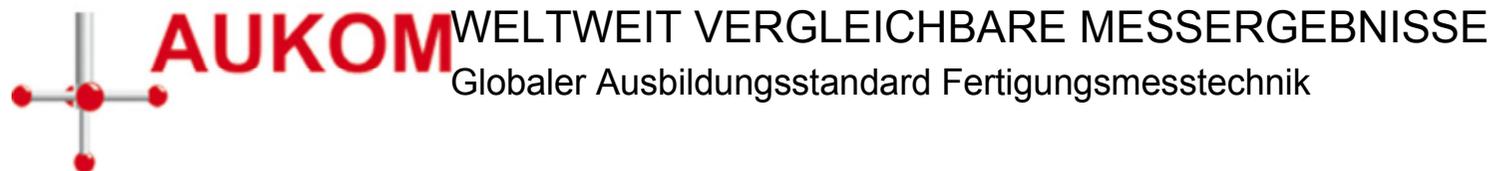
**2KMT-13 Prüfmittelüberwachung**

Prüfmittelüberwachung inkl. Überwachungsstrategien, Prüfkörper, Normale, Überwachung und Abnahme von Koordinatenmessgeräten, Kalibrierkette

**2KMT-14 Kultur des guten Messens**

Messen ist wertschöpfend, Kultur des guten Messens, Notwendigkeit der Zusammenarbeit

**COPYRIGHT © 2013 AUKOM AUSBILDUNG KOORDINATENMESSTECHNIK E. V.**



## LERNINHALTE AUKOM STUFE 2 FORM

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Bestandene Prüfung AUKOM 1
- Lernziele: Das Seminar erweitert fertigungsmesstechnisches Basiswissen für fortgeschrittene Messtechniker im Bereich Formmesstechnik nach den modernsten didaktischen Erkenntnissen. Vermittelt wird neustes Wissen zum Thema Geometrieabweichungen, Form- & Lagetolerierung, Formmessung, Filtern, Programmierung, Messunsicherheit und Prüfmittelüberwachung.  
Das höhere Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Messtechniker in die Lage, Messunsicherheiten zu reduzieren und damit Messergebnisse zuverlässiger und vergleichbarer zu machen.  
Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 5 Tage
- Abschluss: Prüfung, Zertifikat

### **2FORM-1 ÜBERBLICK ÜBER DEN GESAMTEN MESSABLAUF**

Analysieren der Messaufgabe, Festlegen der Messstrategie, Planen des Messablaufs, Durchführen der Messung, Messergebnisse analysieren und interpretieren, Dokumentation aufbereiten

### **2FORM-2 Geometrieabweichungen**

Einteilung von Geometrieabweichungen, Ursachen von Geometrieabweichungen, Anteile der Rundheitsabweichung und deren Ursachen, Anteile der Geradheitsabweichung und deren Ursachen

**2FORM-3 Form- & Lagetolerierung**

Symbole von Form- und Lagetoleranzen, Definitionen von Form- und Lagetoleranzen, Bezugsbildung, Winkelmaß- und Neigungstoleranz, Maß- und Positionstoleranz, Normkonformität in der messtechnischen Praxis

**2FORM-4 Konventionelle Formmessung**

Messung der Rundheitsabweichung, Messung der Geradheits- und Ebenheitsabweichung, Messung der Zylinderformabweichung

**2FORM-5 Eigenschaften von Formmessgeräten mit drehender Achse**

Prinzipieller Aufbau, Bauarten, Drehende Achse C, Sensoren, Sonstiges Zubehör, Vergleich FMG/KMG

**2FORM-6 Merkmalsidentifikation**

Erkennen der Prüfmerkmale und Vorbereitung der Messung, Aufgaben des Prüfplans, Merkmalsidentifikation, Fixieren des Werkstückes, Zentrieren und Nivellieren

**2FORM-7 Erfassung – Extraktion**

Begriffe, Grundlagen Geometrielemente, Erfassung und Erfassungsstrategien, Mechanische Filterwirkung

**2FORM-8 Filtern und Zuordnen**

Digitale Filterung, Gaußfilterung, Morphologische Filterung, Anwendung der Gaußfilterung am Beispiel der Rundheitsmessung, Zuordnungskriterien (Berechnungsmethoden), Gauß-, Tschebyscheff-, Hüll-, Pferch-, Auswertung, Umsetzung und Anwendung der Zuordnungskriterien

**2FORM-9 Programmierung**

Was ist Programmierung, Weshalb Programmierung, Arten der Programmierung von Messabläufen, Aufbau von Programmen, Inhaltliche Bestandteile von Messprogrammen, Prinzipien guter Programmierung

