

Beschreibung Verfahren st-PE-T1

Rev. 2.0

1.0 Einleitung:

Das Verfahren st-PE-T1 dient der Datenerfassung von Einzelgeometrien an Prüfteilen mit Hilfe von 3D Koordinatenmessgeräten.

Erfasst werden können die Messelemente Punkt, Linie, Ebene, Kreis, Zylinder und Kegel. Je nach Messsensor auch Profil und Oberflächenpunkt.

Das Volumen und das Messsystem des Koordinatenmessgerätes bestimmen die Größe der zu messenden Prüfteile.

Auf einem Koordinatenmessgerät können taktile und optische Messsensoren einzeln oder auch miteinander eingesetzt werden.

Die taktilen Sensoren unterscheiden sich zwei Arten von Sensoren.

Digitale (schaltende) und analoge (messende) Messsensoren.

Digitaler (schaltender) Taster:

Das Prinzip des digitalen Tasters ist eine einmalige Berührung mit der Prüfoberfläche mit sofortigen „Rücksprung“ des Tasters in Antastrichtung. Die Steuerung hält einen Messpunkt fest.

Die Messkräfte in XY-Ebene (seitlich) des Tasters sind ca. 7-8 Gramm (Herstellerangabe Renishaw) groß in Z-Richtung (Pinolenrichtung) ca. 12 Gramm (Herstellerangabe Renishaw).

Es werden Taster verwendet mit Tasterlängen von ca. 15mm bis 65mm. In besonderen Fällen können auch längere Taster erforderlich sein.

Es können Tastkugeldurchmesser von 0,8mm bis 8mm und als Sonderform bis 16mm verwendet werden.

Analoger (messender) Taster:

Ein messender Taster berührt das Prüfteil und „bleibt“ bis zur Ermittlung des Messpunktes auf der Oberfläche des Teiles. Ein Messpunkt wird dann übernommen, wenn die vorher definierte Messkraft (typisch = $0,1\text{N/mm}^2$) senkrecht auf die Oberfläche wirkt. Nur mit einem Messenden Taster ist es daher möglich die Istkrümmung einer Oberfläche an einem bestimmten Ort zu messen. (Normalenrichtung)

Es werden Taster verwendet mit Tasterlängen von ca. 15mm bis 200mm. In besonderen Fällen können auch längere Taster erforderlich sein.

Es können Tastkugeldurchmesser von 0,3mm bis 8mm und als Sonderform bis 16mm oder größer verwendet werden.

Messende Taster ermöglichen die Betriebsart „Scanning“ eines Koordinatenmessgerätes. Da jedoch für diese Betriebsart detaillierte eigene Messunsicherheiten sowie Parameter für Filter und Ausreisserelimination, Scangeschwindigkeit etc. zu ermitteln wären, bei gleichzeitigen möglichen „n-Kombinationen“ an Kurvenformen auf unterschiedlichen Oberflächen wird diese Betriebsart von scan-tec im akkreditierten Bereich nicht eingesetzt.

Ebenso werden die Modi „Selbstzentrierendes Anasten“ und „Antasten mit Messkraft NULL“ von scan-tec im akkreditierten Bereich nicht eingesetzt.

Optische Messsensoren:

Optische Messsensoren arbeiten berührungslos.

Nach dem Prinzip der Bildverarbeitung wird mit einer Videokamera ein Bild (Bildgröße = Gesichtsfeld) erfasst und in Pixel digitalisiert. Anhand der größten Farbänderungen wird der Messpunkt ermittelt (Schwellwert). Z.B. Durchlicht Weiß = kein Teil, Schwarz = Prüfteil. Der Übergang zwischen weiß und schwarz entspricht einer Aussenkante des Prüfteiles.

Bei Auflicht (Licht auf die Oberfläche des Prüfteiles) können nur Graustufen erfasst werden. Der größte Sprung innerhalb der Grauwertstufen entspricht einer Kante des Prüfteiles.

Antastungen optisch senkrecht auf die Oberfläche werden mit Hilfe des Z-Fokus durchgeführt. Es werden verschiedene Tiefenschärfe-Bereiche durch das Koordinatenmessgerät angefahren, der Bereich größter Schärfe wird als Z-Messpunkt übernommen.

