



Steinbeis-Beratungszentrum
Konstruktion. Werkstoffe. Normung.

Seminarprogramm

Maß-, Form- und Lagetoleranzen

Vertiefungsseminar mit Praxisanwendungen

Seminarleitung:
Prof. Dr.-Ing. Volker Läpple

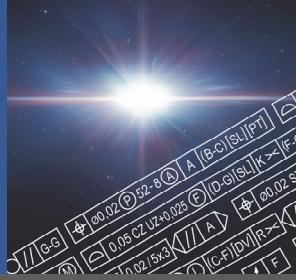
Veranstaltungsort:
 Inhouse-Seminar
 Weltweite Durchführung möglich
 Termine nach Vereinbarung

Seminarsprache:
Deutsch oder Englisch

NEU
Grundlegendes Verständnis der Logik und richtige Anwendung der geom. Produktspezifikation

Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden



Seminar GPS-ADV Inhouse

ZUM THEMA

Die weltweite betriebliche Einführung des GPS-Normensystems der ISO (Normen für die Spezifikation und Verifikation geometrischer Merkmale) schreitet mit großen Schritten voran. Das Normenwerk für eine geometrisch und funktionell eindeutige Produktdefinition wird zwischenzeitlich millionenfach in der Konstruktion/ Entwicklung sowie in der Qualitätssicherung zur Beschreibung und Überprüfung der funktionellen Anforderungen vorteilhaft genutzt und ist heute für eine moderne, kostenoptimierte Produktentwicklung, Produktion und Qualitätssicherung unverzichtbar.

In Konsequenz einer fortschreitenden globalen Zusammenarbeit, zunehmenden Outsourcings der Produktion und Steigerung der Komplexität der Produkte, wird auch das **GPS-Normenwerk der ISO komplexer**. Es kommen neue "Werkzeuge" und Regeln hinzu, während sich bekannte Konzepte, Prinzipien und Regeln verändern.

Seit einigen Jahren wurden mit der Einführung der neuen ISO 17450-3:2016, ISO 14405-1:2016, und -3:2016, ISO 1101:2017, ISO 1660:2017, ISO 5458:2018, u.v.m. die GPS-Standards zur geometrischen Tolerierung nicht nur erheblich erweitert, sondern es fanden auch eine Reihe **weitreichender Veränderungen** statt, die sowohl in der Konstruktion/Entwicklung als auch in der Qualitätssicherung/Messtechnik zwingend beachtet werden müssen. So werden beispielsweise als Folge einer fortschreitenden Digitalisierung sowohl in der Produktentwicklung als auch in der Messtechnik, heute im Wesentlichen nur noch die funktionellen Anforderungen beschrieben. Die klassische "Zeichnung" hat selbst nur noch untergeordnete Relevanz, so kann z. B. seit der Einführung von ISO 1101:2017 die Zeichen-/Projektionsebene, die Richtung von Hinweislinien, u.v.m nicht mehr für die Deutung von Toleranzinformationen herangezogen werden. Stattdessen stehen neue Werkzeuge (Modifikatoren) im GPS-Normensystem der ISO zur Verfügung.

Den meisten Konstruktionszeichnungen liegt jedoch noch immer ein „Toleranzmanagement“ zugrunde, das aus den 1970er, allenfalls den 1980er-Jahren stammt. Diese Zeichnungen sind heute im globalen Wettbewerb und im Umfeld einer modernen, digitalen Produktentwicklung und Messtechnik meist unbrauchbar. Während Mängel dieser klassischen Zeichnungen

bei einem hohen Eigenfertigungsanteil oder bei einem Zeichnungsaustausch mit angestammten Lieferanten kaum negativ in Erscheinung treten, können bei einem Lieferantenwechsel unerwartete Probleme auftreten: unnötig hoher, kosten- und zeitintensiver Abstimmungsbedarf, Qualitätsmängel durch Fehlinterpretationen, vermeidbare Fertigungs- und Prüfkosten durch funktionell nicht gerechtfertigte „Angsttoleranzen“ und letztlich - wie die Erfahrung zeigt - auch ein unkalkulierbares Produkthaftungsrisiko. Allen Verantwortlichen muss letztlich klar sein: **Tolerierungsfehler sind Konstruktionsfehler!**