**2FORM-10 Einflüsse auf die Unsicherheit des Messergebnisses**

Einflüsse des Messgeräts, der Umgebung, des Werkstücks, des Anwenders und der Messstrategie, Geeignete Maßnahmen zur Vermeidung oder Einschränkung

**2FORM-11 Dokumentation**

Mess- und Prüfdatennutzung, Dokumentation Messaufgabe, Dokumentation Messstrategie, Dokumentation Messprogramm, Dokumentation Messergebnis, Dokumentation des Messsystem-Zustandes

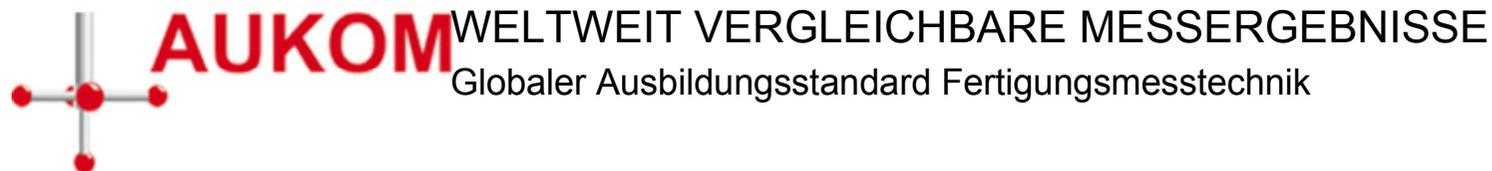
**2FORM-12 Grundlagenwissen – Prüfmittelüberwachung**

Prüfmittelüberwachung für einfache Prüfmittel, (VDI/VDE/DGQ 2618), Prüfmittel, Prüfkörper, Endmaße, Normale, Kalibrierung, Kalibrierkette, Rückführung, Einheit (Meter), Ermitteln der Lageabweichungen von Formmessgerätechsen, Überwachung von Formmessgeräten (VDI/VDE 2631)

**2FORM-13 Kultur des guten Messens**

Messen ist wertschöpfend, Kultur des guten Messens, Notwendigkeit der Zusammenarbeit

**COPYRIGHT © 2013** AUKOM AUSBILDUNG KOORDINATENMESSTECHNIK E. V.



## LERNINHALTE AUKOM STUFE 2 CT (COMPUTERTOMOGRAFIE)

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Bestandene Prüfung AUKOM 1
- Lernziele: Computertomographie CT ist ein Thema, das für alle Fertigungsmesstechniker von Interesse ist, sei es um das CT in der täglichen Arbeit effektiver einzusetzen, sich vor dem Kauf eines CT's grundlegend und herstellerneutral zu informieren oder zu klären in wie weit die Technologie gewinnbringend in der eigenen Messtechnik eingesetzt werden kann. Über die CT Technologie informiert zu sein ist nahezu unverzichtbar für alle Messtechniker, die mit der Zeit gehen wollen. Das Seminar vermittelt neuestes Wissen zu den Themenbereichen Geometrie Vergleiche, Messen von Dimensionen mit Computertomographie, Materialinspektion, Defektkontrolle, Wanddicken-Messung, Zusammenbau und Materialgrenzerkennung, Reverse Engineering.
- Kursdauer: 2 Tage
- Abschluss: Zertifikat

### **2CT-1 GESCHICHTE DER COMPUTERTOMOGRAFIE**

Entdeckung der Röntgenstrahlung, Begriffserklärung (Röntgenstrahlung, X-Ray), Zeitlicher Abriss, Entwicklung der Computertomografie

### **2CT-2 Röntgen-Tomografie in der Koordinatenmesstechnik**

Physikalisches Prinzip, Vom Durchstrahlungsbild zum Maß, Tomografie „am Bild“, Bereich von Interesse (Region of Interest), Mehrenergietomografie

**2CT-3 Bauformen und Geräte**

Röntgenquelle, Drehtisch, Zeilen-CT, Flächen-CT, Helix-CT, Linearachsen, Achsen zum Tomografieren „im Bild“, Achsen zum Tomografieren „am Bild“, Zusätzliche Linearachse für Multisensorik, Strahlenschutz

**2CT-4 Anwendungen der Computertomografie**

Anwenderforderungen, Erstbemusterung des kompletten Bauteils, Auswertung der Abweichungen zur Sollgeometrie, Messen in Schnitten, Prüfen der Materialstruktur, Weitere Anwendungen

