

Toleranzmanagement in der Konstruktion mit sich ändernden Normen

SAXSIM – Saxon Simulation Meeting 2014

Christoph Bruns

© INNEO Solutions GmbH



SAXSIM – Saxon Simulation Meeting 2014

Heute: Toleranzmanagement in der Konstruktion mit sich ändernden Normen

Agenda:

- Warum müssen wir über Toleranzmanagement sprechen?
- Einführung
- Das muss ich wissen
- Toleranzen
- Wie kann  helfen?
- Wie kann  helfen?



Christoph Bruns

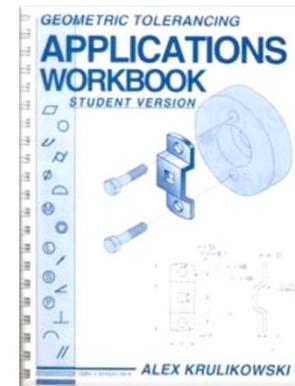
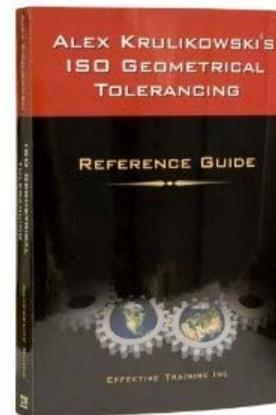
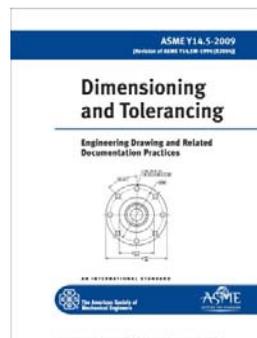
cbruns@inneo.com

+49 (7961) 890-203

Bereichsleiter Simulation und Analyse

Warum müssen wir über Toleranzmanagement sprechen? (1/3)

„Es wird geschätzt, dass 80 % der Fertigungsprobleme in Verbindung zu Form- & Lagetoleranzen stehen“



Alex Krulikowski "Doctor of Dimensioning"

- President von Effective Training Inc (GD&T)
- Vorsitzender in verschiedenen ASME-Komitees
- weltweit anerkannter und einer der führenden Fachmänner für Toleranzmanagement

Warum müssen wir über Toleranzmanagement sprechen? (2/3)

Steuerketten-Problem bei VW - Gefährliche Toleranzen

Volkswagen schiebt das Problem seiner defekten Steuerketten auf einen Zulieferer. Durch einen Produktionsfehler können sich die Ketten bei den 1.4 TSI-Motoren längen und überspringen, so dass ein Motorschaden entstehen kann.

www.Auto.de 2012/13

Mega-Rückruf bei Mercedes (2005)

Update ++ Zulieferteile von Bosch ++ Daimler-Chrysler ruft weltweit rund 1,3 Millionen Mercedes-Modelle wegen Defekten an der Bremsanlage, der Lichtmaschine und des Batteriesteuergeräts in die Werkstätten zurück.

[Auto Motor Sport](#)

BMW nimmt Stellung ...

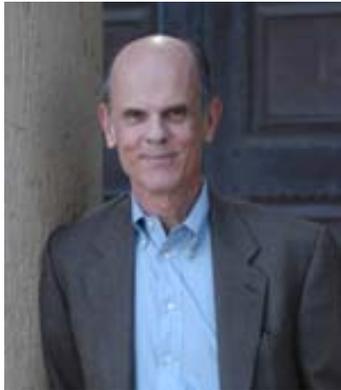
... zu der bei Halbzeitdefekten Einlassnockenwelle.

Ursache war eine zu hohe Oberflächenrauigkeit. Bei Fahrzeugen aus der ersten Produktionszeit gab es noch Streuungen in den Toleranzen bei der Feinbearbeitung der Nockenwellenoberfläche. Aus diesem Grund haben wir die Fertigungstoleranz weiter eingegrenzt.

[Motorrad 04/2012](#)

Warum müssen wir über Toleranzmanagement sprechen? (3/3)

Es ist zweifellos der Fall, dass funktionelles GD&T absolut notwendig ist für wertvolle, zuverlässige Herstellungs- und Mess-Prozesse und dagegen „schlechtes“ GD&T ist absolut wertlos.



Bill Tandler:

- President und Gründer von Multi Metrics Inc.
- Autor mehrerer Fachbücher und Fachvorträge zum Thema Form- & Lagetoleranzen
- Entwickler für Ausbildungs- und Trainingskonzepte zum Thema Toleranzmanagement

Einführung – Toleranzmanagement in der Konstruktion

Warum ist Toleranzmanagement heute wichtiger als früher?