Die Vorteile des Verfahrens st-PE-1 sind eindeutige Antastpunkte bei sehr guter Messunsicherheit, transparente, automatisch ablaufende und leicht editierbare Prüfprogramme.

2.0 Notwendige Ausstattung: (Koordinatenmessgerät) aktuelle Geräte gemäß Leistungsübersicht in der Prüfmitteldatenbank.

- ✓ Koordinatenmessgerät mit mind. 3 Achsen.
- ✓ Einmessnormale. (Kugelnormal bei Tastern, Lochschablone für Kameras)
die Einmessnormale werden als „Zubehör zum Messmittel“ in der Prüfmitteldatenbank als Prüfmittel geführt und soweit möglich intern oder extern überwacht.
- ✓ Messsensor (taktil (schaltend, messend) oder berührungslos Optisch (Videokamera))
- ✓ Umgebungsbedingungen: siehe Eintrag im Prüfmittelstammdatensblatt oder in der Leistungsübersicht des Prüflabors
(Blatt_B_Übersicht_Umgebungsbedingungen)

3.0 Parameter und deren Einfluss

<i>Hauptparameter</i>	<i>Einfluss</i>
Dimensionen	Anteil längenabhängige Messunsicherheit
Geometrische Beschaffenheit	Messsensor , Tasterlänge, Tastkugeldurchmesser , Vergrößerung bei Optik ... (Zugänglichkeit , Kavitäten , Messtiefe , Kammern) .
Material	Messkraft, Längenausdehnung Prüfteil, Spiegelung, Rauheit, Verformung.
Messaufgabe	Messsensor, Messstrategie, Messort Messunsicherheit,
Prüfteiltemperatur	Längenausdehnung
Pixelanzahl Kamera	Messunsicherheit
Zoomstufe	Gesichtsfeld
Schwellwert	Dimension , Messort
Tasterkonfiguration	Messunsicherheit
Winkel der Kamera zur Oberfläche/Kante des Prüfteiles	Messunsicherheit
Tastkugeldurchmesser	Kugelradiuskompensatin, Messunsicherheit , „Filter“

<i>Nebenparameter</i>	<i>Einfluss</i>
Fixierung / Vorrichtung	Bestimmung Bezugssystem, Teileverzug
Tolerierungsgrundsatz	Messstrategie
Toleranz	Messstrategie, Messsensor
Sauberkeit	Dimension, Messunsicherheit
Luftfeuchtigkeit	Bei Material Kunststoff: Dimension , Teileverzug, Dicke

4.0 Ablauf:

4.1 Vorbereitung:

4.1.1. Prüfplanung:

Die Prüfplanung beginnt mit der Analyse der Messaufgabe in den Punkten:

Analyse Tolerierungsgrundsatz. (DIN ISO 8015 (Unabhängigkeitsprinzip) oder DIN7167 (Hüllbedingung ohne Zeichnungseintrag)). Welcher Tolerierungsgrundsatz anzuwenden ist, steht in den Kopfdaten des PABL. (Prüfablaufplans)

Toleranzanalyse - Prüfung auf Eignung Messsystem und Messsensor. (Prozedur gemäß Internen Regeln zur Vermessung) ; prüfen auf Vorgaben im Prüfablaufplan.

Bezugssysteme - Welche Messelemente sind Bezugselemente ; prüfen auf Vorgaben im Prüfablaufplan.

Aufspannung , Fixierung Zugänglichkeit zu den Merkmalen ;prüfen auf Vorgaben im Prüfablaufplan.

Zugangsrichtung - Taster Auswahl , erforderliche Tasterlängen.

Tasterlängen > 65mm an taktil schaltenden Messsensoren und > 200mm bei taktil messenden Messsensoren erfordern eine zusätzliche Messunsicherheitsbetrachtung für diesen Taster. Die Messunsicherheitsermittlung wird

Auf die Verwendung solcher „langer“ Taster ist im Prüfbericht für die damit ermittelten Maße durch den Messtechniker entsprechend hin zu weisen.

Merkmalserfassung - welche Messelemente müssen erfasst (gemessen werden). (Prozedur gemäß Internen Regeln zur Vermessung) ; prüfen auf Vorgaben im Prüfablaufplan.

Merkmalsverknüpfung - welche Messelemente müssen konstruiert oder abgeleitet werden.

