

---

# DAP-TM 31

---

## **Besondere Anforderungen und Festlegungen für die Akkreditierung von Prüflaboratorien nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 für den Bereich „Koordinatenmesstechnik“**

## **Besondere Anforderungen und Festlegungen für die Akkreditierung von Prüflaboratorien nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 für den Bereich „Koordinatenmesstechnik“**

Für Messungen und Prüfungen im Bereich Koordinatenmesstechnik (KMT) ist es notwendig, die allgemein formulierten Anforderungen in der Norm DIN EN ISO/IEC 17025:2005 im Hinblick auf fachspezifische Gegebenheiten zu erläutern bzw. zu interpretieren. Grundlage für die Erläuterungen (auch besondere Anforderungen genannt) bildet Anhang B der Norm.

*Das Dokument stellt eine sektorspezifische Ergänzung zum Dokument KRI-AK-PL "Besondere Anforderungen für die Akkreditierung von Prüflaboratorien nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005" dar.*

### **1. Allgemeines**

Durch ein gestiegenes Qualitätsbewusstsein, als Folge der Forderungen der Reihe DIN EN ISO 9000 und im Rahmen der Zertifizierung von Automobil-Zulieferern nach ISO TS 16949:2000 erwächst die Forderung, nach der externe Prüf- (und Kalibrier-) Dienstleister nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert sein müssen. Diese Forderung führt häufig zu Anfragen der benannten KMT-Dienstleister nach Akkreditierung. Dieses Dokument stellt sektorspezifische ergänzende Kriterien für die Akkreditierung dieser Dienstleister zusammen.

Die Forderungen beruhen zum größten Teil auf Forderungen aus dem relevanten Normenkreis, also hier insbesondere die Reihen VDI/VDE 2617, VDI/VDE 2634 und DIN EN ISO 10360 für die Messtechnik / Überprüfung der Koordinatenmessgeräte (KMG) sowie die Normen DIN EN ISO 14253, DIN ISO/TS 15530 und relevante Normen zu Form- und Lagetoleranzen u.a. für die Festlegung einer kompetenten Messstrategie. Weiterhin werden die klimatischen Bedingungen in den Prüfräumen (Kriterien, Nachweis und Überwachung) in Anlehnung an die VDI/VDE 2627 festgelegt.

Die Festlegung der Kriterien sowie die Begutachtungen werden in enger Zusammenarbeit mit den entsprechenden Fachexperten, z. B. aus der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), durchgeführt. Ebenfalls fließen Erfahrungen aus den bisher durchgeführten Verfahren ein.

Die DGA akkreditiert Prüfdienstleister im Bereich der Koordinatenmesstechnik; die Kompetenz für die Kalibrierung von Meisterteilen kann nur im Rahmen einer Akkreditierung als Kalibrierlabor, d. h. in der Regel im Rahmen einer DKD-Akkreditierung bestätigt werden.

Im Rahmen der Kooperation zwischen DKD und DGA ist es unter bestimmten Bedingungen möglich, Begutachtungen im Rahmen der Akkreditierung durch beide Stellen durch Einsatz von Begutachtern aus dem gemeinsamen Begutachterpool zusammenzulegen.

Die im Folgenden beschriebenen Kriterien sind entlang der Nummerierung des entsprechenden Kapitels der DIN EN ISO/IEC 17025 formuliert.

2. nicht belegt
3. nicht belegt

## 4. Anforderungen an das Management

### 4.2 Qualitätsmanagementsystem

#### 4.2.2 Inhalt der Aussage zur Qualitätspolitik:

a) Mit der Verpflichtung zur „Guten fachliche Praxis“ ist für die KMT-Dienstleister folgende Auflage verbunden: (Stichwort: **wesentliche Neuentwicklungen** der Prüfmethodik fachlicher Art):

**Kontinuierliche Anpassung der Vorgehensweise an die Weiterentwicklung der Technik, der Weiterentwicklung und Überarbeitung von Normen und Richtlinien sowie Änderungen geltender gesetzlicher Bestimmungen.**

Aktuelle Beispiele (für die Umsetzung werden bestimmte Zeitvorgaben gemacht; diese Kriterien sind derzeit noch nicht aktiv) hierfür sind:

- **PTB-Verfahren Virtuelles KMG zur Messunsicherheitsbestimmung für KMG-Messungen.**  
Nutzung von akkreditierten DKD-Kalibrierlaboratorien für die Kalibrierung von prismatischen Werkstücken, um kalibrierte Meistererteile (typische Messaufgabe) für Vergleichsmessungen/ Rückführung zur Verfügung zu haben.  
Zeitrahmen: Für die Implementierung dieser Anforderung wird ein Zeitraum von 2 Jahren nach Freigabe dieses Dokumentes festgelegt. Laboratorien, die weniger als 6 Monate vor Ablauf dieser Frist im Rahmen einer Erst- oder Re-Akkreditierung begutachtet werden, müssen bereits über ein geeignetes kalibriertes Werkstück verfügen.
- **Anpassung an Überarbeitung DIN EN ISO 10360-2.**  
Die DIN EN ISO 10360-2 befindet sich aktuell in der Überarbeitung. Nach Erscheinen der Norm sollen akkreditierte Prüflaboratorien ihre Verfahren (soweit relevant) binnen eines Jahres an den geänderten Stand anpassen. Für von ihnen genutzte, externe Messdienstleistungen (z.B. jährliche Bestätigungsprüfung der KMG) gilt dieses analog.
- **Berücksichtigung der Testunsicherheit gemäß ISO/TS 23165 bei Konformitätsentscheidungen in Annahme- und Bestätigungsprüfungen gemäß DIN EN ISO 10360-2**  
In der aktuellen Ausgabe der ISO/TS 23165 wird die Testunsicherheit nur für Prüfungen gemäß DIN EN ISO 10360-2 (taktile KMG) beschrieben. Für andere Messtechnik (z.B. optische KMG) soll das in ISO/TS 23165 beschriebene Konzept analog umgesetzt werden.
- **Abschätzung der Messunsicherheiten beim Prüfen mit KMG:**  
**Für Messungen auf den 3D-KMGs war es bisher als Stand der Technik akzeptiert, dass es i.d.R. für einen Prüfdienstleister nicht möglich war, ein Messunsicherheitsbudget für eine Messung an einem typischen Objekt aufzustellen, da es eine Vielzahl von (kombinierten) Fehlereinflussmöglichkeiten gibt. Diese Einschätzung verliert nun ihre Gültigkeit:**
  - Ein mögliches Verfahren zur Abschätzung von Messunsicherheiten beim Prüfen mit KMG ist in VDI/VDE 2617-11 beschrieben.
  - Ein weiteres Verfahren ist mit dem „virtuellen KMG“ bereits seit längerem verfügbar.