Früher: Große Fertigungstiefe – lokale Fertigung

- Know-how bezüglich Funktion in Fertigung vorhanden
- Konzentration auf Maßtoleranzen
- alte Zeichnungen enthalten keine oder nur sehr wenige FuL-Toleranzen

- Heute: Geringe Fertigungstiefe – globale Fertigung
- unbekannte bzw. wechselnde Fertigungsstätten
- häufig kein Know-how in Fertigung bezüglich Funktion vorhanden
- eindeutige und vollständige Produktbeschreibung erforderlich

Einführung – Status Quo

- Was wissen Sie über Toleranzmanagement?



- Was sollten Sie über Toleranzmanagement wissen?
- Wie legen Sie Bauteiltoleranzen fest?
 - Übernahme aus existierenden Zeichnungen?
 - Was ist für die Funktion nötig?
 - Was ist für die Fertigung möglich?
 - Was ist für die Prüfung/Messung erforderlich?
- Für Kommunikation ist eine Sprache notwendig → Normen

Einführung – Was ist Toleranzmanagement

Toleranzmanagement ist:

- Ein Fachbereich der QS
- Setzt Qualitätsanforderungen in der Prozesskette durch

Ziel:

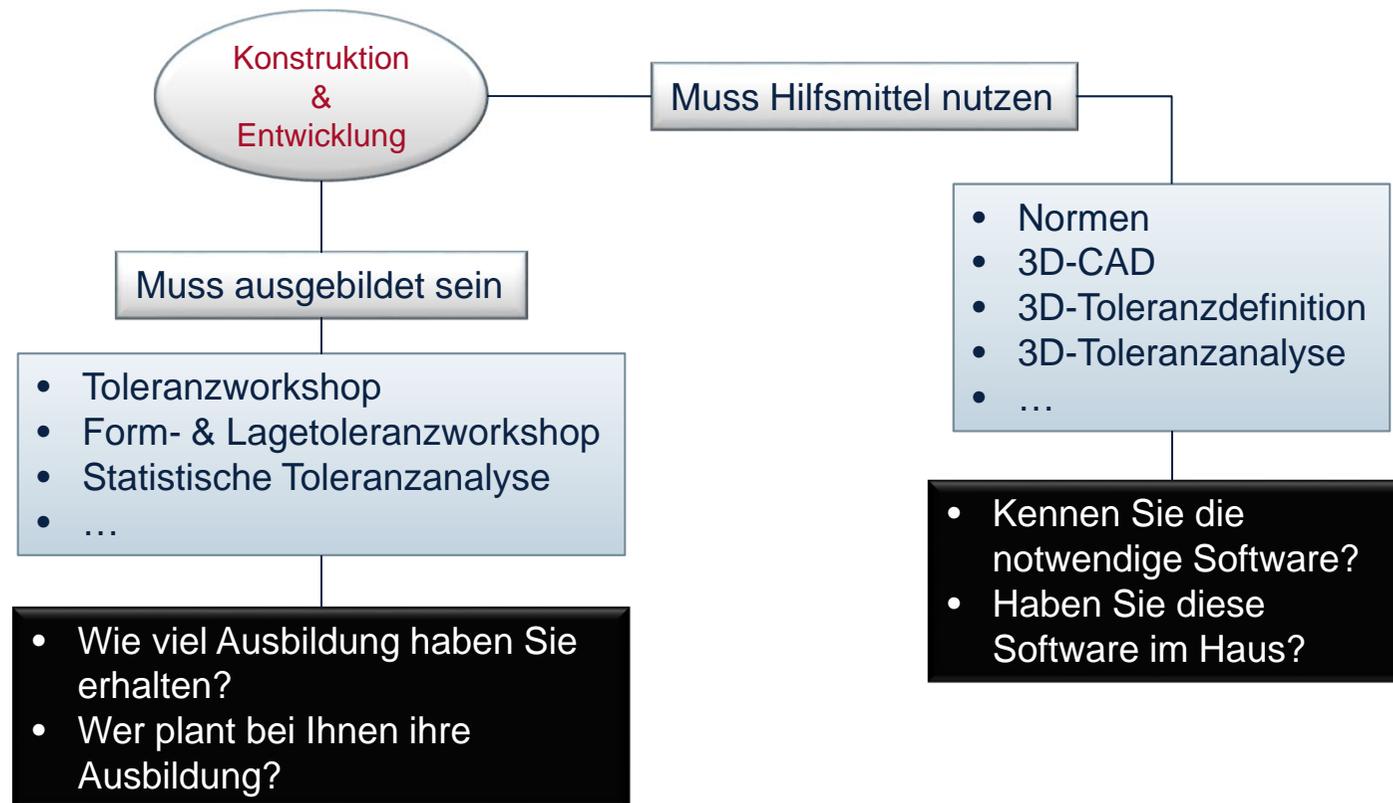
- Robuste Geometrieauslegung
- Null-Fehler-Strategie