4.1.2 Reinigung:

Das Prüfteil muss die folgenden Bedingungen erfüllen.

Sauberkeit. (keine Späne, Krusten , Staub , Schmutz, Ölschicht)

Der Messtechniker hat dies vor Beginn der Messung/en durch Sichtkontrolle zu prüfen.

4.1.3 Präparation:

Prüfen:

Temperatur Prüfteil mit Temperatursensor „T1“ von Datenlogger kontrollieren.

Zulässiger Temperaturbereich Prüfteil:(19°C-21°C).

Die Einhaltung der Akklimatisierungszeit von mind. 16 Stunden ist ebenfalls durch Sichtkontrolle auf entsprechenden Eintrag durch den Prüflaborleiter im Internen Auftrag durch den Messtechniker zu prüfen.

4.2 Durchführung:

Die Vorgang beginnt mit dem Einmessen jeweils mit Standardroutine des Messgerätes.

- Bei Tastern am Kugelnormal.
- Bei optischen Sensoren an Lochplatte.
- Bei gemeinsamer Verwendung Taster und optischer Sensor je nach Systemroutine des Prüfmittelherstellers.

Auswahl Taster:

Der Taster ist so stabil wie möglich und so kurz wie nötig zu wählen.

Die maximal zulässige Tasterlänge gemäß Punkt 4.1.1 soll nicht überschritten werden.

Ein tangentialer Abstand des Kugelradius zum Tasterschaft kleiner als 0,15mm ist nicht zu zulässig. (Gefahr von Schaftantastungen). Wenn erforderlich ist daher ein anderer Anstellwinkel des Tasters zur Oberfläche einzustellen.

Alle Taster und Sensoren sind vor der eigentlichen Messung von Teilen in einem Durchgang einzumessen.

Wird bei der Durchführung der Messung ein zusätzlicher noch nicht eingemessener Taster benötigt, darf dieser nicht einzeln eingemessen werden.

Es sind immer alle Taster/Messsensoren in einem Durchgang zu einzumessen.

Nach dem Einmessen sind die Radien der Tastkugeln durch den Messtechniker auf Plausibilität zu prüfen sowie die Tasterlängen und ein Systemlisting der Tasterparameter dem Auftragspapieren hinzuzufügen.

Plausibilitätstest:

1) Die ermittelten Radien der Tastkugeln sollten im Standardfall kleiner als die nominellen Tasterradien sein.

2a) Für messende Tastsysteme:

Der Wert der Abweichung nomineller Tastkugelradius zu ermittelten Tastkugelradius darf nicht größer sein als der Anteil „T-TmeTaster“ des jeweiligen Prüfmittels. (Hinterlegt in Stammdatenblatt Prüfmittel).

2b) Für schaltende Tastsysteme:

Der Wert der Abweichung nomineller Tastkugelradius zu ermittelten Tastkugelradius darf nicht größer sein als der Anteil fünffache Wert „T-TmeTaster“ des jeweiligen Prüfmittels. (Hinterlegt in Stammdatenblatt Prüfmittel).

Hinweis:

Die verwendeten Rubinkugeln der Tasterhersteller sind in der Herstellung auf +/- 1µm vom nominellen Tasterdurchmesser und max. 0,3µm in der Rundheit abweichend.

Fixierung Prüfteil:

Das Prüfteil muss sich in einer definierten und fixen Lage auf dem Messtisch des Messgerätes befinden. Es muss sichergestellt werden, dass die Lage des Prüfteiles während der Prüfung auf dem Messtisch nicht verändert werden kann.

Vom Messtechniker sind folgende Punkte daher sicherzustellen:

Es sind die Vorgaben des Prüfablaufplans zu beachten.

Nur magnetisch fixieren wenn Zweifelsfrei feststeht, dass kein Schaden dadurch entsteht (z. B. Verformung, bleibende Magnetisierung).

Fixierung nur an stabilen, eindeutigen oder abgestimmten Punkten mit Hilfe von Parallel-Präzisionsschraubstöcken, universellen Aufpannhilfen (z.B. „Witte“) oder durch Kleben mit Heißkleber oder Sekundenkleber.

(Achtung - Verwendung von Sekundenkleber entspricht zerstörender Prüfung ; Dafür wird die Kundenfreigabe (Vermerk siehe PABL) benötigt.