**Die akkreditierten KMG-Dienstleister müssen eines der verfügbaren anerkannten Verfahren mit einer Übergangsfrist bis zum 31.12.2011 dokumentiert einführen und anwenden.**

b) Zu der **Aussage zum Stand des Leistungsangebotes** gehört für die KMT-Dienstleister eine Aufstellung der im Rahmen der Akkreditierung eingesetzten Messmaschinen mit Angaben zum Hersteller, Typ, Kurzbeschreibung, Messvolumen, Grenzwerte der spezifizierten Messabweichungen (z.B. Grenzwerte  $MPE_P$  der Antastabweichung  $P$  und Grenzwerte  $MPE_E$  der Längenmessabweichung  $E$  nach DIN EN ISO 10360-2) sowie Angaben zu notwendigen Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Temperaturgradienten (z.B.  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ; 1 K/m, 1 K/h) sowie Feuchte. Ggf. sind weitere charakteristische Parameter (wie z.B. Auswertemöglichkeiten bei Konturmessgeräten) oder besondere Anforderungen (wie z.B. maximale Umgebungslichtstärke bei photogrammetrischen Verfahren) zu nennen.

Zudem ist der **Scope (der Geltungsbereich der Akkreditierung)** von dem Dienstleister als Entwurf geeignet zu formulieren, z.B.:

*Ermittlung der Maß- und Formabweichungen industriell gefertigter Produkte mit Hilfe von taktilen und optischen 3D-Koordinatenmessmaschinen*

*Durchführung und Dokumentation von maßlichen Erstmusterprüfungen industriell gefertigter Produkte mit Hilfe von optischen und taktilen 3D-Koordinatenmessmaschinen*

*Ermittlung von 3D-Soll-Ist-Abweichungen industriell gefertigter Produkte anhand von CAD-Daten mit Hilfe von taktilen 3D-Koordinatenmessmaschinen und einer CAD-Auswertesoftware*

oder

*Durchführung von geometrischen Messungen an Bauteilen verschiedener Werkstoffe mit taktilen und optischen Messsystemen sowie optischen 3D Scannern*

#### **4.3 Lenkung der Dokumente (und Aufzeichnungen, 4.13)**

Hier ist insbesondere auf die Einbindung externer Dokumente wie relevante Normen (s.o.), aber auch Zeichnungen zu Messaufgaben (u.U. mit Eintragung der Messpunkte: Zeichnung wird zu Aufzeichnung -> Archivierung!) zu achten. Relevante Dokumente und Aufzeichnungen müssen eindeutig identifiziert sein. Es muss insbesondere bei den Aufzeichnungen im Rahmen der durchgeführten Prüfungen deutlich werden, wer eine Aufzeichnung wann angelegt hat. Es müssen Regelungen existieren, die diese Anforderungen auch bei elektronisch gespeicherten Dokumenten umsetzen.

#### **4.4 Prüfung von Anfragen, Angeboten und Verträgen**

Häufig lassen sich die Aufträge von KMT-Dienstleistern in Routineaufträge und Neu- bzw. Einzelaufträge unterteilen. Für Routineaufträge müssen Rahmenverträge (oder vergleichbares) vorliegen, die konstante vertragliche Bedingungen festhalten, um eine verkürzte Prüfung im Sinne von 4.4 durchführen zu können. Für Neu- bzw. Einzelaufträge ist der gesamte Ablauf der „Vertragsprüfung“ als Verfahren zu beschreiben und entsprechend durchzuführen.

Elementar ist hierbei die inhaltliche Dokumentation der oft umfänglichen Vorbesprechungen zu den Prüfaufträgen im Sinne der vollständigen Rückverfolgbarkeit von Vorgängen; dies gilt auch für die häufig vorkommende Klärung von Details während der Prüfungsdurchführung.

Die technische Prüfung von Anfragen muss insbesondere folgende Punkte betreffen:

- technische Eindeutigkeit der zu prüfenden Merkmale,
- Klärung des Verhältnisses zwischen der Zeichnungseintragung des Merkmals und dessen Funktionsbezug,
- Umsetzung von Zeichnungseintragung (z.B. Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 1101) in eine geeignete Messstrategie (d.h. z.B. Art der Antastung und Punkteverteilung der Messpunkte) und eine geeignete Auswertestrategie (Bildung von geeigneten Ausgleichselementen und Bezügen),
- Klärung, ob durchzuführende Arbeiten innerhalb oder außerhalb des akkreditierten Bereichs liegen,
- Klärung, ob schlecht konditionierte Messaufgabe oder ungünstige Messbedingungen ungewöhnlich hohe Messabweichungen erwarten lassen.  
(Der KMT-Dienstleister ist in diesem Falle verpflichtet seinen Kunden über diesen Sachverhalt geeignet und nachvollziehbar zu informieren).

Die beschriebene Prüfung von Anfragen stellt einen komplexen Vorgang dar, der in seinen Teilbereichen entsprechend geschult worden sein muss (Beispiel Kenntnis Form- und Lagetoleranzen).

Bei Angeboten, Publikationsmaterial und Briefbögen sind die Anforderungen des Papiers KRI-AK-PL bzgl. der Logo-Nutzung einzuhalten.

Es wird empfohlen, Angebote mit den Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGBs) zu versenden.

#### **4.12 Vorbeugende Maßnahmen**

Es sollten alle Maßnahmen, die das Auftreten von Fehlern vermeiden helfen, aufgelistet und auf die jeweilige Verfahrensbeschreibung verwiesen werden. Hierzu zählen insbesondere die zwischenzeitlichen Überprüfungen des Kalibrierstatus der Messmaschinen und relevanten Messmittel (siehe 5.5.10) sowie Plausibilitätsprüfungen bei den durchzuführenden Messungen. Die zwischenzeitliche Überprüfung soll auch ggf. vorhanden Werkstücktemperaturfühler umfassen.