Das GPS-Normensystem der ISO ist bereits heute eines der **größten Normenprojekte der ISO** und eines der **komplexesten Normensysteme der mechanischen Technik**. Um die geometrischen Werkzeuge richtig anzuwenden, bedarf es nicht nur konstruktiver Erfahrung, sondern auch fundiertes Wissen über die Vielzahl an "Default-Regeln", Modifikatoren sowie messtechnischen Fachkenntnissen und letztlich ein nicht unerhebliches Maß an Abstraktionsvermögen. Eine weitere Herausforderung bei der Anwendung der ISO-GPS-Standards ergibt sich im Zusammenspiel der unzähligen Werkzeuge und Regeln, mit Blick darauf, die Funktionsanforderungen möglichst optimal, d. h. funktions-, prüf- und kostengerecht abzubilden und dabei die begrenzten messtechnischen Möglichkeiten nicht aus dem Blick zu verlieren.

Geometrisches Tolerieren und somit die funktionsgerechte Produktbeschreibung ist letztlich ein **Blockieren oder Freigeben von Freiheitsgraden** zwischen den Situationselementen des Bezugs bzw. Bezugssystems und dem/den Situationselement(en) des tolerierten Nenngeometrieelements. Werden diese, prinzipiell sehr einfachen geometrischen Regeln nicht grundlegend verstanden, dann führt dies letztlich zu einer unbrauchbaren, d. h. nicht funktions-, prüf- und kostengerechten Produktspezifikation.

Mit dem Vertiefungsseminar wollen wir Ihnen einerseits tiefere Einblicke in die Logik der geometrischen Tolerierung geben und Wege zur Kostenreduktion aufzeigen und andererseits die wichtigsten GPS-Werkzeuge, die in der Kürze eines Basisseminars nicht ausreichend besprochen werden können, anhand konkreter **Praxisbeispiele** näherbringen.

Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden

Seminar GPS-ADV Inhouse

ZIELE des Vertiefungsseminars

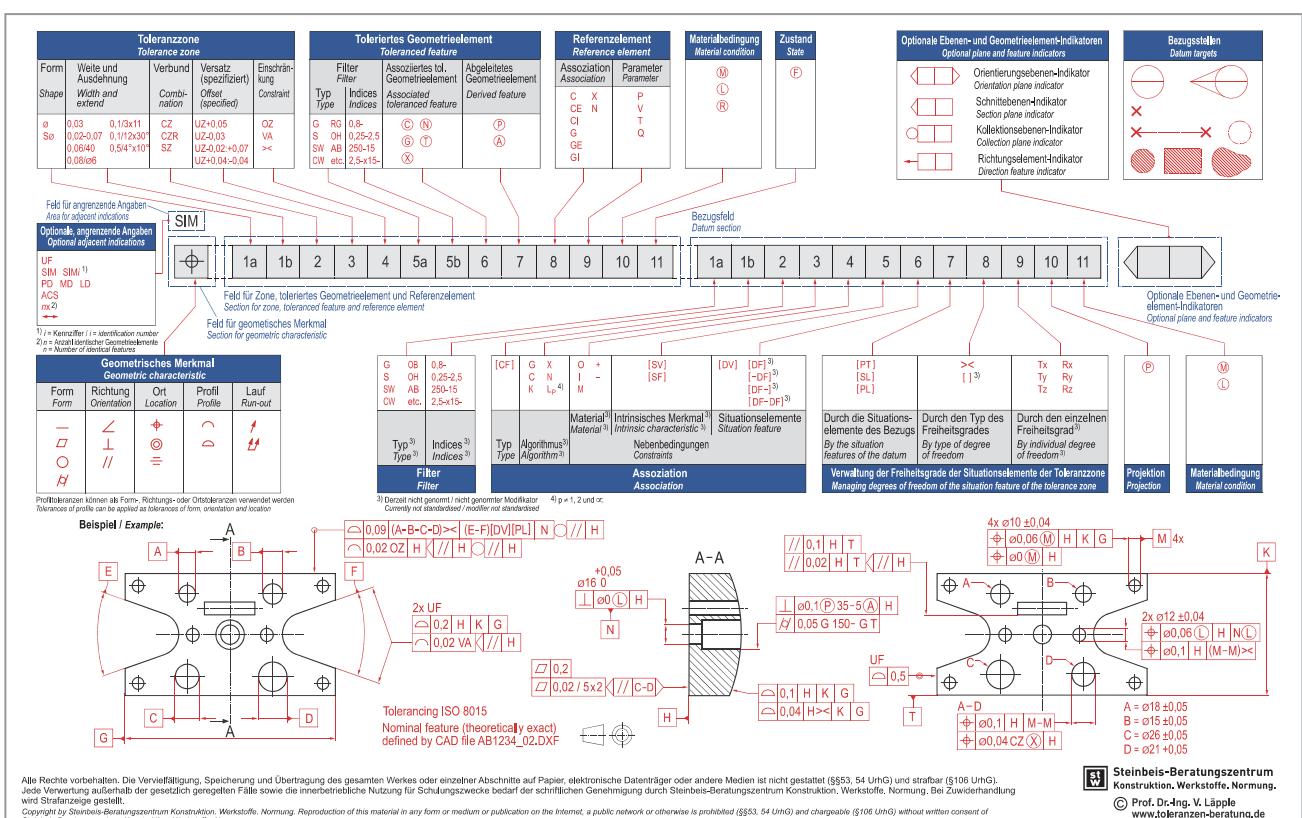
Das Vertiefungsseminar zu "Form- und Lagetoleranzen" baut auf dem Basisseminar auf. Neben einer Wiederholung der wichtigsten Inhalte des Basisseminars sowie der Klärung von Teilnehmerfragen, werden die wichtigsten neuen „GPS-Werkzeuge“ der ISO für eine funktions-, prüf- und kostengerechte geometrische Tolerierung besprochen. **Besonderer Wert wird auf mögliche Anwendungen** dieser Werkzeuge zur **Lösung von typischen Funktionsanforderungen** gelegt. Schwerpunkte sind hierbei unter anderem ISO 1101:2017, ISO 1660:2017, ISO 5458:2018 und ISO 5459 sowie ISO/DIS 5459.2:2017.