Sämtliche Klebereste müssen nach der Prüfung wieder entfernt werden können.

Darauf achten, dass alle Messpunkte vom jeweiligen Messsensor erreicht werden können.

Es folgt die Analyse des Messumfangs.

Die Messung beginnt mit dem Einmessen des Bezugssystems (Koordinatensystem)

Das Bezugssystem muss in der Priorität so gewählt werden:

- gemäß Kundenvorgabe wenn vorhanden.
- gemäß Prüfablaufplan wenn speziell definiert
- gemäß Zeichnungsvorgabe wenn vorhanden.
- geeignetes Messelement selbst bestimmen. (eng toleriertes Messelement z.B. ISO Passmass, großflächig, stabil)

Das verwendete Bezugssystem (3-2-1 , Best-Fit, 6-Punkte, RPS)ist zu dokumentieren.

Das Koordinatensystem ist auf der Zeichnung einzutragen und auf scan-tec eigener Dokumentationsvorlage zu dokumentieren.

Für die Erfassung der Messelemente bzw. der Auswahl der Mess- und Auswertestrategie gelten je nach Tolerierungsgrundsatz die „Internen Regeln zur Vermessung“ gemäß QM-WB QSV5.04 (migeltende Unterlagen).

Grundsätze bei der Verwendung von Tastern:

- keine Antastung scharfer Kanten mit Kugeln -> Verwendung Zylindertaster.
- Antastung der Oberfläche des Prüflings bei Punkten immer aus Normalenrichtung.
- Taster sind jeweils so kurz zu wählen wie notwendig.
- Kohlefaserverlängerungen sind nur bei Längen ab 40mm zulässig.
- Wird ein Wert von 0,15mm Abstand vom Kugelradius zum Radius des Taststiftes bzw. dessen Verlängerung unterschritten, ist der Taster einzuschwenken um Fehlantastungen zu vermeiden.
- Messpunkte werden nicht gefiltert.
- Bei der Datenerfassung werden keine Ausreisser eliminiert.

Grundsätze bei der Verwendung von optischen Messsensoren:

- Auswertungen im Schwarz-Weiß-Modus sind Auswertungen im Grau-Wert-Modus vorzuziehen.
- Der Kamerawinkel zur Messebene des Messelementes sollte immer 90° betragen.
- Die Helligkeit bei den Lichteinstellungen auf ein Minimum einstellen um Reflexionen und Überstrahlung von Kanten zu vermeiden.
- Immer mit der kleinst-möglichen Zoom-stufe arbeiten.
- Wechsel der Zoom-stufen vermeiden.
- Evtl. mehrmalige Berechnung des Messelements starten um Wiederholbarkeit des Prüfergebnisses einschätzen zu können.

Nach der Messung des Messelements ist die dazugehörige Toleranz zu bestimmen und zu zuordnen. Die Auswahl erfolgt in der Reihenfolge:

- gemäß Kundenvorgabe wenn vorhanden
- gemäß Prüfablaufplan wenn speziell definiert
- gemäß Zeichnungsvorgabe wenn vorhanden.
- gemäß scan-tec internen Regeln zur Tolerierung wenn keine Normtoleranz existiert

Sämtliche gewonnenen Prüfergebnisse sind durch den Messtechniker auf Plausibilität zu testen.

Verhalten bei Abweichungen:

Fehlerhafte Prüfergebnisse werden durch einen Kollegen auf Plausibilität geprüft, fehlerhafte Prüfergebnisse größer als die vorgegebene Plausibilitätsgrenze des Internen-Auftrages müssen durch den Vorgesetzten bestätigt werden.

Achtung:

scan-tec tätigt keine Konformitätsaussagen.

Es wird lediglich ein Messwert gemäß dieses Prüfverfahrens ermittelt, eine Toleranz zugeordnet und Abweichungen zum Sollwert bzw. Toleranzüberschreitungen berechnet.

Kein Mitarbeiter der scan-tec GmbH ist berechtigt, befugt noch angehalten eine Erklärung über die Konformität des Prüfteiles abzugeben.