Werkzeuge des Toleranzmanagements:

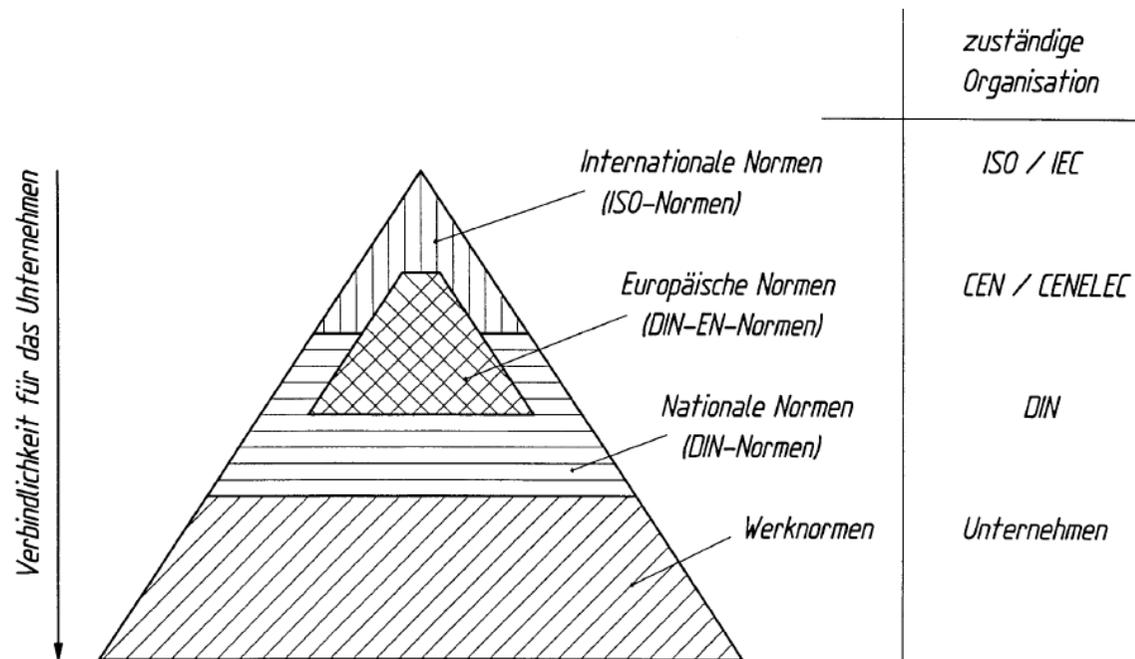
- Anfertigungs-katalog
- MEA
- Toleranzanalyse
- Prozessauswertung (SPC, cpk, Warenein- & Ausgangskontrolle, ...)

!!! Die Konstruktion & Entwicklung setzen dies größtenteils um !!!

Einführung – Was ist Toleranzmanagement



Das muss ich wissen: ISO – Normenpyramide



Das muss ich wissen:

ISO-Normenkonzept (ISO /TR 14638, DIN V 32950)

Geometrische Produktspezifikation (GPS)

- Ziel: Vollständige Geometriebeschreibung
- Normung in durchgehenden und kompatiblen **Normenketten**
- GPS-Matrix:
 - Fundamentale GPS-Normen
 - Globale GPS-Normen
 - Allgemeine GPS-Normen
 - Ergänzende GPS-Normen
- Neue Normen sind Bestandteil des GPS-Konzepts

DEUTSCHE NORM		April 2011
	DIN EN ISO 14405-1	DIN
ICS 17.040.30		
Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Dimensionelle Tolerierung – Teil 1: Längenmaße (ISO 14405-1:2010); Deutsche Fassung EN ISO 14405-1:2010		
Geometrical product specifications (GPS) – Dimensional tolerancing – Part 1: Linear Sizes (ISO 14405-1:2010); German version EN ISO 14405-1:2010		