### **5. Technische Anforderungen**

#### **5.2 Personal**

In den vergangenen Jahren sind von verschiedenen Anbietern Schulungskonzepte für die Ausbildung von Messtechnikern KMT entwickelt worden. Es ist sinnvoll, die Anforderungen an die Qualifikation von Personal von KMT-Dienstleistern an diesen Ausbildungsreihen zu orientieren, ohne dass aber ein entsprechendes Zertifikat gefordert wird. Forderung ist, dass das Wissen des jeweiligen Personals dem unten beschriebenen Ausbildungsstand entspricht. Die Nennung von Anbietern ist dabei beispielhaft und hegt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In der nächsten Revision dieses Dokumentes werden keine Anbieter mehr genannt:

Mittelfristig wird der Nachweis der Kenntnisse in Anlehnung an die Inhalte des AUKOM Level 1 als minimale Qualifikation für durchführende Messtechniker und AUKOM Level 2 als Minimum für die Leitung des Prüflaboratoriums als Anforderung festgelegt ([www.aukom.info](http://www.aukom.info)). Alternativ dazu können auch die Schulungskonzepte der DGQ (Dreikoordinatenmesstechnik, [www.dgq.de](http://www.dgq.de)) oder GD&T (Geometrical Dimensioning and Tolerancing, [www.asme.org/cns/departments/AccredCertif/gdtp/](http://www.asme.org/cns/departments/AccredCertif/gdtp/)) genannt werden.

### **Anforderungen an die Leitung des Prüflaboratoriums:**

- Qualifizierte technische Grundausbildung (z.B. Industriemeister mit langjähriger Berufserfahrung oder Ingenieurausbildung)
- Detailkenntnisse in Form- und Lagetolerierung und entsprechenden Zeichnungseintragungen
- Detailkenntnis zu dem benutzten Prüf- und Überwachungsverfahren, incl. Detailkenntnis der diesbezüglichen Normen und Richtlinien (z.B. Kenntnis der benutzten Betriebsmodi und Eigenschaften der eingesetzten Messtechnik, wie z.B. Scanning, selbstzentrierende Antastung, Messkraft Null Extrapolation [für Messung federnder Werkstücke], Beleuchtungsarten und Sensorprinzipien)
- Detailkenntnis der DIN EN ISO/IEC 17025
- Detailkenntnis bzgl. Messunsicherheiten und ggf. deren Bestimmung
- Kenntnis bzgl. der Testunsicherheit von Prüfverfahren der relevanten Messtechnik und von darauf basierenden Konformitätsentscheidung
- Detailkenntnis des QM-Systems des Prüflaboratoriums
- Nachweis der entsprechenden Fachkenntnisse (siehe 5.2 oben)

### **Anforderungen an den durchführenden Messtechniker:**

- Technische Grundausbildung (z.B. Techniker Ausbildung, Feinmechaniker, ...)
- Kenntnisse in Form- und Lagetolerierung und entsprechenden Zeichnungseintragungen
- Einweisung in die benutzte Messtechnik
- Kenntnisse der benutzten Prüf- und Überwachungsverfahren
- Praktische Erfahrung bei der Durchführung der Prüfaufgabe
- Grundkenntnis der DIN EN ISO/IEC 17025
- Kenntnisse im Umgang mit / in der Anwendung von Messunsicherheitsbetrachtungen
- Kenntnis des QM-Systems des Prüflaboratoriums
- Nachweis der entsprechenden Fachkenntnisse (siehe 5.2 oben)

Die Qualifikation der Mitarbeiter muss geeignet dokumentiert sein (technische Lebensläufe mit entsprechenden Schulungsnachweisen und **Detailangaben** zum entsprechenden Erfahrungshintergrund). Schulungsnachweise sollen neben dem Thema der Schulung zusammenfassend auch Angaben zu den Schulungsinhalten enthalten. Des Weiteren sollen der zeitliche Umfang der Schulung und die Erreichung des Schulungsziels in dem Schulungsnachweis dokumentiert sein (Bewertung der Wirksamkeit).

Bzgl. der eingesetzten Messtechnik muss die Befugnis zur Durchführung von Messungen und Auswertungen geregelt und dokumentiert sein. Die Dokumentation muss neben einer Beschreibung des Gegenstands der Befugnis auch eine Angabe enthalten ab wann die Befugnis erteilt bzw. entzogen wurde. Die Erteilung der Befugnis muss ebenfalls geregelt sein.

### **5.3 Räumlichkeiten und Umgebungsbedingungen**

Die Anforderungen an die Räumlichkeiten und Umgebungsbedingungen werden in Anlehnung an die VDI/VDE 2627, Blatt 1 (Messräume; Klassifizierung und Kenngrößen, Planung und Ausführung), festgelegt. Es wird empfohlen, diese Norm als Grundlage für den Neubau bzw. die Einrichtung von klimatisierten Messräumen zu verwenden.

Die einzuhaltenden Grenzwerte bzgl. Temperatur, Temperaturgradienten und Feuchte (ggf. u.a.) werden nach den Herstellerangaben zu den Messmaschinen festgelegt; diese sind den Datenblättern zu den Maschinen zu entnehmen bzw. beim Hersteller zu erfragen. Zudem sind die typischerweise vorliegenden Materialkennwerte zur Temperaturexpansion der zu prüfenden Werkstoffe (Einfluss auf die Messunsicherheit der Prüfung) zu Grunde zu legen. Weitere Anforderungen sind von Kunden abzufragen.