**2CT-5 Physikalische Effekte beim Messen mit CT**

Strahlungsspektrum, Strahlaufhärtung, Streustrahlung, Kegelstrahlartefakt, Rauschen, Multisensorik

**2CT-6 Spezifikation und Messunsicherheit von KMG mit CT**

Spezifikation der Antastabweichung, Spezifikation der Längenmessabweichung, Spezifikation Multisensortest, Messunsicherheit, Einfluss von Material und Werkstückgeometrie

**COPYRIGHT © 2013 AUKOM AUSBILDUNG KOORDINATENMESSTECHNIK E. V.**



## LERNINHALTE AUKOM STUFE 3 KMT

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker
- Voraussetzungen: Zertifikat AUKOM 2, Zertifikat AUKOM Form & Lage
- Lernziele: Das Seminar bietet übergreifendes fertigungsmesstechnisches Wissen für fortgeschrittene Messtechniker die an den Schnittstellen zu anderen Abteilungen arbeiten und gewinnbringend kommunizieren müssen. Das Seminar ist nach den modernsten didaktischen Erkenntnissen aufgebaut. Vermittelt wird neustes Wissen zu funktions- und fertigungsgerechtem Messen, Filterung, Programmerstellung, Computertomographie, QM und Messraummanagement. Ganzheitlichen Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Experten in die Lage, sicher mit abteilungsübergreifenden Stellen zu kommunizieren und Messunsicherheiten zu reduzieren, Messergebnisse werden zuverlässiger und vergleichbarer. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 5 Tage
- Abschluss: Prüfung, Zertifikat

### **3-1 GRUNDLAGENWISSEN – GEOMETRIE**

Berechnung von Winkel, Schwerpunkt, Abstand, Fläche

### **3-2 Grundlagenwissen – Fertigungstechnik**

Fertigungsarten und erreichbare Fertigungsgenauigkeiten, Gestaltabweichungen und deren Ursachen, funktions- und fertigungsgerechte Konstruktion

**3-3 Grundlagenwissen – CAD**

Prinzipien des Konstruierens und der Erstellung technischer Zeichnungen, Prinzipien und Werkzeuge der CAD-Konstruktion, Abbildung der Geometrie, Modellarten, Bemaßung der CAD-Daten, CAD-Formate, Import von CAD-Daten, Schnittstellen

**3-4 Grundlagenwissen – Punktwolken und Computertomographie**

Entwicklung, Physikalisches Prinzip, „im Bild“ und „am Bild“, Bereich von Interesse (Region of Interest), Auswertung der Abweichungen zur Sollgeometrie, Messen in Schnitten, Prüfen der Materialstruktur, Strahlungsspektrum, Strahlaufhärtung, Streustrahlung, Kegelstrahlartefakt, Rauschen; Exkurs: Photogrammetrie/Streifenprojektion/Tracking

**3-5 Messprogrammerstellung**

Genauigkeitsoptimierter Messablauf, zeitoptimierter Messablauf, Verfahrensoptimierung, merkmalorientiertes Messen, gerätefernes Programmieren, Sicherheitspunkte und -ebenen, Programmverzweigungen / -module, Makros, Benutzungsoberflächen, Programmoptimierung, Schleifen, Wenn-Dann-Bedingungen

**3-6 Digitales Filtern und Auswerten**

Schwingungsanalyse, Fourier-Analyse, Digitale Filter, Hochpass, Tiefpass, Bandpass, Welligkeit, Rauheit, Gaußfilter, Spline-Filter, Vergleich Formtester - KMG

**3-7 Überwachung von KMG**

Überwachung von KMG, Verfahren nach ISO 10360/VDI 2617, Einflussmöglichkeiten zur Optimierung der Leistungsfähigkeit der KMG, Beispiele, Erfahrungen

**3-8 Messunsicherheit und Prüfprozesseignung**

Bestimmen der Messunsicherheit von Prüfmerkmalen, Unsicherheitsbudget, Vergleich mit kalibrierten Werkstücken, Virtuelles KMG, ISO 14253, Konformität, Prüfprozesseignung, Messsystemanalysen und GR&R-Tests, Vergleich der Verfahren, VDA 5

**3-9 Qualitätsmanagement**

Qualitätsmanagementsysteme, Qualitätsmanagementhandbücher, Normen des Qualitätsmanagements, Audit und Zertifizierung, Qualitätswerkzeuge, Festlegung und tatsächliches Anfallen der Kosten, Zehnerregel der Fehlerkosten, Fehlerentstehung und Fehlerbehebung, kostenbewusste Tolerierung

