



kompetent • schnell • erreichbar • servicefreundlich • preis-leistungsstark

Produktqualität von Kunststoffbauteilen

Im Spannungsumfeld der Spritzgussimulation
und der Toleranzanalyse

Herzlich Willkommen zum INNEO Vortrag

Vortragsthema:

Produktqualität von Kunststoffbauteilen

Durchführung:

Christoph Bruns

Produktmanager für die Produktparte Berechnung und Simulation

Kontakt: 07961-890-203; cbruns@inneo.com

Inhalte und Ablauf:

- Vorstellung INNEO
- Produktqualität ist prozessabhängig
- Ursachen der Qualitätseinbuße bei Kunststoffteilen
- Prozessabhängige Qualitätsschwankungen simulieren
- Leistungsmerkmale der Spritzgussimulation mit Autodesk Moldflow
- Leistungsmerkmale des CAD-gestützten Qualitätsmanagement mit Hilfe der statistischen Toleranzanalyse (CETOL)

INNEO Solutions GmbH – Zahlen und Fakten

Birmingham

Hamburg

Berlin

Hannover

Köln

Leipzig

Langen

Stuttgart

Ellwangen

München

Zürich

Lindau

- Gegründet 1984
- 12 Niederlassungen in Europa
- Über 230 Beschäftigte
- Über 3.500 Kunden
- 40 Mio. EUR Jahresumsatz
- ISO 9001 zertifiziert

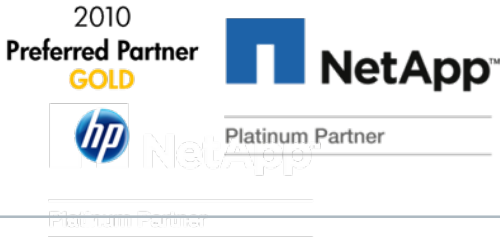
Folie 3



Produktqualität von Kunststoffbauteilen
29.09.2010, 12. Bayreuther 3D-Konstrukteurstag

INNEO
That's IT.

Unsere Lösungen – „Best-in-Class“-Technologien

Produktentwicklung	Informationstechnologien	Projektmanagement
Qualität steigern. Kosten senken.	Hohe Verfügbarkeit. Sichere Speicherkonzepte.	Mehr Projekt. Weniger Management.
<ul style="list-style-type: none"> ○ CAD/CAM ○ PDM/PLM ○ Technische Berechnungen ○ Automatisierungslösungen ○ Training und Consulting 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Server, Storage, Backup ○ Archivierungslösungen ○ Virtualisierung ○ Workstations, Peripherie ○ IT-Management 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prozessmanagement ○ Ressourcenmanagement ○ Projektcontrolling ○ Datenmanagement ○ ERP/CAD-Integration
		



Qualitätsmanagement

- Qualität ist **CHEFSACHE**
- Qualitätsmanagement ist eine ganzheitliche Philosophie die sich über alle Geschäftsbereiche eines Unternehmens erstreckt:
 - Prozessabläufe kontrollieren + steuern
 - Projektmanagement
 - Innovation und Produktverbesserung
 - ...
- Im internationalen Wettbewerb ist QM wichtig:
 - Entwicklung innovativer (besserer) Produkte
 - optimierter Kostenkontrolle
 - Sicherung der Firmen / von Arbeitsplätzen



Qualitätsmanagement

- Qualität ist **CHEFSACHE**

Unternehmen stehen heute vor zwei wesentlichen strategischen Entscheidungen im Umfeld der Produktentwicklung.



1. **Wie kann ich Produktqualität sichern und vorhersagen?**

In der Virtualität mit Simulation

In der Realität mit Prozesskontrollverfahren

(6-Sigma, SPC, Informationsrückfluss von Fertigung zur Entwicklung, ...)

2. **Wie archiviere ich das Produktwissen, um auch zukünftig schnell reagieren zu können?**

Nur eine umfassende PDM/PLM-Strategie löst diese Aufgabe

CRM bündelt die Marktkennntnisse für marktgerechte Entscheidungen

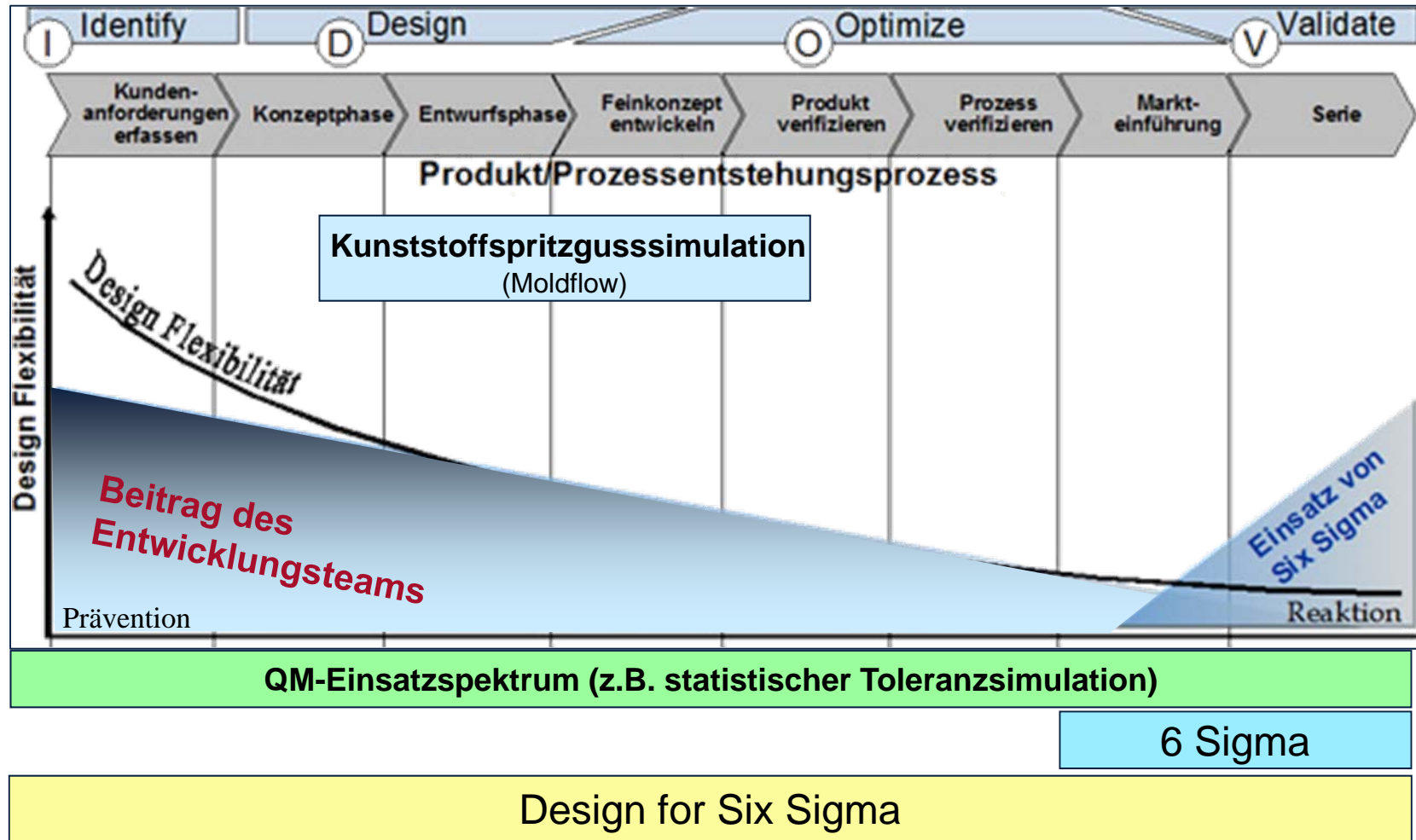
Projektmanagementlösungen bieten „Halt“ und Struktur im Ablauf komplizierter Projekte