**Folgende Schritte** sind einzuhalten und zu dokumentieren:

1. Das Laboratorium muss für relevante Räume (also z.B. Prüfräume, Kalibrierräume, Probenlager (Konditionierung!)) auf der Basis dieser Anforderungen **Grenzwerte** für die Bezugstemperatur sowie die zeitlichen und räumlichen Gradienten und die Feuchte (ggf. u.a.) **ermitteln und festlegen**.
2. Zunächst ist dann der Nachweis zu erbringen, dass die festgelegten Umgebungsbedingungen in den relevanten Räumlichkeiten unter Berücksichtigung der Messunsicherheit der verwendeten Messtechnik (Testunsicherheit) eingehalten werden (also z.B. Temperaturgradienten (kleiner als Grenzwert) und Bezugstemperatur (innerhalb der Grenzwerte)). Dazu stehen wahlweise **zwei Abnahmeverfahren** zur Verfügung:
  - a. Nachweis nach VDI/VDE 2627-1, A1: Aufnahme der Temperaturverläufe und Berechnung der Gradienten über einen definierten Zeitraum, jeweils einmal im Sommer und im Winter, wenn jahreszeitlicher Einfluss zu vermuten ist, und zwar mit 9 Messfühlern je Raum. Diesem Verfahren ist der Vorzug zu geben.
  - b. Nachweis in Anlehnung an VDI/VDE 2627-1, A1, gleiche Vorgehensweise wie oben, jedoch in 2 Schritten mit weniger als 9, jedoch mind. 4 Messfühlern. Schritt 1 ist die Aufnahme der Größen im Raum, Schritt 2 die Aufnahme der Größen in jedem Messvolumen. Dabei ist zu beachten, dass bei beiden Schritten jeweils ein Fühler an derselben Position angebracht ist, um die Einzelmessungen hinterher korrelieren zu können.

Die **Auswertung der Messungen** zur Abnahme der Räumlichkeiten muss in einer Art **Abnahmeprotokoll** dokumentiert werden und **nachvollziehbar** sein (also u.a. Angaben zu Verfahren, Position der Fühler, graphische Darstellung der Verläufe und Gradienten, Daten zu den verwendeten Fühlern einschließlich Nachweis der Rückführung und der Angemessenheit der Messmittel (u.a. ist das Verhältnis der Messunsicherheit der Fühler zu einzuhaltender Toleranz akzeptabel?)).

Eine Abnahme ist nur einmal je Raum (ggf. in 2 Messkampagnen Sommer und Winter) durchzuführen; sie ist zu wiederholen, wenn Grund zur Annahme besteht, dass sich die Verhältnisse (z.B. durch Umbaumaßnahmen, Re-Organisation (Änderung der Anzahl der permanent im Messraum arbeitenden Personen), Wechsel der Beleuchtung oder der Ausstattung (u.a. Monitore, PCs oder andere Geräte mit Wärmeentwicklung)) verändert haben.

Sollten bei der Abnahme Abweichungen auftreten, sind diese zu dokumentieren. Nach Umsetzung geeigneter Korrekturmaßnahmen ist die Abnahme zu wiederholen.

3. Über die räumlichen Gegebenheiten, die Ergebnisse der Abnahmen sowie die Anzahl der Messmaschinen ist dann die Anzahl und Position der Fühler zur **kontinuierlichen Überwachung** der klimatischen Bedingungen (Nachweis der Rückführung und der Angemessenheit der Messmittel (u.a. Verhältnis Messunsicherheit Fühler zu einzuhaltender Toleranz) festzulegen. Es ist zu bedenken, dass für hochpräzise Messungen ggf.

auch Temperaturmessungen an den zu prüfenden Objekten ausgeführt werden müssen, um eine numerische Korrektur der Längenausdehnung zu ermöglichen.

Das **Verfahren** zur kontinuierlichen Überwachung der Umgebungsbedingungen ist zu beschreiben; eine zeitnahe, regelmäßige Kontrolle der Umgebungsbedingungen ist durchzuführen. Die **Daten** der Überwachung der Umgebungsbedingungen sind aufzubewahren und geeignet zu bewerten. Z.B. müssen geeignete Mechanismen und Warnschwellen vorhanden sein, um bei deren Überschreitung entweder den Messbetrieb einzustellen oder andere sachbezogenen Maßnahmen zu ergreifen. Die Überwachung der Umgebungsbedingungen soll speziell auch den möglichen Ausfall der Klimatisierung geeignet berücksichtigen. So kann ein Ausfall der Klimatisierung dazu führen, dass Messtechnik nicht mehr innerhalb der gesetzten Spezifikationen betrieben werden kann. Bei Ausfall der Klimatisierung sind deshalb geeignete gesonderte Überwachungsmaßnahmen anzusetzen und die betroffene Messtechnik ggf. zu sperren. Die Überwachung der Umgebungsbedingungen sollte günstigerweise mit Hilfe einer grafischen Visualisierung erfolgen um ein schnelles Reagieren auf Veränderungen und eine Mitarbeitersensibilisierung zu ermöglichen.

Der negative Einfluss weiterer möglicher Einflussgrößen, wie z.B. Schwingungen (Eignung Fundament, Entkopplung), Stromversorgungsschwankungen, Verschmutzung, elektromagnetischer Störfelder oder Lichteinflüsse (z.B. bei optischen Verfahren), ist geeignet auszuschließen.

## **5.4 Prüfverfahren und deren Validierung**

### **5.4.4 Nicht in normativen Dokumenten festgelegte Verfahren**

Für die Durchführung von Prüfungen auf KMG liegen in der Regel keine genormten Prüfverfahren vor; das Laboratorium hat die Vorgehensweise geeignet in Hausverfahren darzustellen. Dabei ist vorzugsweise der Aufbau einer klassischen Prüfnorm zu wählen.