Nach dem Besuch des Seminars wird es Ihnen möglich sein, die **elementare Logik der geometrischen Tolerierung**, insbesondere der unverzichtbaren Richtungs- und Ortstolerierung, **vollumfänglich zu verstehen**. Tolerierungsfehler, die bislang unentdeckt geblieben sind, sollten damit der Vergangenheit angehören.

Dementsprechend ist ein wichtiger Seminarschwerpunkt der richtige Aufbau und das Verständnis **komplexer Bezugssysteme** in Zusammenhang mit einer **funktionsorientierten Richtungs- und Ortstolerierung**.

Ein weiterer Schwerpunkt des Seminars ist die ausführliche Besprechung der **Maximum-Material-Bedingung (MMR)**, einem - bei richtiger Verwendung - wertvollen Werkzeug zur Reduzierung der Produktions- und ggf. der Prüfkosten. Ein Blick auf die seltener eingesetzte **Minimum-Material-Bedingung (LMR)** sowie die **Reziprozitätsbedingung (RMR)**, einschließlich **Praxisbeispiele** und **Anwendungstipps**, runden dieses Seminar ab.

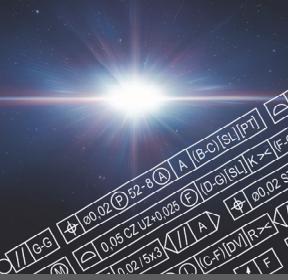
Abschließend werden noch sinnvolle Möglichkeiten zur **Einbindung digitaler CAD-Datensätze**, Regeln zum Nachweis der Konformität bzw. Nicht-Konformität mit Spezifikationen (ISO 14253-1) sowie die wissenswerten Inhalte der neuen ISO 17450-3:2016 besprochen.



Übersicht der wichtigsten ISO-GPS-Werkzeuge für eine funktions-, fertigungs-, prüf- und kostengerechte geometrische Tolerierung. Die Bedeutung sowie die richtige Anwendung werden anhand von praktischen Beispielen im Seminar besprochen.

Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden

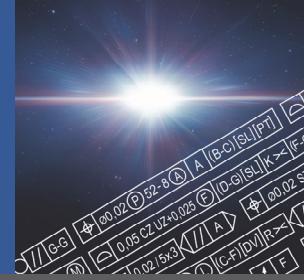


Seminar GPS-ADV Inhouse

IHR NUTZEN - Sie lernen in diesem Seminar:

- die elementare Logik der dimensionellen und geometrischen Tolerierung vollumfänglich zu verstehen,
- die wichtigsten Werkzeuge zur dimensionellen und geometrischen Tolerierung, die mit Einführung der neuen ISO-GPS-Normen ISO 17450-3:2016, ISO 1101:2017, ISO 1660:2017, ISO 5458:2018 und ISO 5459, u. v. m., zur Verfügung stehen werden, verstehen und richtig anwenden,
- die Grenzen und Lücken der aktuellen GPS-Normen der ISO kennen,
- die Bedeutung und funktionsgerechte Anwendung der wichtigsten Modifikatoren für lineare Größenmaße kennen. Insbesondere werden im Seminar auch neue Modifikatoren, wie zum Beispiel das Minimax- (Tschebyschew) Größenmaß besprochen und als Grundlage für Toleranzrechnungen sowie als Alternative zur Hüllbedingung (Kostenreduktion) vorgestellt,
- den Unterschied zwischen Winkelgrößenmaßen und Winkelabständen kennen. Das Zweeilinien-Winkelgrößenmaß (Standard-Spezifikationsoperator für Winkelgrößenmaße mit Einführung von ISO 14405-3) wird erklärt und die Bedeutung sowie die funktionsgerechte Anwendung von Modifikatoren besprochen,
- auf welche Weise Toleranzzonen modifiziert werden können, um Funktionsanforderungen richtig zu beschreiben. Beispiele sind die spezifiziert versetzte Toleranzzone (UZ) für die Abbildung bestimmter Fertigungsprozesse oder die für Dichtflächen nützliche unspezifiziert versetzte Toleranzzone (OZ),
- die Notwendigkeit und die richtige Anwendung von Elementgruppenspezifikationen (CZ-, CZR-, UF- und SIM-Modifikatoren) unter Berücksichtigung des elementaren Grundsatzes der Unabhängigkeit (ISO 8015),
- den Einfluss des Referenzelements auf den Messwert einer Formabweichung kennen und zugehörige Messergebnisse richtig zu interpretieren,
- alternative Tolerierungsmöglichkeiten für die Zylindrizität und somit eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung von Fertigungskosten kennen,
- komplexe Bezugssysteme funktions-, fertigungs- und prüfgerecht festzulegen. Insbesondere werden die unterschiedlichen Assoziationsverfahren für Bezüge in Abhängigkeit besonderer geometrischer Eigenschaften des gefertigten Bauteils aufgezeigt,
- die vielfältigen Möglichkeiten, Freiheitsgrade zwischen Bezug und toleriertem Nenngeometrieelement mit Hilfe von Modifikatoren auf Basis von ISO 5459 richtig zu "verwalten" und Funktionsanforderungen möglichst exakt zu beschreiben,
- unbrauchbare und fehlerhafte Bezüge und Bezugssysteme zu erkennen und zu korrigieren,
- die Unterschiede der Interpretation von Bezugssystemen zwischen ISO GPS und ASME Y14.5,
- die vielfältigen Möglichkeiten und die praxisgerechte Anwendung von Elementgruppenspezifikationen (neue ISO 5458:2018) kennen und zur Lösung - auch komplexer - konstruktiver Anforderungen richtig anzuwenden,
- die richtige Anwendung allgemeiner geometrischer Spezifikationen, einschließlich der Einbindung von digitalen CAD-Datensätzen als Ersatz für eine lückenhafte Tolerierung auf Basis veralteter Allgemeintoleranznormen (wie z. B. ISO 2768-1 und -2) kennen,
- die Maximum-Material-Bedingung (MMR) als Instrument zur Toleranzerweiterung und Kostenreduktion zu verstehen und richtig anzuwenden. Die Anwendungsgrenzen werden aufgezeigt,
- die wichtigsten "Default"-Regeln und Regeländerungen, die mit der Einführung der neuen ISO-GPS-Normen in den vergangenen Jahren stattgefunden haben und stattfinden werden,
- anhand einer Vielzahl von Beispielen, die praxisgerechte Anwendung sämtlicher Aspekte der dimensionellen und geometrischen Tolerierung auf Basis der neuen ISO-GPS-Normen kennen.

Alle Seminarteilnehmer erhalten einen exklusiven Zugang zum Kundenbereich unserer Homepage unter www.toleranzen-beratung.de/downloads/kundenbereich/ mit vielen nützlichen und aktuellen Informationen, Tipps und Beispielen. Damit bleiben Sie stets auf dem aktuellen Stand und werden über wichtige Normänderungen sofort informiert.



Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden

Seminar GPS-ADV Inhouse

INHALTE des Vertiefungsseminars

Themenbereich 1: Wiederholung der wichtigsten Themen aus dem Basisseminar

- Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Das GPS-Matrixmodell (ISO 14638:2015)
- Operatorkonzept und Spezifikationsoperatoren (ISO 17450-2:2013)
- Grundlegende Konzepte, Prinzipien und Regeln auf Basis von ISO 8015:2011
- Dimensionelle Tolerierung (Maßtolerierung) – Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen
- Grundlagen der geometrischen Tolerierung (Symbolik, Begriffe, Visualisierung, Toleranzzonen, TED-Maße)
- Form-, Richtungs-, Orts- und Laufspezifikationen
- Bezüge und Bezugssysteme: Einzelbezüge, gemeinsame Bezüge und Bezugssysteme
- Mehrdeutigkeit von Allgemeintoleranznormen und eindeutige geometrische Spezifikationen
- Nicht formstabile Teile und projizierte Toleranzzone

Themenbereich 2: Dimensionelle Tolerierung (Maße und Maßtolerierung)

- Die wichtigsten Modifikatoren für lineare Größenmaße zur Beschreibung des Typs eines linearen Größenmaßmerkmals (ISO 14405-1:2016): Auswahl, Eintragung, Interpretation, Anwendung und Beispiele
- Das Minimax- (Tschebyschew) Größenmaß als Grundlage für Toleranzrechnungen und als Alternative zur Hüllbedingung (Kostenreduktion)
- Richtige (funktionsgerechte) Anwendung der Modifikatoren ACS, ALS und SCS, Anwendungsbeispiele
- Lokale Größenmaße (u. a. Zweipunkt- und sphärisches Größenmaß, berechnetes Größenmaß, Querschnitts- und Teilbereichsgrößenmaß), globale Größenmaße (direkt, indirekt, berechnet), Kombinationen aus lokalem und globalem Größenmaß (Hüllbedingung), Anwendungsbeispiele
- Vereinigtes Größenmaßelement (UF) und gemeinsame Toleranz (CT)
- Notwendigkeit und richtige Anwendung von Schnittebenen- und Richtungselemente-Indikatoren
- Hüllbedingung und „rule #1“ (ASME Y14.5-2018)
- Winkelgrößenmaße (ISO 14405-3:2016): ZweiLinien-Winkelgrößenmaß (ISO-Default-Spezifikationsoperator), Modifikatoren für Winkelgrößenmaße (z. B. LG, GG, GC) und Rangordnungs-Winkelgrößenmaße, Beispiele

Themenbereich 3: Toleranzzonen

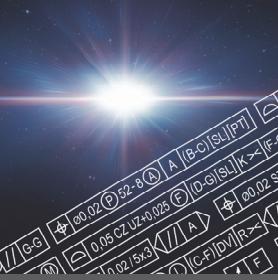
- Toleranzzonendefaults
- Spezifikation einer linear variablen Toleranzzonenweite
- Toleranzzone mit spezifiziertem Versatz (UZ), Interpretationsunterschiede zwischen ISO GPS und ASME Y14.5:2018
- Toleranzzone mit nicht spezifiziertem Versatz (OZ), Anwendungen (z. B. für Dichtflächen)
- Default-Festlegungen, Regeländerungen, Orientierung der Toleranzzone, Orientierungsebenen-Indikator und Richtungselemente-Indikator, Beispiele

Themenbereich 4: Formspezifikationen

- Besondere Spezifikationselemente für Form (u. a. GT, GV, GP, GQ), Anwendungsbeispiele
- Geradheit von Linienelementen einer Ebene, Schnittebenen-Indikator
- Kenngrößen der Geradheit nach ISO 12780-1 (STRt, STRp, STRv, STRq) und Referenzgeraden (LSLI und MZLI), Default-Spezifikationsoperator für Geradheit

Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden



Seminar GPS-ADV Inhouse

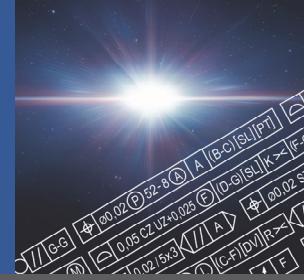
- Kenngrößen der Ebenheit nach ISO 12781-1 (FLTt, FLTp, FLTv, FLTq) und Referenzebenen (LSPL und MZPL), Default-Spezifikationsoperator für Ebenheit, Ebenheitsmessung
- Rundheit von Rotationsflächen (z. B. Kegel), Richtungselement (ISO 1101:2017)
- Kenngrößen der Rundheit nach ISO 12181-1 (RONt, RONp, RONv, RONq) und Referenzkreise (LSCI und MZCI), Auswirkung der Wellenzahl je Umdrehung (UPR) auf das Messergebnis (Filterung)
- Default-Spezifikationsoperator für Rundheit, Rundheitsmessung
- Kenngrößen der Zylindrizität nach ISO 12180-1 (CYLt, CYLp, CYLv, CYLq) und Referenzylinder (LSCY und MZCY), Default-Spezifikationsoperator für Zylindrizität
- Verminderung der Fertigungskosten durch Vermeidung der Spezifikation von Zylindrizität - Alternative Tolerierungsmöglichkeiten
- Linien- und Flächenprofilspezifikation ohne Bezüge (ISO 1660:2017), Kollektionsebenen-Indikator
- Spezifikation eingeschränkter Bereiche, Anwendungsbeispiele

Themenbereich 5: Geometrieelemente

- Allgemeine Begriffe und Merkmalstypen von Geometrieelementen zur Beschreibung von Werkstücken (ISO 22432, ISO 17450-1)
- Integrale und zentrale Geometrieelemente (ISO 17450-1:2011), Default-Regeln

Themenbereich 6: Bezüge und Bezugssysteme (ISO 5459:2011 und ISO/DIS 5459.2:2017)

- Überblick der wichtigsten Regeln zur Bildung von Einzelbezügen, gemeinsamen Bezügen und Bezugssystemen aus dem Basisseminar
- Assoziationsverfahren (Zielfunktionen): Minimierung der Summe der Abstandsquadrate (G), Minimierung der Summe der absoluten Abstände (K), Minimierung des maximalen Abstands (C), Hüll- und Pferchelement (N bzw. X) - Vergleich der Verfahren, Auswahl eines optimalen Anpassungsverfahrens, Zeichnungseintragung und Anwendungstipps
- Nebenbedingung des Materials: Mögliche Festlegung nach ISO/DIS 5459.2:2017, Modifikatoren (O, I, M, +, -), Eintragungsregeln, Anwendungsfälle und Erkennen von Widersprüchen
- Nebenbedingung für die Dimension des intrinsischen Größenmaßmerkmals: Mögliche Festlegung nach ISO/DIS 5459.2:2017, Modifikatoren [SV] und [SF]
- Invarianzklassen von Flächen, Situationselemente eines Bezugs, Identifikation von Situationselementen
- Einzelbezüge: Regeln für die Bezugsbildung, Beispiele
- Gemeinsame Bezüge: Regeln für die Bildung eines gemeinsamen Bezugs; Freigeben der Nebenbedingung des Orts [DV]; Anwendungsbeispiele
- Bezugssysteme: Regeln für die Bezugsbildung, Erkennen unbrauchbarer Bezugssysteme, Blockieren der Nebenbedingung des Orts für den sekundären und tertiären Bezug [DF]; Unterschiede der Interpretation zwischen ISO GPS und ASME Y14.5-1994, -2009, -2018
- Verwaltung von Freiheitsgraden: Freigeben durch Auswahl von Situationselementen [PT], [SL] und [PL], Freigeben translatorischer Freiheitsgrade ><, Blockieren individueller Freiheitsgrade (Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz)
- Aufbau und Interpretation komplexer Bezüge und Bezugssysteme, Praxisbeispiele und Tipps
- Referenzpunkt-System (RPS- oder 3-2-1 System), Anwendungsgrenzen
- Modifikatoren PD, MD und LD für Gewinde, sowie ACS und ALS
- Übungen und Praxisbeispiele zur funktions-, fertigungs- und prüfgerechten Bezugsbildung



Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden

Seminar GPS-ADV Inhouse

Themenbereich 7: Richtungsspezifikationen

- Grundlegendes Verständnis für die Richtungs- und Ortstolerierung (Logik der Richtungs- und Ortstolerierung)
- Unterschied und Gemeinsamkeiten zwischen Form-, Richtungs- und Ortsspezifikationen
- Rechtwinkligkeits-, Parallelitäts- und Neigungsspezifikation – Regeln für die richtige Anwendung
- Anwendungs- und Praxisbeispiele

Themenbereich 8: Ortsspezifikationen

- Unterschiede zwischen linearen, zylindrischen und kugelförmigen Toleranzzonen, Anwendungsbeispiele
- Interpretationsunterschiede zwischen ISO GPS und ASME Y14.5 bei Position, Koaxialität und Symmetrie
- Positions-, Konzentritäts-/Koaxialitätsspezifikation und Symmetriespezifikation
- Ortsgebundene Linien- und Flächenprofilspezifikation (ISO 1660:2017) und Unterschied zur richtungsbundenen Linien- und Flächenprofilspezifikation
- Übungs-, Praxis- und Anwendungsbeispiele zu den Ortstoleranzen