Produktqualität ist Prozessabhängig

- Qualität ist über Anforderungen an ein Produkt einzeln messbar.
- Über den 6-Sigma-Prozess ist die gefertigte Qualität auch auswertbar.
- Mit „Design for 6 Sigma“ ist die Qualität am CAD-Modell vorhersagbar (DfSS).
- In Analysen zur Risiko- und Fehlerabschätzung (FMEA) ist DfSS Pflicht
- Ein Produktlebenszyklus ist in seinen einzelnen Phasen in Projekte unterteilt deren Steuerung entscheidend zum Erfolg eines Produktes beitragen.



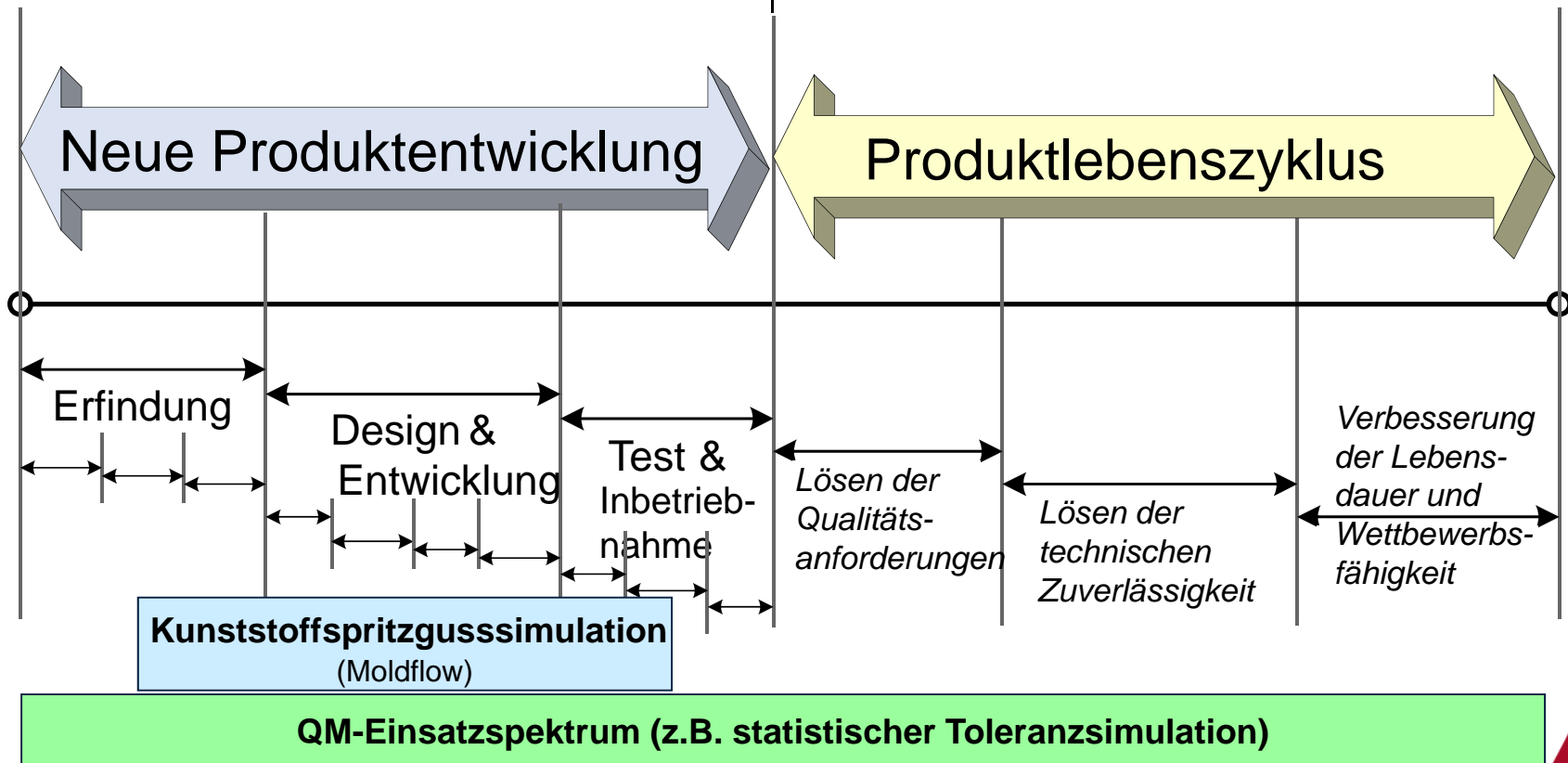
Strategien der Produktverbesserung, Kostensenkung und Nachhaltigkeit



Design for Six Sigma vs. 6 Sigma

DFSS
Kostenvermeidung

Six Sigma (DMAIC)
Kostenreduktion



Gründe von Qualitätsschwankungen an Kunststoffbauteilen

Ursachen

○ **Optische Qualitätseinbuße**

- Oberflächengüte
- Formhaltigkeit (Verzug)
- Einfallstellen
- Bindenähte, Lufteinschlüsse
- ...

○ **Funktionale Qualitätseinbuße**

- Formabweichungen
- Abweichungen in den verschiedenen Kavitäten (bei Mehrfachwerkzeugen)
- Falsche Toleranzangabe
- Zu enge Auslegung der Funktionsbemaßung
- Mangelhafte Haltbarkeit bei Belastung
- ...