*Häufig ist es nur schwer möglich, die Verfahren umfassend (d.h. mit größtem Detaillierungsgrad für jeden möglichen Fall) zu beschreiben; es muss aber die allgemeine Vorgehensweise zu jedem Schritt des Prüfprozesses, also u.a. mit den Entscheidungsgrundlagen, Quellen und Wahlmöglichkeiten zu jedem Schritt (Beispiel: Probenvorbereitung (mech. Bearbeitung, Konditionierung, Reinigung), Grundlagen Aufspannung, Grundlagen Tasterwahl, Grenzeinstellungen des Verfahrens / der Maschine, Durchführung der Prüfung, Auswertung der Daten, Berichtserstellung etc.) transparent und nachvollziehbar festgelegt werden. Die Beschreibung des Verfahrens soll insbesondere die relevanten Einflüsse auf die Qualität der Dienstleistung möglichst genau beschreiben.*

*Dieses sind z.B. kritische Prozessschritte und spezielle Verfahren, die durchgeführt werden, um genauere / sichere Messwerte zu erhalten (z.B. Umschlagsverfahren, Ausreißerbehandlung, benutzte Filter, spezielle Aufbauten oder besondere Auswertoptionen der Messsoftware). Die Verfahrensbeschreibung soll hierbei explizit helfen, bekannte Fehlermöglichkeiten zu vermeiden.*

*Die Beschreibung des Verfahrens soll ferner geeignet sein, einen neuen Messtechniker/-in in das Verfahren einzuweisen (Schulungseignung). Die Beschreibung des Verfahrens soll deshalb in sich für einen Leser mit technischem Hintergrund verständlich sein (z.B. sollten verwendete Abkürzungen erläutert sein; technische Aufbauten sollten, wenn möglich, mit Fotografien oder Skizzen dokumentiert sein).*

Der Titel des Verfahrens ist geeignet zu wählen (**was** wird **wie** und **womit** gemessen?), z.B.:

*Ermittlung der Maß- und Formabweichungen industriell gefertigter Produkte mit Hilfe von taktilen und optischen 3D-Koordinatenmessmaschinen (PA-Firma-KMG-01, 2006-06)*

Es ist unerheblich, ob die Prüfverfahren die Vorgehensweise bis zur Ermittlung der Ergebnisse beinhalten oder nach „Datengewinnung“ auf ein software-gestütztes Verfahren verweisen. Auch eine besondere Datenauswertung kann ein Verfahren im Sinne der Akkreditierung darstellen (Beispiel: Soll-Ist Vergleich von Messdaten und CAD-Nominaldaten). Hier sind die Prozessschritte der Auswertung und ggf. die Softwarenutzung (ggf. mit Versionskennung) geeignet zu beschreiben.

#### **5.4.5 Validierung von Verfahren**

Die als Hausverfahren beschriebenen Prüfverfahren sind geeignet zu validieren; als mögliche Instrumente können Messungen bekannter Objekte (Referenznormale und Meisterteile; möglichst typische Messaufgabe; Achtung: Bei Soll-Ist-Vergleich auch Freiformflächen beachten), Vergleichsmessungen auf verschiedenen Maschinen eines Labors oder zwischen Laboratorien, Vergleiche zu validierten Verfahren usw. gelten.

Auch die eingesetzte vom Prüflabor entwickelte Software, insbesondere die zur Auswertung der durch Messung gewonnenen Daten bis zur Darstellung ist zu validieren. Ihre Eignung für den genutzten Prüfprozess ist zu validieren.

Die Validierung der einzelnen Verfahren / Software ist in einem **Validierungs-Bericht** transparent und nachvollziehbar zu beschreiben, die Ergebnisse sind zu dokumentieren, relevante Erkenntnisse müssen in die Prüfverfahrensbeschreibungen übernommen werden.

Die Validierung ist zu wiederholen, wenn sich signifikante Bestandteile des Verfahrens geändert haben (u.a. auch bei Änderung relevanter Funktionen innerhalb der benutzten Mess- und Auswertesoftware). Die Entscheidung, wann eine Validierung wiederholt werden soll, muss von kompetenter Seite erfolgen.

Verfahren (incl. Software) dürfen erst dann benutzt werden, wenn Sie durch einen dafür befugten Mitarbeiter des Prüflaboratoriums freigegeben wurden. Die Freigabe muss geregelt erfolgen. Verfahren und verwendete Software müssen durch eine **Versionskennung** eindeutig identifizierbar sein. Hierzu ist eine geeignete Übersicht zu führen und geeignet zu archivieren (Rückverfolgbarkeit von Verfahren und Software z.B. für Beschwerden / fehlerhafte Arbeiten sowie für die Verfahrensverbesserung).

#### **5.4.6 Schätzung der Messunsicherheit**

Für KMT-Dienstleister ist es notwendig, eine allgemeine Verfahrensweise für die Bestimmung von Messunsicherheiten zu beschreiben und diese anzuwenden, und zwar auf:

- Alle auf taktilen 3D-KMG durchgeführten Messungen (unter Beachtung der Auflage in Abschnitt 4.2.2 dieses Dokumentes)
- alle internen Kalibrierungen (z.B. nach DKD-3 und den Beispielsammlungen DKD-3 Ergänzung 1 und 2)
- auf alle klassischen dimensionellen Messungen (1D-Handmessmittel, 2D-Messmittel, z.B. Messmikroskop, Profilprojektor usw.), z.B. nach DIN EN ISO 14253-1, Beiblatt 1

Dies ist insbesondere wichtig, da tatsächlich vorhandene aufgabenspezifische Messunsicherheiten des KMG von dem durch die höchstzulässige Anzeigeabweichung für Längenmessungen gegebenen Wert  $MPE_E$  erheblich abweichen können.

## 5.5 Einrichtungen

Für alle eingesetzten Koordinatenmessgeräte sind technische Informationen zusammenzustellen. Als Beispielvorgabe kann die Anlage B der DIN EN ISO 10360-2 (Sept. 1995) dienen.

### 5.5.10 Zwischenprüfungen

Für alle eingesetzten Koordinatenmessgeräte sind (interne) zwischenzeitliche Überprüfungen des Kalibrierstatus (z.B. Prüfung der Einhaltung der maximal zulässigen Längenmessabweichung und Antastabweichung) festzulegen. Diese Prüfungen müssen in der Regel **mindestens vierteljährlich, am Anfang jedoch bis auf weiteres monatlich durchgeführt werden**. Erste Messungen mit Auswertungen müssen vor der Erstbegutachtung vorliegen.

Bestimmte kritische Parameter (z.B. Tasterparameter bei Mehrfachtastern bei zentralem Tastsystem oder Einmessung von mehreren Taststiftstellungen bei Nutzung einer Dreh-Schwenkeinheit) sollten vor Beginn jeder Messung kontrolliert werden und schon in dem Prüfverfahren verpflichtend dokumentiert sein.