Dokumentation: (nur interne Dokumentation)

Anforderungen an das Messprotokoll:

- Mindestangaben der Kopfdaten (Interne Auftragsnummer, Prüfer, Seriennummer Prüfteil, wenn vorhanden Nestnummer, Prüftemperatur und Prüfmittelnummer).
- Dem Prüfergebnis ist eine Textbezeichnung „Mpos“ zu zuordnen, die sicherstellt, dass das Maß im Messprotokoll der Zeichnung zugeordnet werden kann. Das Maß (auf einer Kopie) der Zeichnung ist ebenfalls mit einem Bemusterungsmarker mit gleicher „Mpos“ zu kennzeichnen. Die Kopie wird dadurch zur „Messlegende“.
- Das Ende des Messprotokolls ist mit dem Zusatz „Messprotokoll ENDE“ zu kennzeichnen.
- Die Konvention zur Dateinamensvergabe und Dateispeicherort ist gemäß QSA003 durchzuführen.

4.3 Abschluss

Projektverzeichnis gemäß QSA003 sichern. (Messprogramm, Aufspannung, Rohergebnisse, Sonstige Daten)
Daten auf dem Arbeitsrechner löschen.
Unterschrift des Prüfers bei Abschluss der Arbeitsfolge auf Prüfablaufplan.
Daten mit Auftragsmappe an Prüflaborleiter weiterleiten.

4.4. Behandlung des Prüflings nach der Messung

Zuordnung Prüfteil zu Messprotokoll sicherstellen durch Kennzeichnung/Prüfung der Kennzeichnung am Prüfteil.
Handhabung der Prüfteile nach QSV5_08.

4.4. Ergebnis:

Messprotokoll als Datenfile im ASCII-Format.
Messlegende.

5.0 Messunsicherheiten.

Die Ermittlung der Exemplarisch ermittelten erweiterten Messunsicherheiten U_{eee} mit Vertrauensniveau von 95% (K=2) erfolgte nach QSA004.

Die QSA004 berücksichtigt die Empfehlungen der Ermittlung von Messunsicherheiten

- aus GUM
- aus DKD3
- aus Beiblatt1 DIN EN ISO 14253-1 (PUMA-Methode).

Die ermittelten Werte und die berücksichtigten Parameter sind in dem aktuell, dem Verfahren zugeordneten Prüfmitteln hinterlegt und können daher in der Prüfmitteldatenbank (Stammdatenblatt des Prüfmittels , sowie Leistungsübersicht) eingesehen werden.

Im Prüfbericht ist die Messunsicherheit U_{eee} für jedes verwendete Prüfmittel anzugeben.

Die Angabe der Messunsicherheit U_{eee} ist ein Standardwert für ein exemplarisches Werkstück. Der wahre Wert der Messunsicherheit einer Messung kann vom Standardwert erheblich abweichen und ist durch Prozessuntersuchungen an mindestens 25 Teilen oder mathematischen Modellen zu bestimmen. Dies ist durch den Kunden gesondert in Auftrag zu geben. Das Vorgehen ist mit dem Kunden abzustimmen.

6.0 Rückführbarkeit:

Die Koordinatenmessgeräte wurden vom Hersteller gemäß den Anforderungen der jeweiligen DIN ISO 10360, VDI 2627 oder CMMa unter Einsatz von DKD/PTB kalibrierten Normalen abgenommen.

Die verbindliche Spezifikation zur Messmittelgenauigkeit ist dem Prüfmittelstammdatenblatt zu entnehmen.

Das Abnahmeverfahren und die Rückführung sowie dessen Dokumentation sind in der Datenbank des Prüfmittels hinterlegt und können dort eingesehen werden. (Wenn zu umfangreich dann als Schriftstück beim Prüflaborleiter hinterlegt.)

Für alle Prüfmittel die diesem Prüfverfahren zugeordnet sind, ist die Nummer des massgeblichen Gegenstandes der zur Rückführung auf nationale Normale benötigt wird im Prüfmittelstammdatenblatt (Datenfeld: Rückführung), sowie im Prüfbericht mit anzugeben.

7.0 Validierung des Prüfverfahrens.

Einmal zu Beginn bei Teilnahme des Prüfmittels an diesem Prüfverfahren und danach jeweils nach einer Werkskalibrierung ist eine Validierung des Prüfmittels durch die Prüfung eines weiteren Prüfkörpers bekannter Größe (von Dritten ermittelt) durchzuführen um durch eine diese Überprüfung (Validierung) die ermittelten Abweichungen in zu verifizieren.