- Schmelzfluss in der Kavität
- Nichtbalancierte Angussysteme
- Ausrichtung der Glasfasern
- **nicht prozessgerechte Toleranzauslegung**
 - Schwindung
 - Verzug
 - Kühlung
 - Werkstoff
- Lufteinschlüsse
- Bindenähte

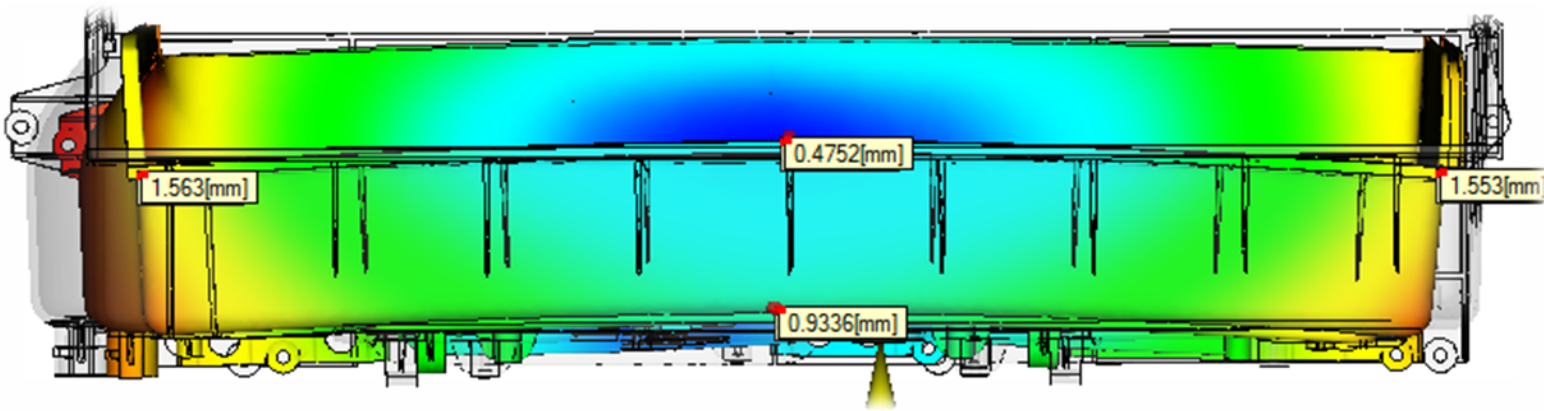
Lösungen finden durch Simulation :

- **FEM (Festigkeitsberechnung)**
- **Moldflow Simulationen**
- **CETOL-Toleranzanalysen**

Typische Ursachen von Qualitätsschwankungen an Kunststoffbauteilen

Formabweichungen (überhöhte Darstellung) :

- Verzug



Mögliche Gründe:

- Faserorientierung
- Schwindung
- Kühlung
- ungünstige Schmelzeerstarrung
- unwirksame Nachdruckphase

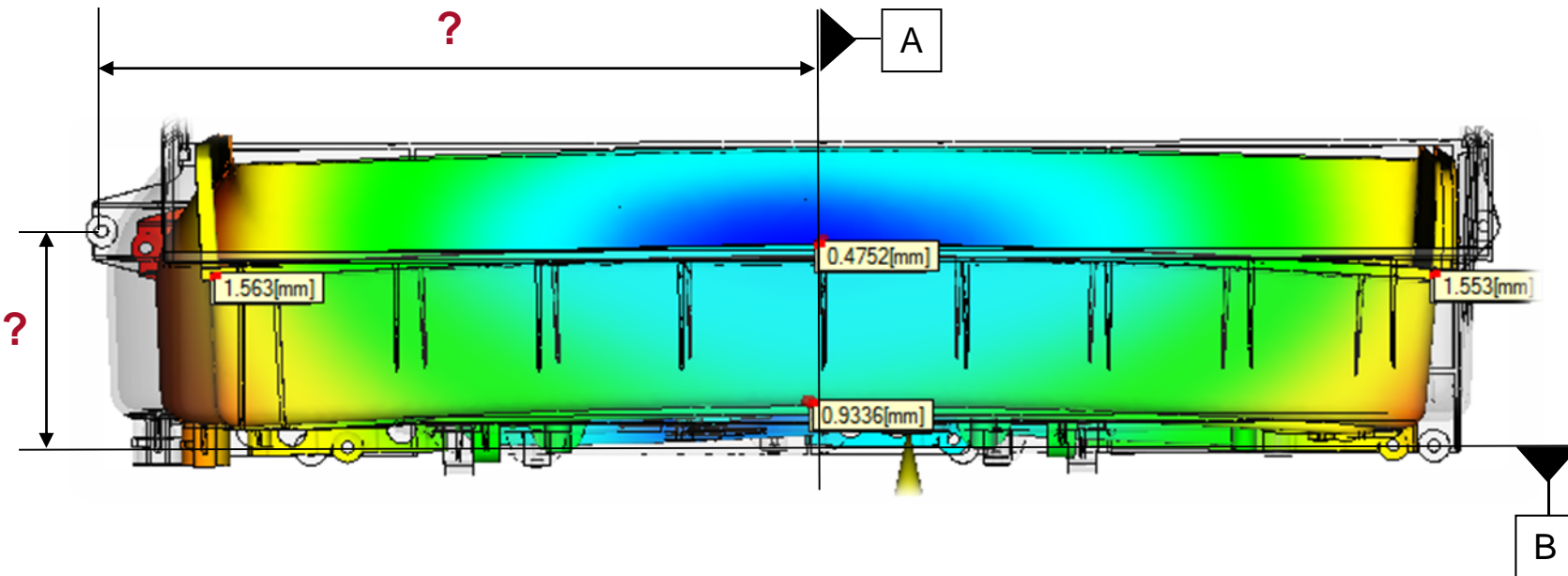
Mögliche Lösungen in der Simulation:

- Anspritzung verbessern
- Prozessparameter anpassen
- Kühlung verbessern
- anderer Kunststoff
- geändertes Profil der Nachdruckphase
- ...