Die Verfahren sind einschließlich Betrachtungen zur Angemessenheit der Maßnahmen, der zu verwendenden Referenzobjekte (also z.B. Kugelnormale, Endmaße, Einstellring, Meisterteil, Kugelquader etc.; siehe auch Auflage unter 4.2.2), der Häufigkeit und der Eingriffsgrenzen usw. nach VDI/VDE 2617, Bl. 2.1, Bl. 5 bzw. nach DIN EN ISO 10360-2, DIN EN ISO 10360-3, DIN EN ISO 10360-4, DIN EN ISO 10360-5 (taktile) bzw. nach Blatt 6, 6.1, 6.2, 6.3 (optisch; bitte ggf. auf Überprüfung auch bei verschiedenen typischen Arbeitsabständen, Beleuchtungen und Vergrößerungsstufen achten) oder VDI/VDE 2617 Bl. 9 oder VDI/VDE 2634 Bl.1 und Bl. 2 zu beschreiben. Die Ergebnisse sind geeignet auszuwerten und darzustellen, eine systematische Betrachtung zur Feststellung von Drift o.ä. ist zu realisieren (Historie).

Für KMG mit Mehrfachtastern gilt:

- KMG mit zentralem Tastsystem: Durchführung, falls Hersteller Spezifikationen nach DIN EN ISO 10360-5 festgelegt hat.
- KMG mit Dreh-Schwenkeinheit: Generelle Durchführung. Spezifikationen entweder nach Herstellervorgabe oder als durch den Prüfdienstleister selbst gesetzte Grenze. Letztere wird aus Erfahrungswerten bestimmt und sollte insbesondere auf Messdaten von frisch abgenommenen KMG beruhen.

Zu jeder Zwischenprüfung müssen Spezifikationen existieren, die entweder durch den Hersteller oder durch das Prüflaboratorium begründet festgesetzt wurden. Bei der Entscheidung, ob eine Zwischenprüfung erfolgreich bestanden ist, muss die Messunsicherheit der eingesetzten Verfahren der Zwischenprüfung (Testunsicherheit gemäß ISO/TS 23165) berücksichtigt werden (Konformitätsentscheidung gemäß DIN EN ISO 14253-1).

Bei den Zwischenprüfungen sind die Referenzobjekte immer an verschiedenen Stellen im Messvolumen zu messen, um das gesamte Messvolumen charakterisieren zu können.

## 5.6 Messtechnische Rückführung

Alle KMG sind durch anerkannte (ggf. akkreditierte) Kalibrierdienstleister oder durch den Hersteller **jährlich** abzunehmen; diese Abnahme hat nach DIN EN ISO 10360-2, DIN EN ISO 10360-3, DIN EN ISO 10360-4, DIN EN ISO 10360-5 bzw. VDI/VDE 2617-2.1, VDI/VDE 2617-6, VDI/VDE 2617-6.1, VDI/VDE 2617-6.2, VDI/VDE 2617-6.3 oder VDI 2617-9 oder nach VDI/VDE 2634-1, VDI/VDE 2634-2, VDI/VDE 2634-3 zu erfolgen (je nachdem welche Messtechnik verwendet wird).

Insbesondere ist auf die kompetente und bzgl. der Daten vollständige Rückführung bei der Temperaturkalibrierung und der Kalibrierung der Referenzobjekte (siehe 5.5.10) zu achten.

Die erfolgreiche Abnahme des KMG ist in einem Protokoll geeignet und vollständig zu dokumentieren. Das Protokoll beinhaltet dabei insbesondere die Angabe des eingesetzten Verfahrens und Angaben zu Rückführung der eingesetzten Prüfmittel.

**Die Re-Kalibrierfrist der KMG durch einen externen Dienstleister kann nach dem ersten Akkreditierungszyklus von 5 Jahren dann von 1 auf 1,5 Jahre (18 Monate) hochgesetzt werden, wenn**

- **die zwischenzeitlichen Überwachungen regelmäßig durchgeführt werden und als qualitativ hochwertig akzeptiert werden können (Kalibrierunsicherheit der verwendeten Normale, kalibriertes Meisterstück (hierzu vergleiche Auflage unter 4.2.2))**
- **wenn über 5 Jahre eine gute Praxis in der zwischenzeitlichen Überwachung nachgewiesen werden kann.**

**Das Vorliegen dieser Bedingungen ist im Rahmen von Re-Akkreditierungs- bzw. Überwachungsbegutachtungen durch die Begutachter zu bewerten.**

## 5.9 Sicherung der Qualität von Prüfergebnissen

Die akkreditierten KMT-Dienstleister werden von Zeit zu Zeit von der DGA verpflichtend aufgefordert, an Vergleichsversuchen teilzunehmen. Alle Vergleichsmöglichkeiten, die sich den Prüflaboratorien bieten, sollten zum Zwecke der Sicherung der Qualität von Prüfergebnissen genutzt werden.

Weitere Instrumente dazu finden sich unter 5.5.10.

## 5.10 Ergebnisberichte

Aus oben genannten Gründen müssen die Prüfberichte mit Verweis auf die Akkreditierung und / oder Nutzung des entsprechenden Logos) mit den in der **Anlage** zitierten wichtigen Anlagen zu den Prüfberichten (taktil und optisch getrennt) ausgestellt werden.

Bei Ergebnisberichten sind die Anforderungen des Dokumentes KRI-AK-PL zu beachten.

Es wird empfohlen, einen Copyright-Vermerk in den Prüfbericht mit aufzunehmen.