**3-10 Prozessüberwachung**

Prozessüberwachung, Statistische Prozesslenkung (SPC), cp-Werte, cpk-Werte, cm-Werte, cmk-Werte, Überwachungsstrategien und Qualitätsregelkarten

**3-11 Aspekte des Messraummanagements**

Messdatenmanagement, Messraummanagement, Bedienerqualifikation, Ausbildungspläne und -möglichkeiten für Messtechniker

**COPYRIGHT © 2013 AUKOM AUSBILDUNG KOORDINATENMESSTECHNIK E. V.**





## LERNINHALTE AUKOM FORM & LAGE

- Zielgruppe: Fertigungsmesstechniker, Fertigungstechniker, Entwickler, Konstrukteure, QS-Leiter
- Voraussetzungen: Für Fertigungsmesstechniker: Zertifikat AUKOM 2; für andere Zielgruppen: keine
- Lernziele: Das Seminar bietet vertiefendes Wissen zum Thema Form & Lagetoleranzen nach DIN ISO und ASME für fortgeschrittene Messtechniker, die an den Schnittstellen zu anderen Abteilungen arbeiten und gewinnbringend kommunizieren müssen. Konstrukteure, Entwickler und Fertigungstechniker bekommen Einblick in das Thema Form und Lagetoleranzen aus der Sichtweise des Messtechnikers, der die Zeichnungsvorgaben erfolgreich messtechnisch umsetzen muss. Ganzheitlichen Verständnis der Messaufgaben und Einflussgrößen versetzt den Experten in die Lage, sicher mit abteilungsübergreifenden Stellen zu kommunizieren und Messunsicherheiten zu reduzieren, Messergebnisse werden zuverlässiger und vergleichbarer. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 3 Tage
- Abschluss: Zertifikat

### **F&L-1 Grundlagen des ISO Systems der Geometrischen Produktspezifikation (GPS-System) Einführung**

ISO 8015 – Grundsätze der Geometrischen Produktspezifikation (GPS), Schritte zur Prüfung geometrischer Abweichungen, Erfasste mittlere Linie – erfasste mittlere Fläche

### **F&L-2 Form- und Lagetoleranzen**

Zeichnungseintragungen Symbolik zur Eintragung von Form- und Lagetoleranzen, Toleranzzonen, Grundregeln der Toleranzangabe und Beispiele zur Kennzeichnung von Ausnahmen

### **F&L-3 Formtoleranzen**

Geradheit, Rundheit, Ebenheit, Zylindrizität, Messen von Formabweichungen

**F&L-4 Lagetoleranzen**

Zusammenhang zwischen Form- und Lageabweichungen, Bezüge und Bezugssysteme, Parallelität, Rechtwinkligkeit, Neigung, Position, Koaxialität, Symmetrie, Rundlauf, Planlauf, Lauf in vorgegebener Richtung, Gesamtlauf

**F&L-5 Lagetoleranzen**

Definitionen, Zeichnungseintragungen, Anwendungsbeispiele

**F&L-6 Tolerierungsgrundsätze I**

Maßdefinitionen ISO und ASME, Unabhängigkeitsprinzip, Hüllbedingung, Unabhängigkeitsprinzip und Hüllbedingung – Zusammenfassung und Beispiele

**F&L-7 Tolerierungsgrundsätze II**

MMR – Maximum Material Requirement (Maximum-Material-Bedingung), Prüfung nach der Maximum-Material-Bedingung (MMR), Maximum-Material-Bedingung bei Koaxialitätstoleranzen, Maximum-Material-Bedingung bei Symmetrietoleranzen, LMR – Least Material Requirement (Minimum-Material-Bedingung), Reziprozitätsbedingung

**F&L-8 Form- und Lagetoleranzen – ASME**

Grundlegende Definitionen und Tolerierungsprinzipien, Hüllbedingung, Bezugsbildung, Richtungsabweichungen, Ortsabweichungen, Verbund- und Einzeltoleranzen, Profilformabweichungen

**F&L-9 Workshop**

Beispiele, Übungen und ergänzende Folien zu zugeordneten Elementen (Grundsatz), zukünftigen Tolerierungsmöglichkeiten, Filterung, Geradheitstoleranz und Bezugsbildung, Positionstolerierung, Symmetrietolerierung (Maximum-Material-Bedingung), Simulation der Lehre; Maximum-Material-Bedingung – Vergleich von Optimierungskriterien