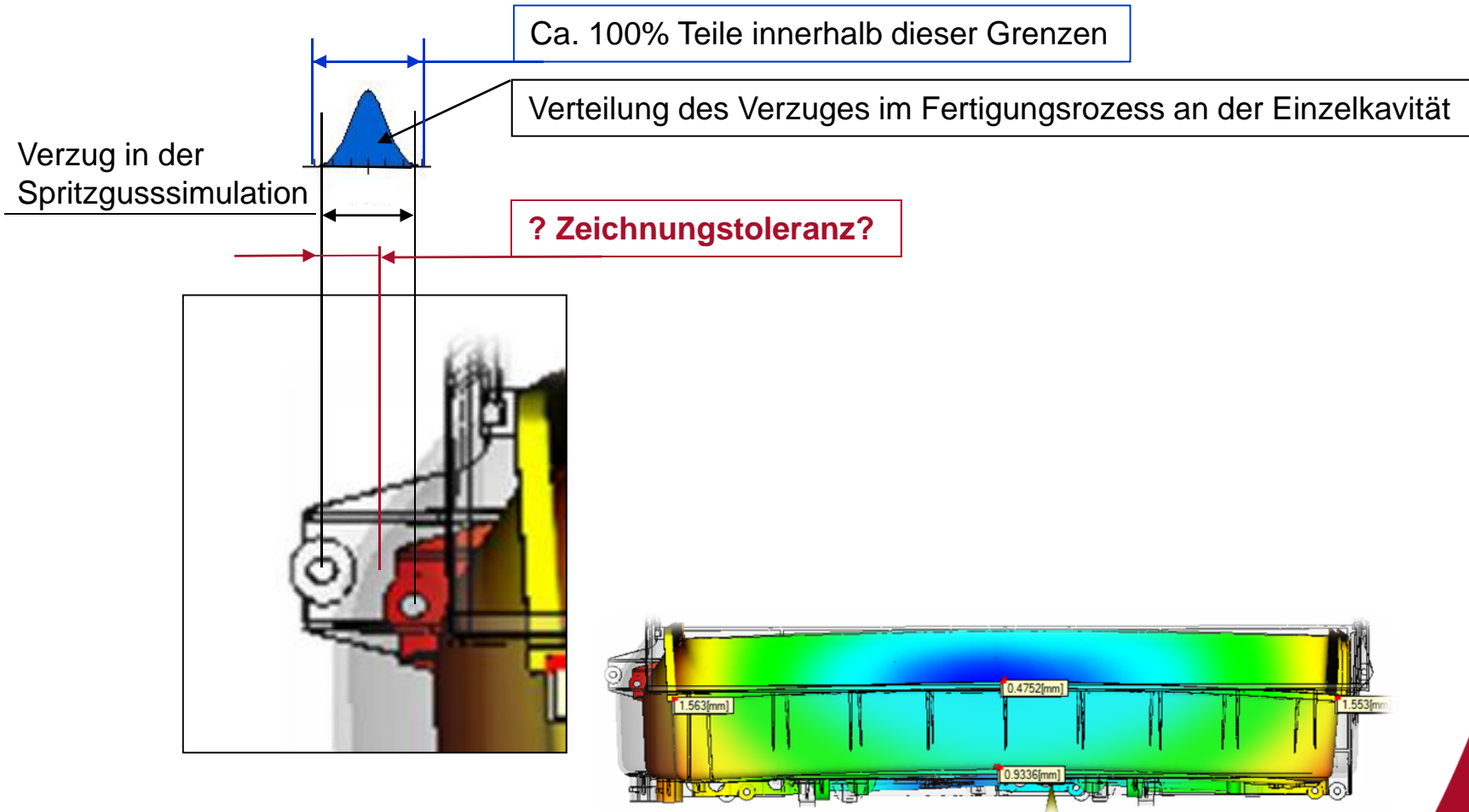
Typische Ursachen von Qualitätsschwankungen an Kunststoffbauteilen

Welche Toleranz soll vergeben werden?

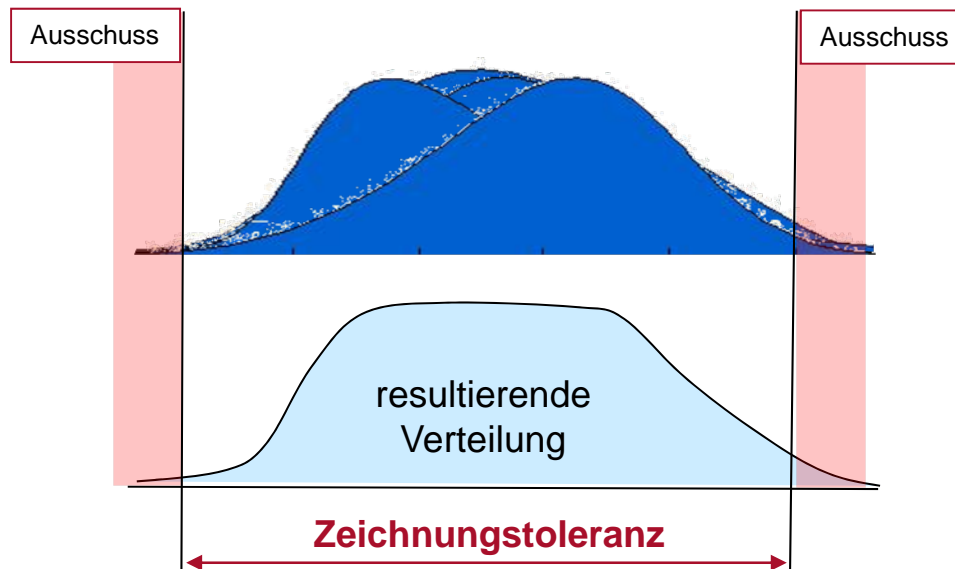
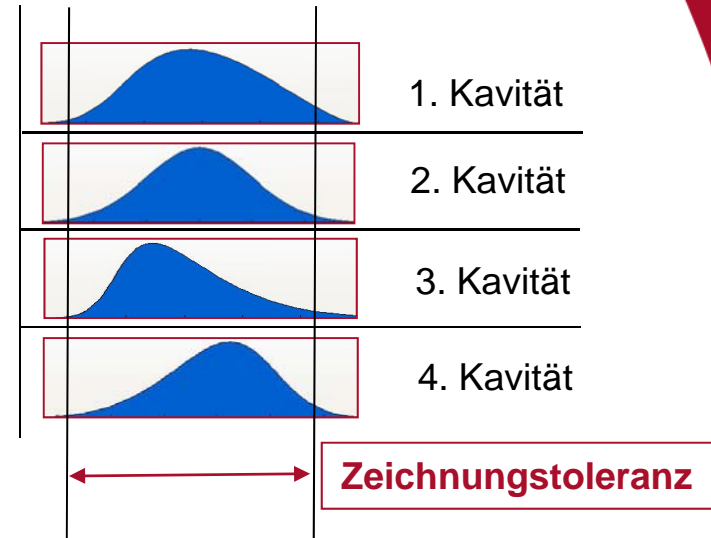
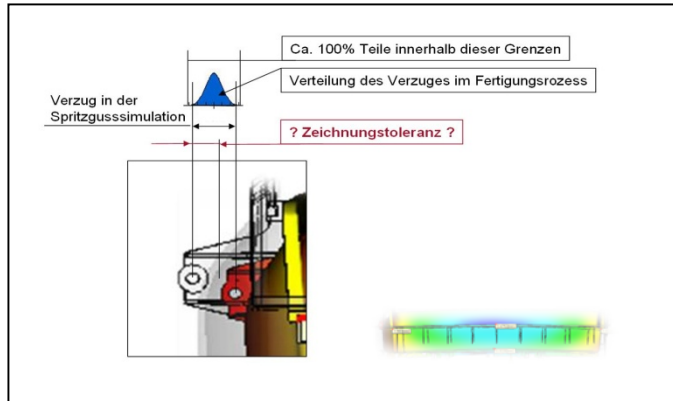
- Verzug