## Literatur/Normen:

- DIN ISO/TS 15530-3, Vornorm , 2005-05, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Verfahren zur Ermittlung der Messunsicherheit von Koordinatenmessgeräten (KMG) – Teil 3: Anwendung von kalibrierten Werkstücken oder Normalen (ISO/TS 15530-3:2004)
- VDI/VDE 2617 Blatt 2.1, 2005-08, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360-2 zur Prüfung von Längenmaßen
- VDI/VDE 2617 Blatt 2.2, 2000-07, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Formmessung
- VDI/VDE 2617 Blatt 2.3, 2006-05, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Annahme- und Bestätigungsprüfung von Koordinatenmessgeräten großer Bauart
- VDI/VDE 2617 Blatt 3, 1989-05, Genauigkeit von Koordinatenmeßgeräten; Kenngrößen und deren Prüfung; Komponenten der Meßabweichung des Gerätes
- VDI/VDE 2617 Blatt 4, 2006-05, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360-3 für Koordinatenmessgeräte mit zusätzlichen Drehachsen
- VDI/VDE 2617 Blatt 5, 2001-11, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Überwachung durch Prüfkörper
- VDI/VDE 2617 Blatt 5.1, 2000-09, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Überwachung mit Kugelplatten
- VDI/VDE 2617 Blatt 6, 1997-12, Genauigkeit von Koordinatenmeßgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Koordinatenmeßgeräte mit optischer Antastung - Grundlagen
- VDI/VDE 2617 Blatt 6.1, 2007-05, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Koordinatenmessgeräte mit optischer Antastung - Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360 für Koordinatenmessgeräte mit optischen Sensoren für laterale Strukturen
- VDI/VDE 2617 Blatt 6.2, 2005-10, Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 10360 für Koordinatenmessgeräte mit optischen Abstandssensoren
- VDI/VDE 2617 Blatt 6.3, 2007-08 (Entwurf), Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Koordinatenmessgeräte mit Multisensorik
- VDI/VDE 2617 Blatt 7, 2006-04, Genauigkeit von Koordinationsmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Simulation
- VDI/VDE 2617 Blatt 8, 2006-07: Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten — Kenngrößen und deren Prüfung, Prüfprozesseignung von Messungen mit Koordinatenmessgeräten
- VDI/VDE 2617 Blatt 9, 2006-10 (Entwurf), Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Annahme und Bestätigungsprüfung von Gelenkarm-Koordinatenmessgeräten
- VDI/VDE 2617 Blatt 11, 2008-09 (Entwurf), Genauigkeit von Koordinatenmessgeräten - Kenngrößen und deren Prüfung - Ermittlung der Unsicherheit von Messungen auf Koordinatenmessgeräten durch Messunsicherheitsbilanzen
- VDI/VDE 2634 Blatt 1, 2002-05, Optische 3D-Messsysteme - Bildgebende Systeme mit punktförmiger Antastung
- VDI/VDE 2634 Blatt 2, 2002-08, Optische 3D-Messsysteme - Systeme mit flächenhafter Antastung
- VDI/VDE 2634 Blatt 3, 2006-09, Optische 3-D-Messsysteme - Bildgebende Systeme mit flächenhafter Antastung in mehreren Einzelansichten
- VDI/VDE 2627 Blatt 1, 1998-08, Meßräume - Klassifizierung und Kenngrößen - Planung und Ausführung

- VDI/VDE 2627 Blatt 2, 2005-10, Messräume - Leitfaden zur Planung, Erstellung und zum Betrieb
- DIN EN ISO 10360-1, 2003-07, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) - Teil 1: Begriffe (ISO 10360-1:2000 + Corr 1:2002) (enthält Berichtigung AC:2002); Deutsche Fassung EN ISO 10360-1:2000 + AC:2002
- DIN EN ISO 10360-2, 2002-05, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) - Teil 2: KMG angewendet für Längenmessungen (ISO 10360-2:2001); Deutsche Fassung EN ISO 13060-2:2001 Norm-Entwurf , 2006-03, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) - Teil 2: KMG angewendet für Längenmessungen (ISO/DIS 10360-2:2005); Deutsche Fassung prEN ISO 10360-2:2005
- DIN EN ISO 10360-3, 2000-08, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmeßgeräte (KMG) - Teil 3: KMG mit der Achse eines Drehtisches als vierte Achse (ISO 10360-3:2000); Deutsche Fassung EN ISO 10360-3:2000
- DIN EN ISO 10360-4, 2003-06, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) - Teil 4: KMG im Scanningmodus (ISO 10360-4:2000 + Cor. 1:2002) (enthält Berichtigung AC:2002); Deutsche Fassung EN ISO 10360-4:2000 + AC:2002
- DIN EN ISO 10360-5, 2001-03, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) - Teil 5: KMG mit Mehrfachtastern (ISO 10360-5:2000); Deutsche Fassung EN ISO 10360-5:2000
- DIN EN ISO 10360-6, 2002-05, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) - Teil 6: Abweichungsabschätzung beim Berechnen zugeordneter Geometrieelemente nach Gauß (ISO 10360-6:2001); Deutsche Fassung EN ISO 10360-6:2001
- DIN EN ISO 14253 Blatt1, 1999-03, Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Meßgeräten durch Messen - Teil 1: Entscheidungsregeln für die Feststellung von Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung mit Spezifikationen (ISO 14253-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 14253-1:1998
- ISO EN ISO 14253 Blatt1 Beiblatt 1, 2000-05, Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Meßgeräten durch Messungen - Leitfaden zur Schätzung der Unsicherheit von GPS-Messungen bei der Kalibrierung von Messgeräten und bei der Produktprüfung (ISO/TS 14253-2:1999)ISO 1101 Form+Lage
- ISO/TS 14253-2 Technical Corrigendum 1, Vornorm 2007-10, Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Messeinrichtungen durch Messen - Teil 2: Leitfaden zur Schätzung der Unsicherheit bei GPS-Messungen, bei der Kalibrierung von Messeinrichtungen und bei der Produktprüfung; Korrektur 1
- ISO/TS 23165, Vornorm , 2006-07, Geometrical product specification (GPS) – Guideline for the evaluation of coordinate measuring machine (CMM) test uncertainty
- DIN EN ISO 1101, 2006-02, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Geometrische Tolerierung - Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2004); Deutsche Fassung EN ISO 1101:2005

## ANHANG A

### Musteranlage zum Prüfbericht

**[Markierte Textstellen müssen durch Prüflaboratorium angepasst werden]  
(Beispiel: taktile Messung mit Koordinatenmessgerät)**

WICHTIGE ANLAGE ZUM PRÜFPROTOKOLL (taktile Messung)

Die Messunsicherheit jeder taktile Messung mit einem Koordinatenmessgerät hängt von zahlreichen Einflussgrößen ab. Die wichtigsten sind:

- Geometrieabweichungen des Koordinatenmessgeräts
- Umgebungsbedingungen
- Tastsystem
- Werkstoff und Oberflächenbeschaffenheit des Prüflings
- Messstrategie
- Taststiftkonfiguration
- Aufspannung des Prüflings