Themenbereich 9: Elementgruppen und kombinierte geometrische Spezifikation (ISO 5458:2018)

- Richtige Interpretation des «Grundsatzes der Unabhängigkeit» (ISO 8015:2011) und Konsequenzen für die Interpretation von Elementgruppen
- Regeln der Elementgruppenspezifikation sowie Ausnahmen
- Einzelne und mehrfache Elementgruppenspezifikation, SZ-, CZ- und CZR-Modifikatoren, Identifikation fehlerhafter Sequenzen
- Mehrstufige, einzelne Elementgruppenspezifikation, SIM-Modifikator
- Unterschiede zwischen ISO 5458:2018 und ISO 5458:1998, wichtige Regeländerungen

Themenbereich 10: Virtuelle Bedingungen (ISO 2692:2014) - Vertiefung

Maximum-Material-Bedingung (MMR)

- Maximum-Material-Bedingung (MMR) als Instrument zur Toleranzerweiterung und Kostenreduktion
- Maximum-Material-Bedingung für toleriertes Geometrieelement und abgeleitetes Bezugselement
- Begriffe und normgerechte Zeichnungseintragung
- Lehrenprüfung
- Übungs-, Praxis- und Anwendungsbeispiele zur Maximum-Material-Bedingung
- Anwendungsgrenzen der Maximum-Material-Bedingung, typische fehlerhafte Anwendungen

Minimum-Material-Bedingung (LMR)

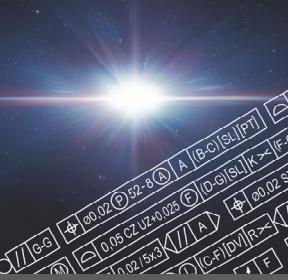
- Minimum-Material-Bedingung (LMR) für toleriertes Geometrieelement und abgeleitetes Bezugselement
- Begriffe und normgerechte Zeichnungseintragung
- Anwendungsfälle und Beispiele zur Minimum-Material-Bedingung

Reziprozitätsbedingung (RPR)

- Wechselwirkungs- oder Reziprozitätsbedingung (RPR), Anwendungsbeispiele und fehlerhafte Spezifikationen
- Anwendungsbeispiele

Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden



Seminar GPS-ADV Inhouse

Themenbereich 11: Filterung

- Sinn und Zweck von Filtern
- Einteilung der Filter aus der ISO 16610-Reihe
- Lineare Profilfilter
 - Gauß-Filter: Anwendungsbeispiele, mathematische Grundlagen, Grenzwellenlänge (cut-off), Wellenzahl pro Umdrehung (UPR) und Nesting-Index
 - Spline-Filter
 - Spline-Wavelets
- Robuste Profilfilter
 - Gaußsches Regressionsfilter
- Morphologische Filter
 - Anwendungsbeispiele
 - Mathematische Grundlagen
 - Filterarten (Opening- und Closing-Filter)
- GPS-Nomenklatur für Filter

Themenbereich 12: Populationsspezifikation (ISO 18391:2016)

- Begriffe, Symbolik, mathematische (statistische) Grundlagen
- Regeln zur Festlegung einer Populationsspezifikation
- Anwendungsbeispiele

Themenbereich 13: Kanten und definierte Übergänge zwischen Geometrieelementen

- Kanten mit unbestimmter Gestalt (ISO 13715:2017): Normgerechte Spezifikation, Mehrdeutigkeit und grundsätzliche Probleme der Verifikation
- Spezifikation von definierten Übergängen zwischen Geometrieelementen (ISO 21204:2020): Symbolik, wesentliche Inhalte und Anwendungsbeispiele

Themenbereich 14: Besondere Anwendungsfälle der geometrischen Tolerierung

Spezifikation besonderer geometrischer Elemente

- Tolerierung von Kegeln (ISO 3040:2016) und Keilen (ISO 2538-2:2015)
- Profiltolerierung von Rohren (u. a. ISO 1660:2017)
- Tolerierung von Gewinden (ISO 1101:2017)

Tolerierung beweglicher Baugruppen (ISO/TS 17863)