Typische Ursachen von Qualitätsschwankungen an Kunststoffbauteilen (Beispiel Einzelkavität)



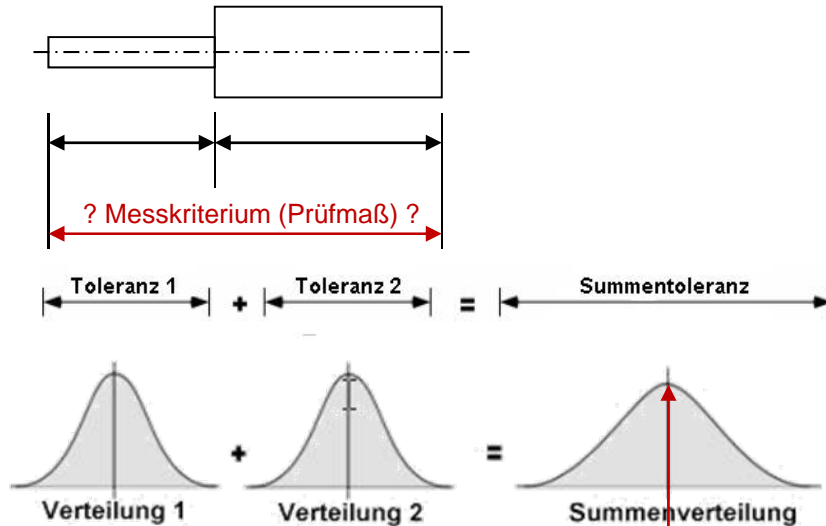
Typische Ursachen von Qualitätsschwankungen an Kunststoffbauteilen (Beispiel Vierfachkavität)



Bei dieser Toleranzvorgabe wird das Maß nicht gehalten und ca. 6% Ausschuss produziert (60000 ppm).

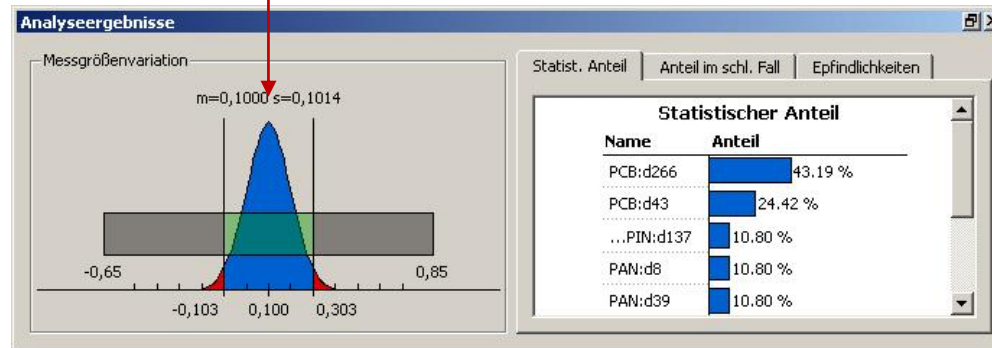
Technischer Hintergrund

Was ist die statistische Variationsanalyse



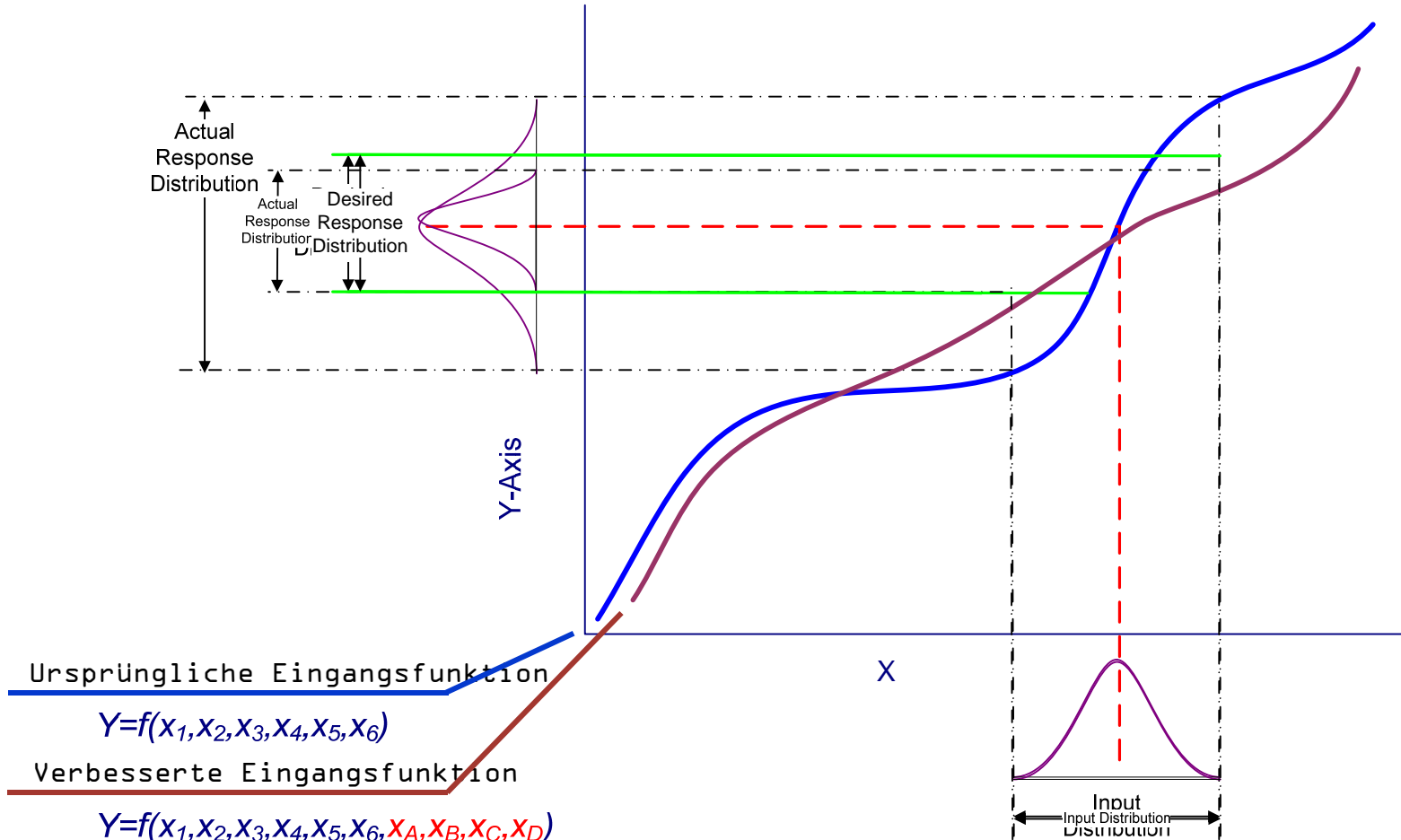
Merke: Toleranzen sind keine Abweichungen