Das muss ich wissen:

ISO-Normenkonzept (ISO /TR 14638, DIN V 32950)

Fundamentale GPS-Normen

- Grundregeln und Verfahren für GPS Bemaßung und Tolerierung

Globale GPS-Normen

- Normen, die GPS-Normen behandeln und beeinflussen

Allgemeine GPS-Normenkette

1. Maß
2. Abstand
3. Radius
4. Winkel
5. Form einer Linie (bezugsunabhängig)
6. Form einer Linie (bezugsabhängig)
7. Form einer Oberfläche (bezugsunabhängig)
8. Form einer Oberfläche (bezugsabhängig)
9. Richtung
10. Lage
11. Rundlauf
12. Gesamtlauf
13. Bezüge
14. Oberflächenrauheit
15. Oberflächenwelligkeit
16. Grundprofil
17. Oberflächenfehler
18. Kanten

Ergänzende GPS-Normen

Toleranzen für bestimmte Fertigungsverfahren

1. Spanen
2. Gießen
3. Schweißen
4. Thermoschneiden
5. Kunststoffformen
6. Metallischer und anorganischer Überzug
7. Anstrich

Geometriennormen für Maschinenelemente

1. Gewindeteile
2. Zahnräder
3. Keilwellen

Das muss ich wissen:

ISO-Normenkonzept (ISO /TR 14638, DIN V 32950)

Allgemeine GPS-Normenkette

1. Zeichnungsangaben
2. Theoretische Definitionen
3. Definition der Kenngrößen
4. Ermittlung der Abweichungen
5. Anforderungen an Messeinrichtungen
6. Kalibrieranforderungen

Beispiel DIN EN ISO 1101

Matrix allgemeiner GPS-Normen						
Kettenglieder	1	2	3	4	5	6
Maß						
Abstand						
Radius						
Winkel						
Form einer bezugsunabhängigen Linie						
Form einer bezugsabhängigen Linie						
Form einer bezugsunabhängigen Oberfläche						
Form einer bezugsabhängigen Oberfläche						
Richtung						
Lage						
Lauf						
Gesamtlauf						
Bezüge						
Rauheitsprofil						
Welligkeitsprofil						
Primärprofil						
Oberflächenunvollkommenheit						
Kanten						

Toleranzen – Warum diskutieren wir über Toleranzen?

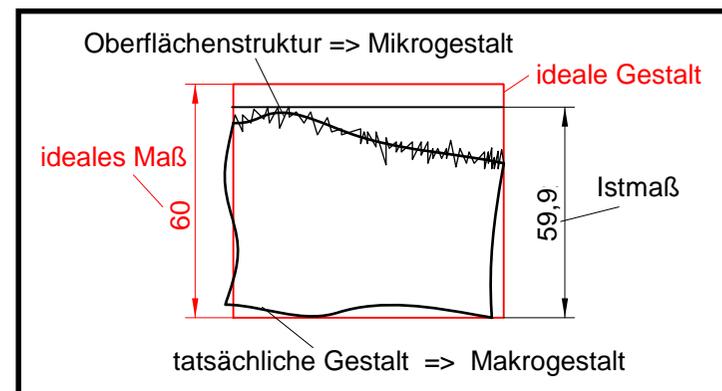
CAD = perfekte Geometrie

Fertigungsprozess = abweichende Geometrie (nicht perfekt)

Funktion und Montage = erlaubte Abweichungen festlegen

Man unterscheidet

- Maßabweichungen
- Geometrieabweichungen
 - Form
 - Richtung
 - Position
 - Lauf
- Oberflächenabweichungen



Toleranzen – Warum diskutieren wir über Toleranzen?

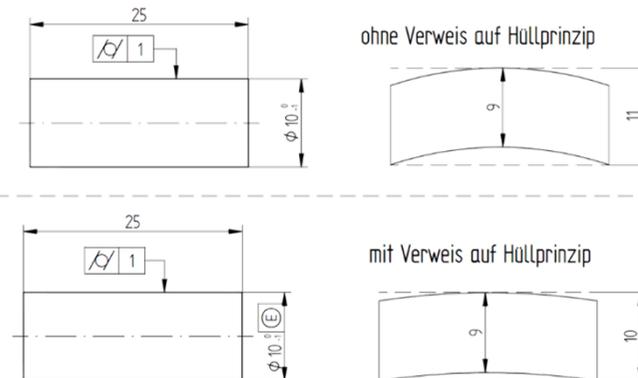
CAD = perfekte Geometrie

Fertigungsprozess = abweichende Geometrie (nicht perfekt)