**COPYRIGHT © 2013 AUKOM AUSBILDUNG KOORDINATENMESSTECHNIK E. V.**

**AUKOM**WELTWEIT VERGLEICHBARE MESSERGEBNISSE  
Globaler Ausbildungsstandard Fertigungsmesstechnik

## LERNINHALTE AUKOM MANAGEMENT WORKSHOP

- Zielgruppe: Manager, Qualitätsleiter, Prüfplaner, Lieferantenmanager, Controller
- Voraussetzungen: Keine
- Lernziele: Der Management-Workshop erhöht die Beurteilungskompetenz und versetzt den Teilnehmer in die Lage, Schwachstellen zu erkennen, gezielt zu hinterfragen, um ggf. Abstellmaßnahmen zu veranlassen.  
Die Beantwortung folgender Fragen steht im Fokus:  
Was kann man tun, um zuverlässige und vergleichbare Messergebnisse zu erhalten?  
Auf welche Sachverhalte muss man achten um Messunsicherheiten zu reduzieren und somit Messergebnisse zuverlässiger und vergleichbarer zu machen?  
Welches Messgerät eignet sich am besten z.B. bei anstehenden Investitionen ?  
Der Workshop enthält Auszüge aus den bewährten Seminaren AUKOM I, II, III, die speziell für die Zielgruppe der Manager zusammen gestellt sind.  
Die Ergebnisse des Workshops werden in einer Checkliste erfasst, die in der täglichen Praxis als nahezu unverzichtbarer Leitfaden zur Lösung messtechnischer Fragestellungen erfolgreich eingesetzt werden kann. Die Minimierung von Kosten und Ausschuss wird unterstützt.
- Kursdauer: 2 Tage
- Abschluss: Zertifikat

# EINFÜHRUNG IN DEN MANAGEMENT WORKSHOP

Vorstellungsrunde, beobachteter Prozess, Einflüsse auf das Messergebnis

## **Einflüsse auf das Messergebnis - Einflüsse des Messgerätes**

Messen – Prüfen – Lehren, Koordinatenmessgeräte, Ausleger-/ Brücken-/ Ständer-/ Portalbauart, Unterschiede der Bauarten, Sensoren von Koordinatenmessgeräten, Schaltendes und messendes Messkopfsystem, Autofocus-Sensor, bildverarbeitendes System, Sensor/Taster einmessen, Taststiftbiegekorrektur, Tastkugeldurchmesser, mechanische Filterwirkung bei taktilen Sensoren, Strukturauflösung bei optischen Sensoren, Folgefehler, Unterschiede Nenngeometrieelement, wirkliches Geometrieelement etc.

## **Einflüsse auf das Messergebnis - Einflüsse der Umgebung**

Normgerechte Temperatur, Werkstück reinigen, temperieren, Schmutz, Lärm, Temperaturkompensation

## **Einflüsse auf das Messergebnis - Einflüsse des Werkstücks**

Werkstückeinflüsse, was ist zu beachten

## **Einflüsse auf das Messergebnis - Einflüsse der Messstrategie**

Aufspannung: Spannen, Messaufnahmen, Fixierung des Werkstücks; Werkstückkoordinatensystem ermitteln, Grob- und Feinausrichtung, Bezugsreihenfolge, Iteratives Ausrichten, Ausrichten nach 3-2-1- und nach der Bestfit-Methode (3D-Einpassung), Netzmessungen, Konturmessungen, auch: Ausrichtung lokal/global, Fixieren/Spansysteme, Sensoren auswählen, Antasten, Antastpunktanzahl und -verteilung, Scanning; Bildverarbeitung: Beleuchtungsarten; Auswertekriterien: Funktionsorientierte Auswerteverfahren, Unterschiede der Auswerteverfahren (Gauß-, Hüll-, Pferch-, Minimum-Bedingung), Messunsicherheitsreduzierung, Erkennen und Reduzieren systematischer und zufälliger Einflüsse; Geometrie: Auszug: Abstand-Abstand-Berechnung, Auszug: Fourier, Digitale Filter (Tiefpass, Hochpass)

## **Einflüsse auf das Messergebnis - Einflüsse des Bedieners**

Anwendereinflüsse, was ist zu beachten

## **Anwendung statistischer Kenngrößen und Prozessüberwachung**

Ermittelte Kennwerte (kurz), statistische Prozesslenkung (SPC), Überwachungsstrategien

## **Prüfprozesseignung und Messsystemanalyse**

Messunsicherheit, Konformität, MSA-Verfahren 1,2,3 und Hintergründe

## **Kultur des guten Messens (Auszug)**

Messen ist wertschöpfend, Kultur des guten Messens, Ausbildung

**bschließende Übung und Diskussion**

**COPYRIGHT © 2013 AUKOM AUSBILDUNG KOORDINATENMESSTECHNIK E. V.**