Merke: Die Fertigungsprozessfähigkeit (cp, cpk) auf alle Bemassungen erzeugt die tatsächliche Abweichung



DFSS-Ziel = Robustes Design

Maßnahmen und Wirkung



Produktkosten beherrschen:

Abhängigkeit der Produktkosten

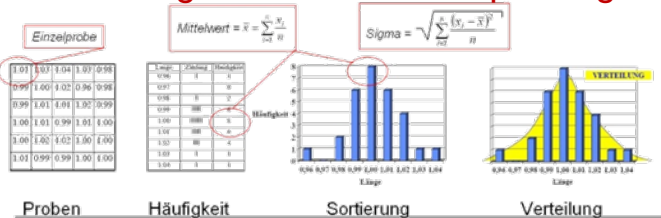
Nur mit Design for 6 Sigma kann man eine klare Vorhersage der Funktion, des möglichen Ausschusses (ppm) und der Kosten ermitteln. Unverzichtbare Bausteine diese Entwicklungsphilosophie sind Simulationswerkzeuge (Moldflow, FEM, statistische Toleranzanalyse, ECAD, NC-Simulation, ...).

Worst Case Qualitätsauslegung



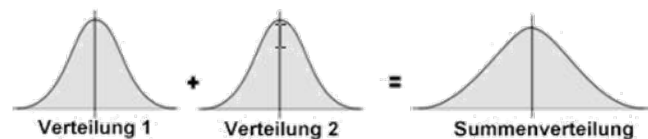
- hohe Genauigkeit
- hohe Kosten
- keine Beurteilungsmöglichkeiten von Einsparungspotentialen
- Funktionsgrenze wird sehr schnell erreicht
- wenig Spielraum für Produktverbesserung

SPC-bezogene Qualitätsüberprüfung



- hohe Genauigkeit
- Kosteneinsparungspotentiale im Fertigungsprozess
- wenig Spielraum für Produktverbesserung

statistische Qualitätsvorhersage



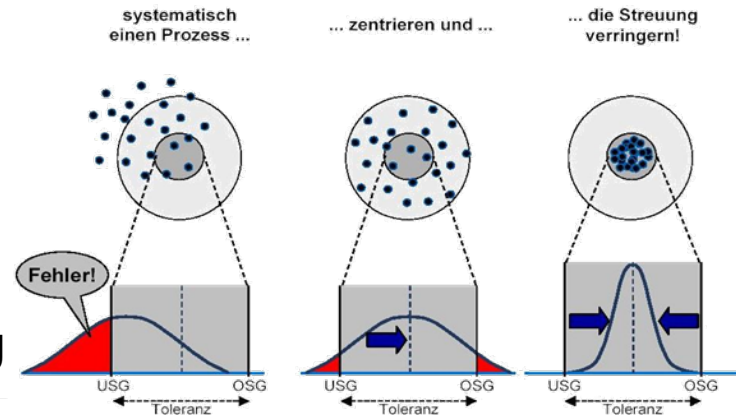
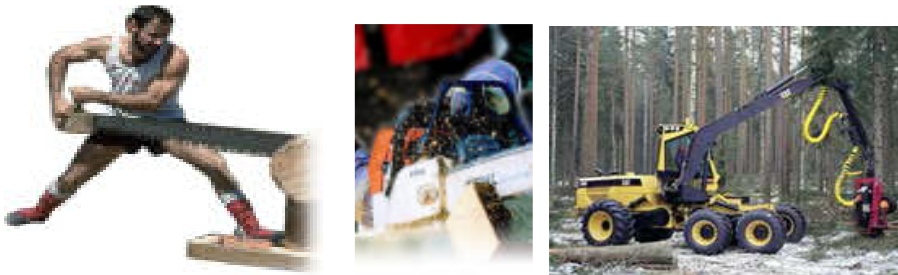
- hohe Genauigkeit
- geringe Kosten
- Kosteneinsparungspotentiale im Fertigungsprozess
- Kosteneinsparungspotentiale im Entwicklungsprozess
- Vorhersage der Produktqualität

INNEO Philosophie zur Verbesserung der Produktqualität

1. Prozessoptimierung durch Projektmanagement



2. Gezieltes Engineering mit dem richtigen Werkzeug



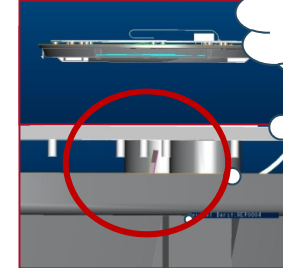
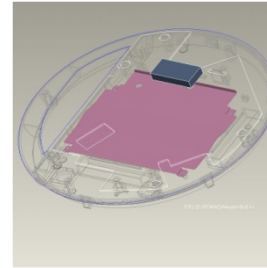
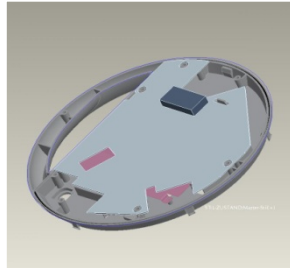
Toleranzanalyse und Spritzgusssimulation

Die häufigsten Szenarien

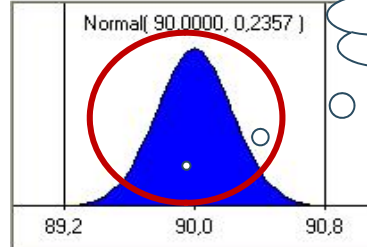
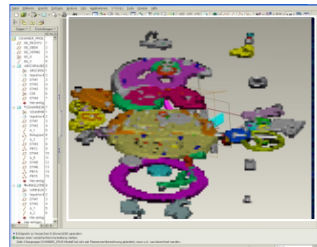
1. Funktionsprüfung