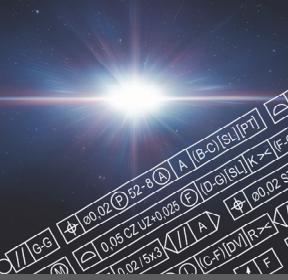
- Begriffe und Symbolik
- Allgemeines Konzept und Regeln für die Spezifikation in Abhängigkeit der funktionellen Anforderungen
- Anwendungsfälle und Anwendungsbeispiele

Themenbereich 15: Definitionskonforme Verifikation dimensioneller und geometrischer Merkmale

- Mess- und Prüfverfahren (z. B. Koordinatenmesstechnik, Computertomographie)
- Methoden- und Implementierungsunsicherheit (ISO 17450-2:2012)
- Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen (ISO 14253-1:2017)

Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden



Seminar GPS-ADV Inhouse

Themenbereich 16: Signifikante Unterschiede zwischen ISO GPS und ASME Y14.5-2009/-2018

- Ausgewählte Unterschiede der Interpretation und Verifikation dimensioneller und geometrischer Toleranzen zwischen ISO GPS und ASME Y14.5 (Default-Regeln und Symbolik)
- Anwendungsgrenzen von ASME Y14.5-2018

Themenbereich 17: Teilnehmerfragen, Abschlussdiskussion, wichtige GPS-Normen und Literatur

- Klärung offener Fragen und Verständnisfragen aus dem Teilnehmerkreis sowie Diskussion firmenspezifischer Fragestellungen
- Diskussion ausgewählter kundenspezifischer Produktdokumentationen («Zeichnungen»)
- Tipps für die Weiterarbeit nach dem Seminar: Betriebliche Implementierung eines Toleranzmanagementsystems auf Basis des GPS-Normensystems der ISO
- Hilfreiche und unbrauchbare Literatur zur dimensionellen und geometrischen Tolerierung
- Zusammenfassung der wichtigsten GPS-Normen der ISO für die dimensionelle und geometrische Tolerierung

ZIELGRUPPEN

- Projekt-, Konstruktions- und Entwicklungsleiter
- Ingenieure aus Konstruktion und Entwicklung, Normung und Qualitätssicherung/Messtechnik
- Messtechniker und Mitarbeiter aus der Qualitätssicherung
- Technische Zeichner / Technische Produktdesigner
- Techniker
- Technischer Einkauf
- Mitarbeiter des betrieblichen Ausbildungswesens
- Mitarbeiter aus Arbeitsvorbereitung und Produktion

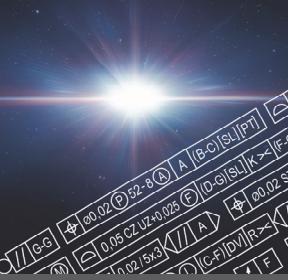
SEMINARDAUER: 2 Tage

ERGÄNZENDE HINWEISE

- Die vorgeschlagenen Seminarinhalte können an Ihre firmenspezifischen Fragestellungen sowie an die Vorkenntnisse der Teilnehmer angepasst werden. Dementsprechend ist es auch möglich, einzelne Themen aus dem Basisseminar (soweit didaktisch sinnvoll) zu integrieren.
- Alle Seminarteilnehmer erhalten ausführliche, teilweise **zweisprachige (dt./engl.) Seminarunterlagen** auf dem neuesten Stand der Normung, die sich auch für das Selbststudium eignen. **Über den exklusiven Zugang zum Kundenbereich auf unserer Homepage haben die Teilnehmer auch nach dem Seminar stets Zugriff auf die jeweils aktuelle Fassung der Seminarunterlagen und behalten somit sämtliche Normänderungen fest im Blick.**

Maß-, Form- und Lagetoleranzen - Vertiefungsseminar

Die wichtigsten Werkzeuge und Regeln der neuen GPS-Normen der ISO kennen und funktionsgerecht anwenden. Die Logik der geometrischen Tolerierung vollumfänglich verstehen und Tolerierungsfehler sicher vermeiden



Seminar GPS-ADV Inhouse

KONTAKT

 Steinbeis-Beratungszentrum
Konstruktion. Werkstoffe. Normung.

Büro Schorndorf:

Prof. Dr.-Ing. Volker Läpple

Steinbeisstraße 18

D-73614 Schorndorf

Fon: +49 7181 257 9009

Fax: +49 7181 255 070

Mail: info@toleranzen-beratung.de

Web: www.toleranzen-beratung.de