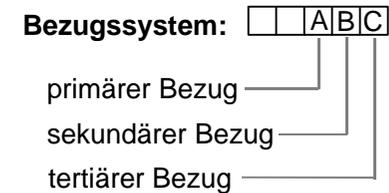
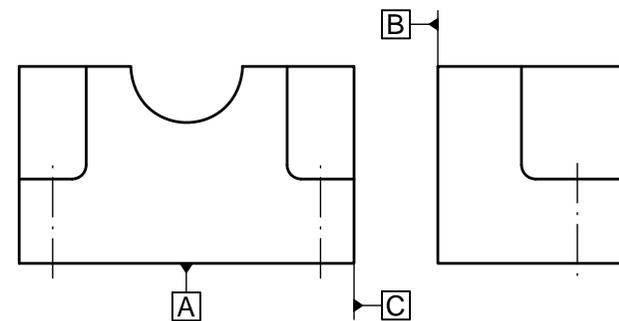
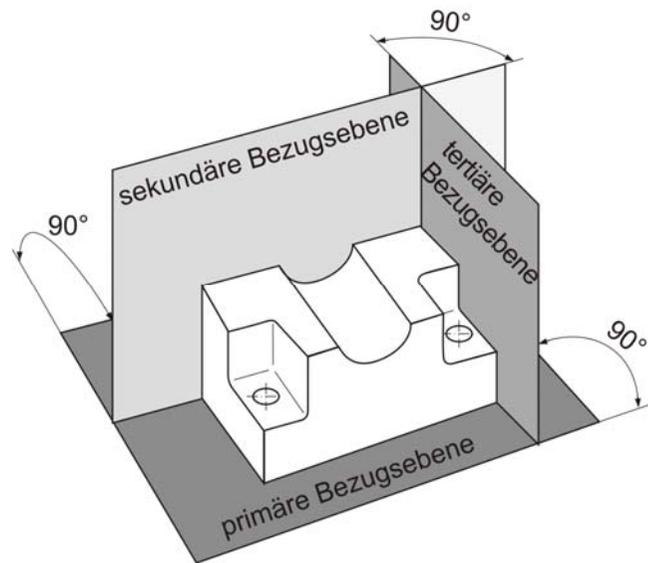
Funktion und Montage = erlaubte Abweichungen festlegen

Es hat sich vieles geändert:

- In der Zeichnungsdarstellung
- In der Zeichnungsinterpretation
 - Unabhängigkeitsprinzip (ISO 8015)
 - Hüllprinzip (DIN 7167 zurückgezogen)



Toleranzen – Bezug und Bezugssystem

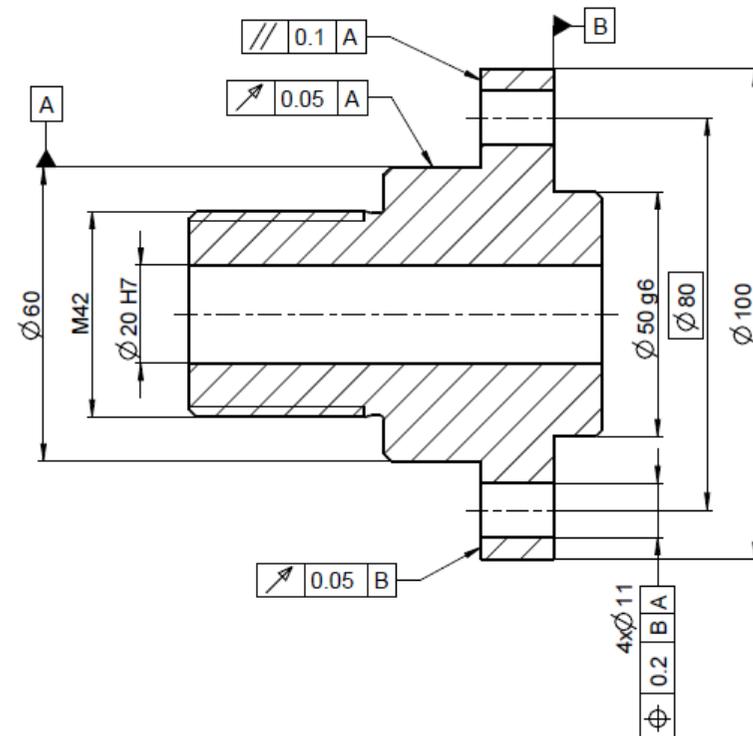


- vollständiges Bezugssystem
 Freiheitsgrad = 0

DAS LÄSST SICH MATHEMATISCH ANALYSIEREN

Toleranzen – Form- & Lagetoleranzen im CAD

Form- & Lagetoleranzen eintragen (Beispiel)