2. Einbau- und Montageuntersuchung



3. Kostenkontrolle, Prozessoptimierung

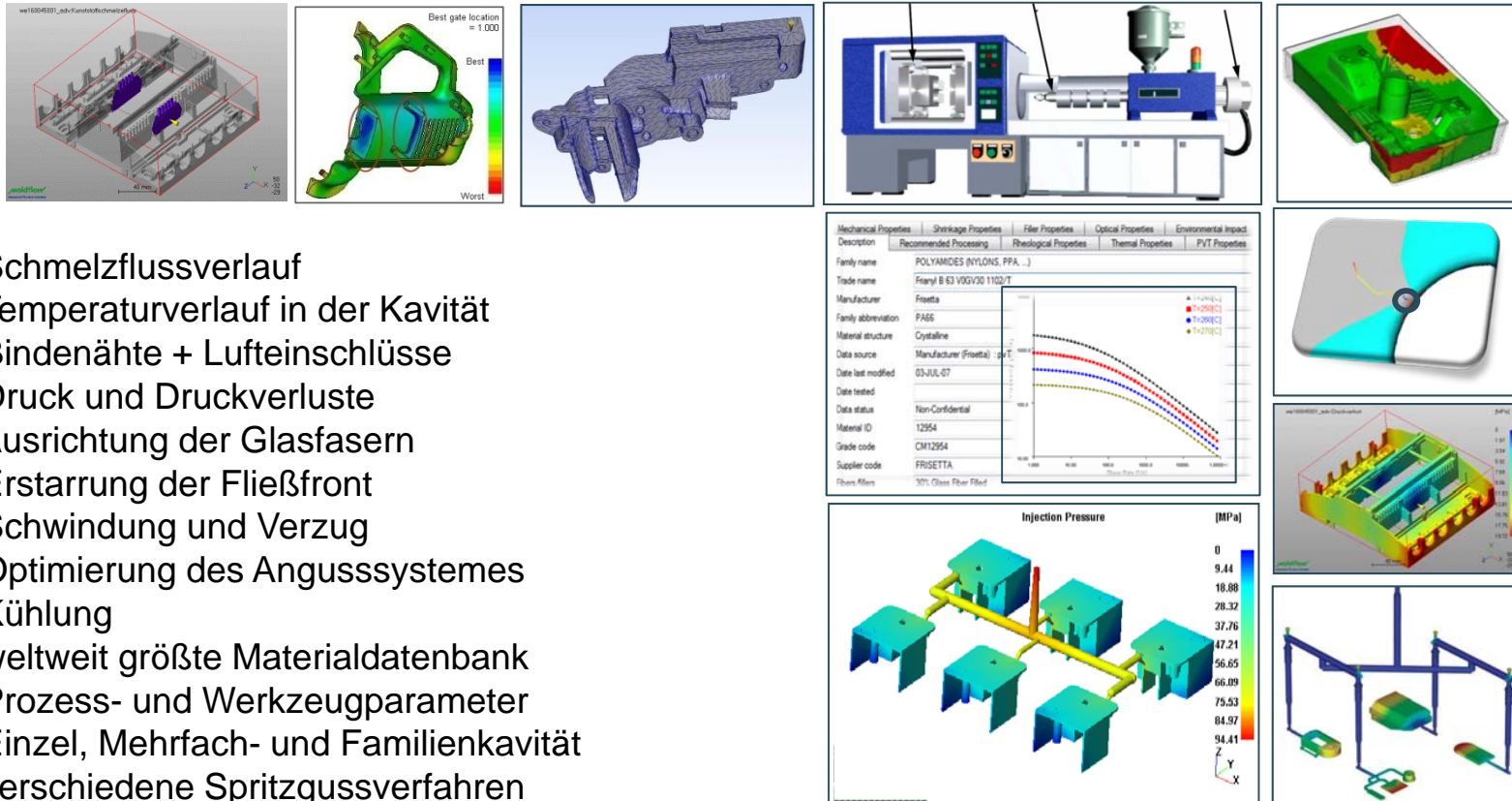


Optimierung von
Fertigung und Montage
(cp, cpk, ppm,...)?

Prozessabhängige Qualitätsschwankung simulieren

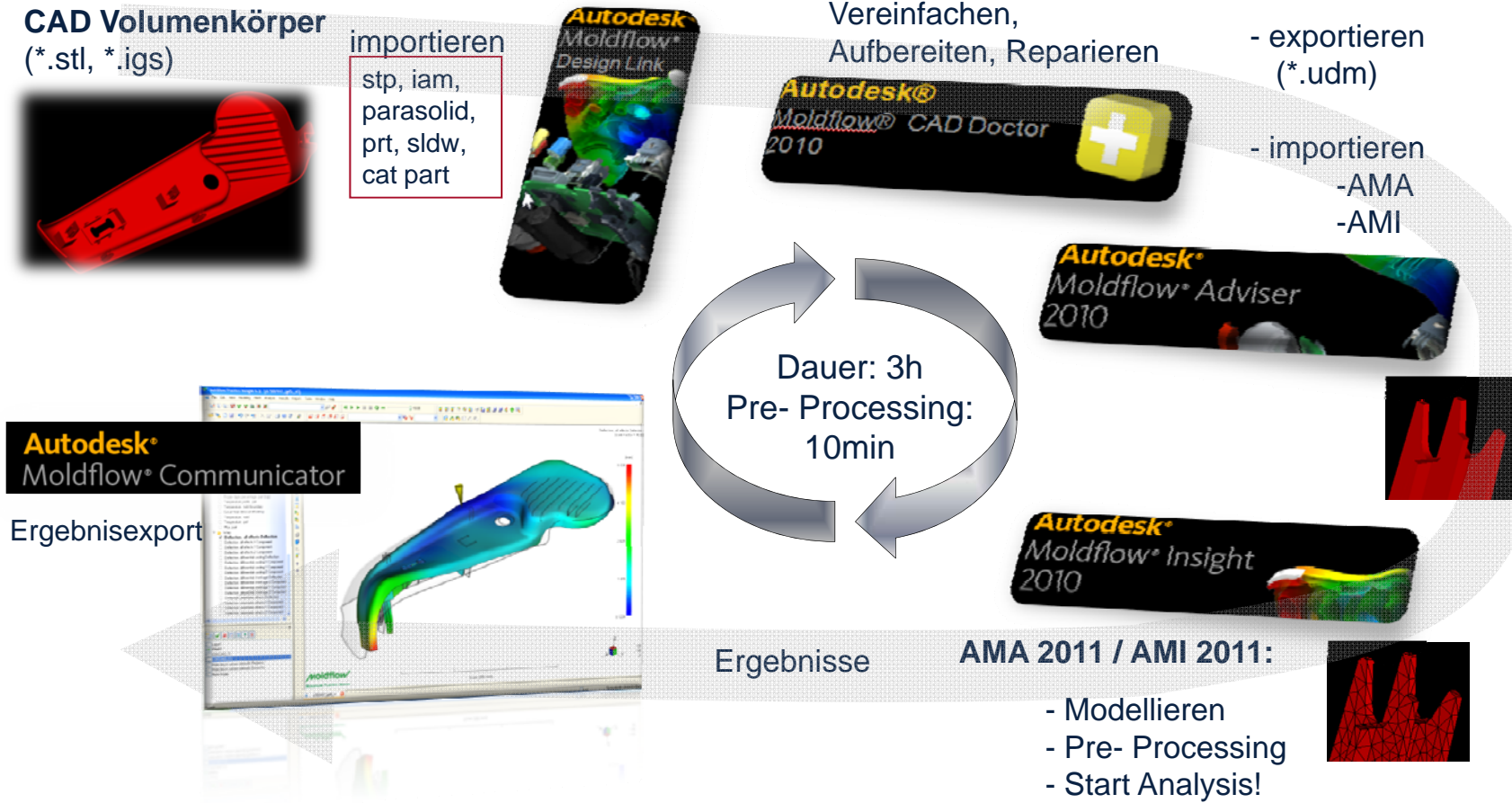
Füllstudien mit Moldflow - Leistungsspektrum