Eine Validierung gilt als erfolgreich, wenn der maximal zulässige Wert für die Differenz aus den von scan-tec ermittelten Abweichungen zu den von Dritter Seite ermittelten Abweichungen die Herstellerangabe zur Genauigkeit des Prüfmittels nicht überschreitet.

Die Beschreibung des Vorgangs der Validierung sowie eine Datei mit den ermittelten Abweichungen ist im Prüfmittelstammdatenblatt hinterlegt.

8.0 Zwischenprüfungen

Periodische interne Zwischenprüfungen mit hauseigenen DKD-Normalen oder Gebrauchsnormalen überwachen und sichern die messtechnische Rückführbarkeit.

Die Zwischenprüfungen gleicher Messsensoren verlaufen gleich. Dadurch wird sichergestellt, dass die Ergebnisse verschiedener Prüfmittel miteinander verglichen und auf Plausibilität geprüft werden können.

Es werden jeweils die 3 massgeblichen Parameter zur Berechnung der exemplarisch ermittelten erweiterten Messunsicherheit U_{ext} bei der Zwischenprüfung überwacht. (T-Länge_abw , T-MeTaster , T-MeSensor).

Anweisungen zu Umfang und Art der Zwischenprüfungen sind als Prüfpläne dem Prüfmittel zugeordnet und können im Prüfmittelstammdatenblatt eingesehen werden.

Die Ausführung der Zwischenprüfung ist auf dem jeweiligen ausgedruckten Prüfplan durch Unterschrift von Messtechniker und Prüflaborleiter sowie als EDV-Eintrag im Lebenslauf des Prüfmittels in der Prüfmitteldatenbank zu dokumentieren.

9.0 Mitgeltende Unterlagen

- Prüfmittelstammdatenblätter
- Leistungsübersicht Prüflabor
- Bedienungsanleitungen der Koordinatenmessgeräte.
- Übersicht: Normale der scan-tec GmbH (Prüfmitteldatenbank -> Normale)
- QSV5-04
- QSA003
- QM-Web in der jeweiligen aktuellen Fassung.
- Beiblatt1 DIN EN ISO 14253-1

10.0 Verwendete Begriffe

Begriff	Erklärung
PABL	Prüfablaufplan. (wird im Intranet gemäß Vertragsumfangs vom Leiter SE erstellt)
Bezugssystem 3-2-1	Ausrichtung des Baueiles in der Reihenfolge-Transformation Raum, Drehen Ebene, Nullpunkt. Das Koordinatensystem ist innerhalb der Messunsicherheit reproduzierbar.
Bezugssystem RPS	Ausrichtung des Baueiles mittels Referenz-Punkte-System. (z.B. VW-Norm 1055) 6 Punkte die definiert die Freiheitsgrade und die Sollkoordinaten der Ausrichtung definieren. Die Referenzpunkte besitzen mind. 1 Koordinate die exakt dem nominiellen Wert entspricht. Das Koordinatensystem ist innerhalb der Messunsicherheit reproduzierbar.
Bezugssystem 6-Punkte	Ausrichtung des Bauteiles mittel 3D-Best-Fit über 6 beliebige/definierte Referenzpunkte. Jeder Messpunkt kann jedoch Abweichungen in allen Koordinaten enthalten. Das Koordinatensystem ist nicht sicher reproduzierbar.
Bezugssystem 3D-Best-Fit	Ausrichtung des Bauteilesm mittels 3D-Best-Fit. (Best-fit = Die Lage des Bauteiles im Raum wird so lange verändert, bis die Summe der Abstandsquadrate die kleinste ist. Das Koordinatensystem ist nicht sicher reproduzierbar.
Ueee	Exemplarisch ermittelte erweiterte Messunsicherheit.

T-Länge_abw	Anteil an Ueee einer Längenabweichung ermittelt an typischer Massverkörperung.
T-MeTaster	Anteil an Ueee von Längenabweichungen, bei Verwendung von Mehrfachtastern bzw. verschiedener Taststellungen.
T-MeSensor	Anteil an Ueee von Längenabweichungen, bei gleichzeitiger Verwendung von verschiedenen Messsensoren.

Erstellt: Michael Kellner 03.02.2005
Geprüft: Günter Ettlinger 09.02.2005
Freigegeben: Michael Kellner 10.02.2005