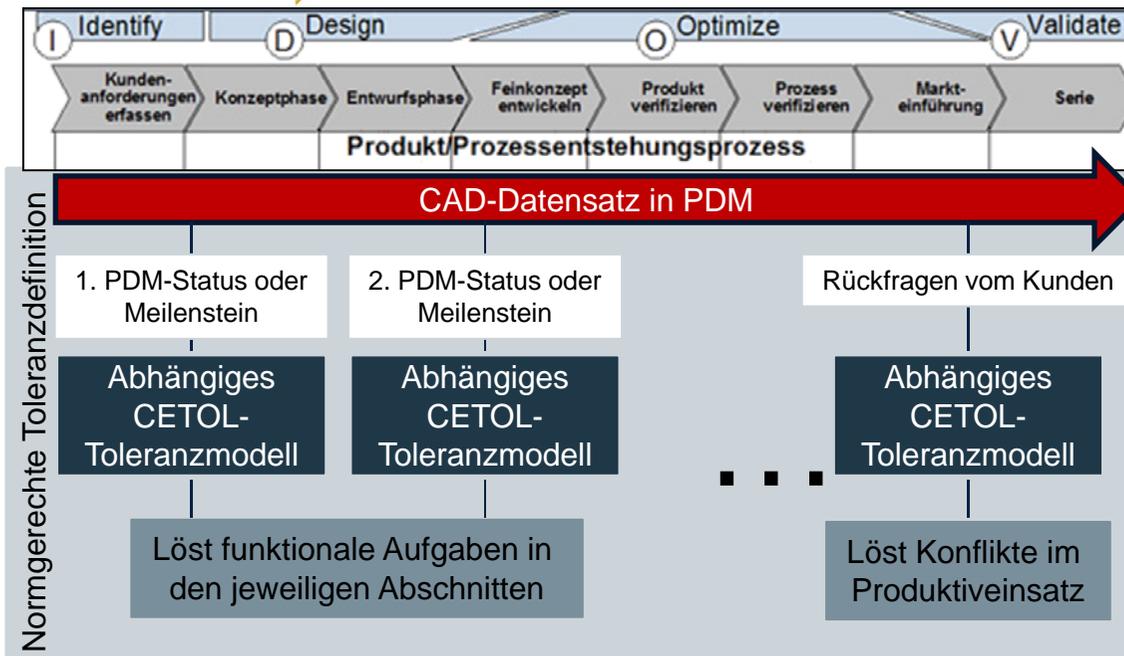
- Fehlerhafte Eintragungen möglich

CAD-gestütztes Toleranzmanagement



Null-Fehler-Toleranz-Strategie:

- Funktion
- Kosten
- Qualität



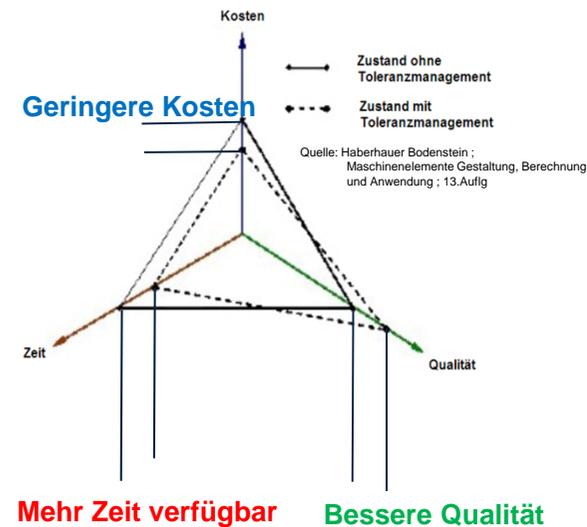
Wie kann der hier helfen (3)?

Der GD&T Advisor ist ein interessantes Hilfsmittel für Anwender, die auf dem Gebiet der Geometrietolerierung nicht 100%ig fit sind. In der Ausbildung kann neben dem Erlernen der komplexen Form- und Lagetoleranzen die Effektivität der CAD-Anwendung erheblich verbessert werden.