Folgende Aussagen können jedoch getroffen werden:

- 1.) Die maximal zulässige Längenmessabweichung des verwendeten Koordinatenmessgeräts bei Verwendung eines einzelnen Taststiftes ist nach **DIN EN ISO 10360-2** mit  $MPE_{E=}$  **X  $\mu\text{m} + Y \cdot L$**  angegeben (L=Messlänge). Die maximal zulässige Antastabweichung  $MPE_P$  nach **DIN EN ISO 10360-2** beträgt **X  $\mu\text{m}$** . Die Einhaltung dieser Spezifikation durch das Koordinatenmessgerät wird durch eine jährliche messtechnische Überprüfung verifiziert. Das Koordinatenmessgerät wird zusätzlich intern durch regelmäßige stichprobenartige Messungen gemäß **VDI/VDE 2617 Bl. 5** sowie Messungen an einem kalibrierten **Gebrauchsnorm** überwacht. Tatsächlich vorhandene aufgabenspezifische Messunsicherheiten des Koordinatenmessgeräts können von dem durch die höchstzulässige Anzeigeabweichung für Längenmessungen gegebenen Wert  $MPE_E$  erheblich abweichen.
- 2.) Der Prüfling wurde in einem Temperaturbereich von  $(20 \pm \text{X})$  °C gemessen. Eine rechnerische Kompensation der thermischen Längenausdehnung des Prüflings fand **statt / nicht statt**. Eine rechnerische Kompensation der thermischen Längenausdehnung der Maßstabssysteme des Koordinatenmessgeräts fand **statt / nicht statt**.
- 3.) Die verwendeten Tasterlängen sowie die Betriebs- und Umgebungsbedingungen lagen in dem durch den Messsystemhersteller zugelassenen Bereich.

Parameter, die aufgrund von technischen oder sonstigen Gründen (z.B. der Verwendung sehr langer Taststifte, schlecht konditionierter Messstrategie, elastischem Bauteil) nach bestem Wissen des Verantwortlichen einer besonders großen Messunsicherheit unterliegen, werden im Messprotokoll gekennzeichnet und die Gründe hierfür gesondert erläutert.

Da die hier gemessenen Parameter nicht mit einer Messunsicherheit versehen sind, sind die Ergebnisse dieses Prüfprotokolls nicht im Sinne einer Kalibrierung zu verstehen. Das gemessene Werkstück ist deshalb nicht geeignet, als Bezugsnorm für die Rückführung weiterer Messprozesse zu dienen.

## ANHANG B

### Musteranlage zum Prüfbericht

**[Markierte Textstellen müssen durch Prüflaboratorium angepasst werden]  
(Beispiel: Messung mit optischem Koordinatenmessgerät)**

WICHTIGE ANLAGE ZUM PRÜFPROTOKOLL (optische Messung)

Die Messunsicherheit jeder Messung mit einem optischen Koordinatenmessgerät hängt von zahlreichen Einflussgrößen ab. Die wichtigsten sind:

- Geometrieabweichungen des Koordinatenmessgeräts
- Umgebungsbedingungen
- Eigenschaften der verwendeten Kamera (z.B. CCD-Kamera)
- Eigenschaften der verwendeten Optik und der Beleuchtung
- Eigenschaften der Bildverarbeitung (incl. Bildvorverarbeitung (Filter), Merkmalerkennung, Ausgleichsalgorithmen, etc.)
- Werkstoff und Oberflächenbeschaffenheit des Prüflings
- Aufspannung des Prüflings
- Messstrategie, Antaststrategie und Messfenster

Folgende Aussagen können jedoch getroffen werden:

- 1.) Die maximal zulässige Längenmessabweichung des verwendeten Koordinatenmessgeräts ist nach VDI/VDE 2617 Bl. 6.2 mit  $X \mu\text{m} + Y \cdot L^*$  angegeben (L=Messlänge). Die maximal zulässigen Antastabweichungen für Form  $MPE_{PF}$  und für Maß  $MPE_{PS}$  des verwendeten Koordinatenmessgeräts sind nach VDI/VDE 2617 Bl. 6.2 mit  $X \mu\text{m}$  und  $Y \mu\text{m}$  angegeben. Die Einhaltung dieser Spezifikation durch das Koordinatenmessgerät wird durch eine jährliche messtechnische Überprüfung verifiziert. Das Koordinatenmessgerät wird zusätzlich intern durch regelmäßige stichprobenartige Messungen gemäß VDI/VDE 2617 Bl. 6.2 sowie Messungen an einem kalibrierten Gebrauchsnormale überwacht. Tatsächlich vorhandene aufgabenspezifische Messunsicherheiten des Koordinatenmessgeräts können von dem durch die höchstzulässige Anzeigeabweichung für Längenmessungen gegebenen Wert erheblich abweichen.
- 2.) Der Prüfling wurde in einem Temperaturbereich von  $(20 \pm X) \text{ }^\circ\text{C}$  gemessen. Eine rechnerische Kompensation der thermischen Längenausdehnung des Prüflings fand statt / nicht statt. Eine rechnerische Kompensation der thermischen Längenausdehnung der Maßstabssysteme des Koordinatenmessgeräts fand statt / nicht statt.
- 3.) Die verwendete Vergrößerung und Beleuchtung sowie die Betriebs- und Umgebungsbedingungen lagen in dem durch den Messsystemhersteller zugelassenen Bereich.

Parameter, die aufgrund von technischen oder sonstigen Gründen (z.B. schlecht konditionierter Messstrategie, unzureichender Beleuchtung) nach bestem Wissen des Verantwortlichen einer besonders großen Messunsicherheit unterliegen, werden im Messprotokoll gekennzeichnet und die Gründe hierfür gesondert erläutert.

Da die hier gemessenen Parameter nicht mit einer Messunsicherheit versehen sind, sind die Ergebnisse dieses Prüfprotokolls nicht im Sinne einer Kalibrierung zu verstehen. Das gemessene Werkstück ist deshalb nicht geeignet, als Bezugsnormale für die Rückführung weiterer Messprozesse zu dienen.