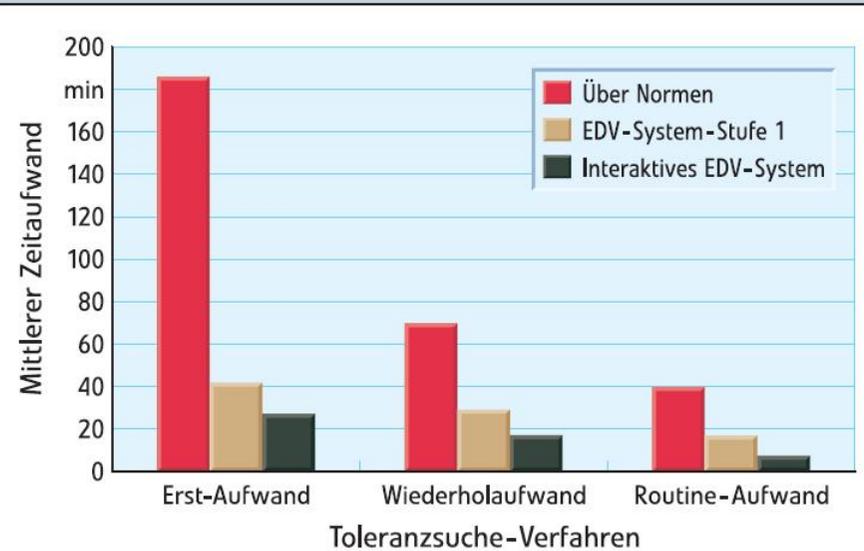
Prof. Horst Haberhauer

- Professor an die Hochschule Esslingen
- Lehrbeauftragter des VDI zum Thema Toleranzmanagement
- Autor mehrerer Fachbücher und Fachvorträgen
- gefragter Seminarleiter bei weltweit führenden Unternehmen



Wie kann der hier helfen (2)?

Zeitaufwand bei der Toleranzauswahl



Quelle: Otto Altmann, Artikel i.d. Fachzeitschrift Kunststoffe Aug. 2/2004, Studienauszug der FH Rosenheim 2001

Wie kann **CETOL6** hier helfen (1/2)?

Löst den zentralen Konflikt: Theorie vs. Praxis – Vorgaben vs. Messungen

Theorie:

- CAD-Daten = richtig konstruiert?
- Zeichnungen = fertigungsgerecht bemaßt?
- Simulationsergebnisse = Simulationsmodell OK?
- Digitale Information = konsistenter Informationsstand?

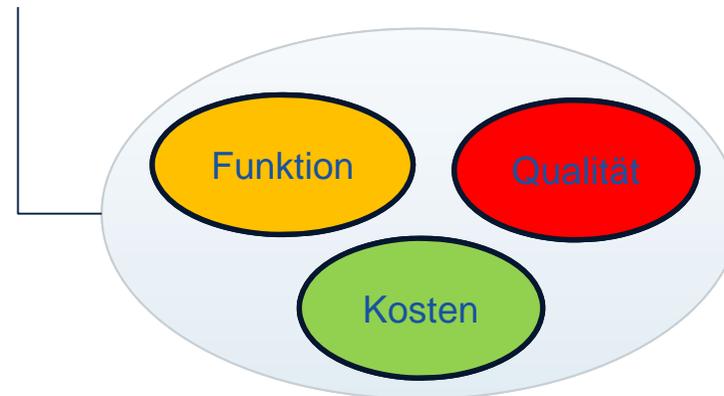
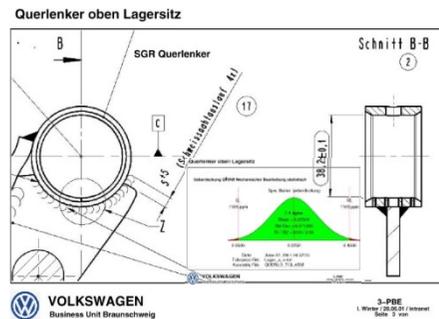
Praxis:

- Reale Produkte = richtig gefertigt?
- Fertigungskontrolle = richtig gemessen?
- Werkzeugstandzeiten = Prozessfähigkeit OK?
- Digitale Information = konsistenter Informationsstand?



Wie kann **CETOL6** hier helfen (2/2)?

CETOL6 optimiert die Toleranzkette



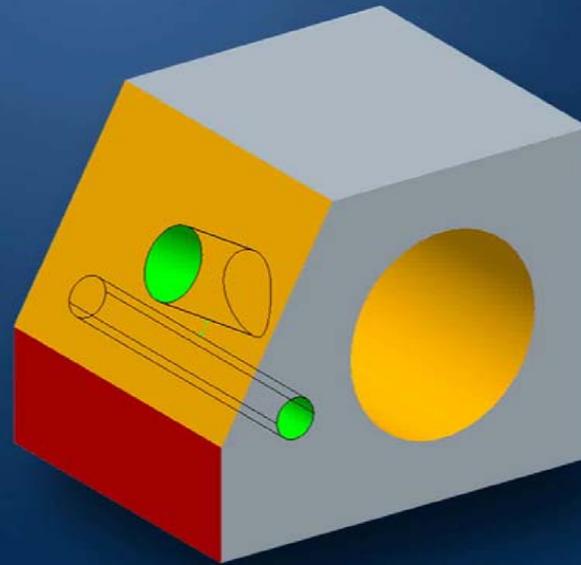
Referenzaussage:

Da die Anhebung der Qualität ... eines unserer obersten Ziele ist, halte ich die Anwendung von CETOL auf breiter Ebene für erforderlich.

Einsparpotential im Projekt „Querlenker“ ca. 3,3 Mio. € pro Jahr.

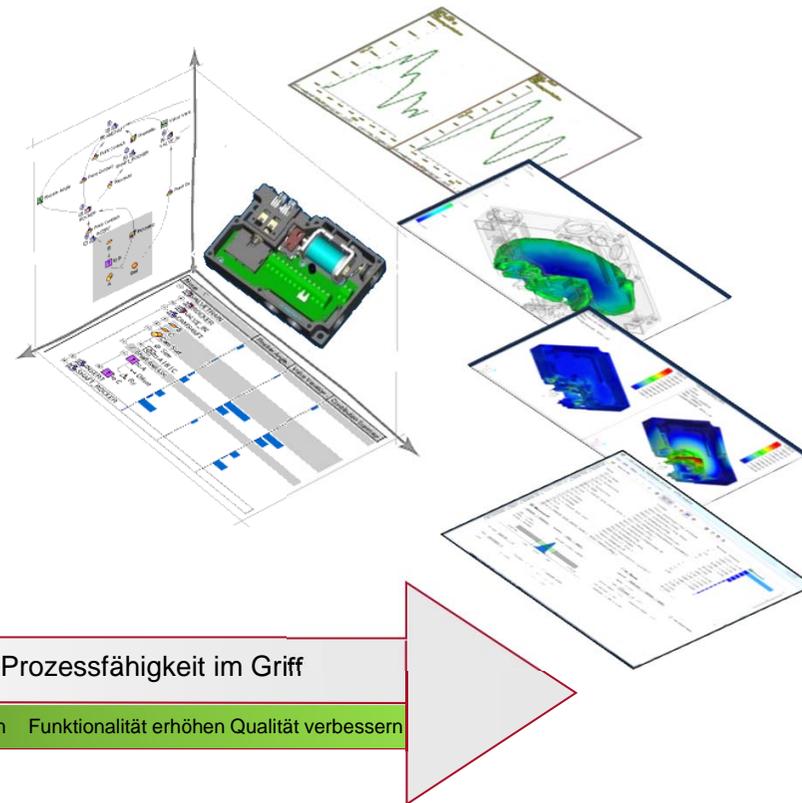
Beispiel : *CETOL6* vs. MS-Excel

Betrachtetes Modell



Zusammenfassung: Toleranzmanagement in PTC Creo

- CAD-integriert
- Einfache Handhabung
- Umfassende Funktionalität
- Sehr genaue Ergebnisse
- Normgerechte Umsetzung
- Ausbildungsunterstützend / Zielorientiert
- Schneller ROI / Messbare Wertschöpfung



IST-Analysen

Varianten-Studien

Prozessfähigkeit im Griff

Risiken erkennen + bewerten + minimieren

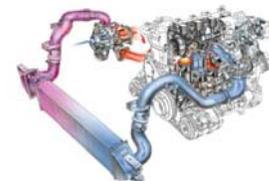
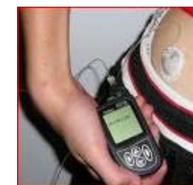
Kosten bewerten + minimieren

Funktionalität erhöhen Qualität verbessern

INNEO-Projekte – CAD-gestütztes Toleranzmanagement



...





kompetent · schnell · erreichbar · servicefreundlich · preis-leistungsstark

That's IT.