- Schmelzflussverlauf
- Temperaturverlauf in der Kavität
- Bindenähte + Lufteinschlüsse
- Druck und Druckverluste
- Ausrichtung der Glasfasern
- Erstarrung der Fließfront
- Schwindung und Verzug
- Optimierung des Angussystems
- Kühlung
- weltweit größte Materialdatenbank
- Prozess- und Werkzeugparameter
- Einzel, Mehrfach- und Familienkavität
- verschiedene Spritzgussverfahren

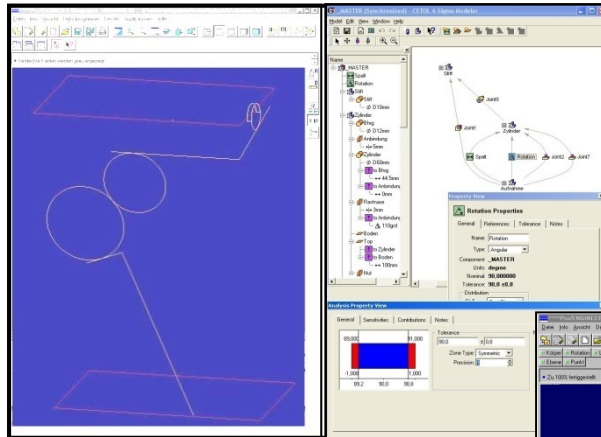


Prozessabhängige Qualitätsschwankung simulieren

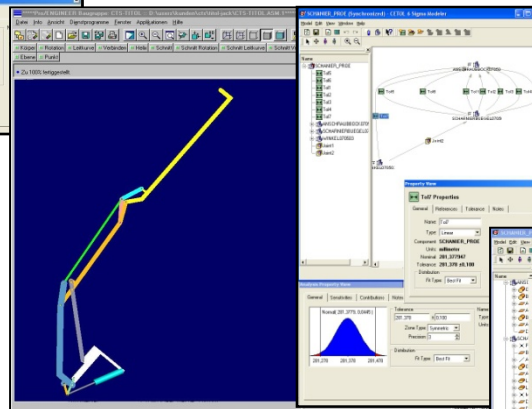
Füllstudien mit Moldflow – allgemeiner Workflow



CETOL6TM Werkzeug zur Auslegung von Toleranzen in der Konzeptphase bis hin zu Untersuchungen an Serienteilen

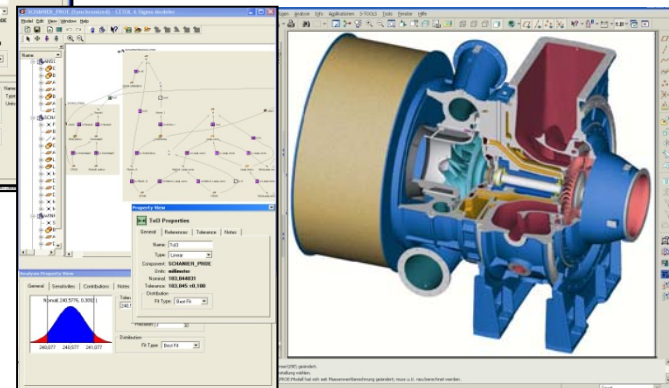


Konzeptuntersuchung
an einfachen Kurven
oder Flächen



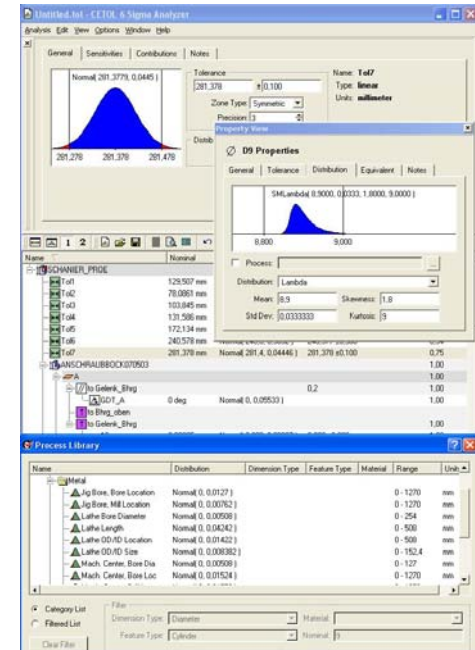
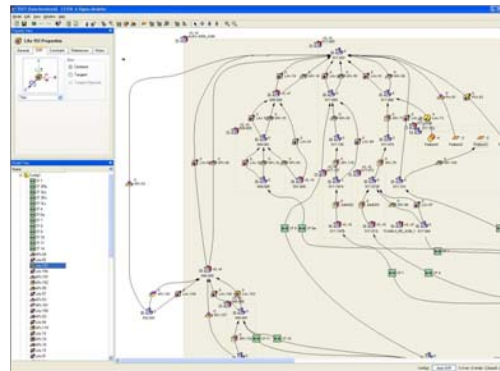
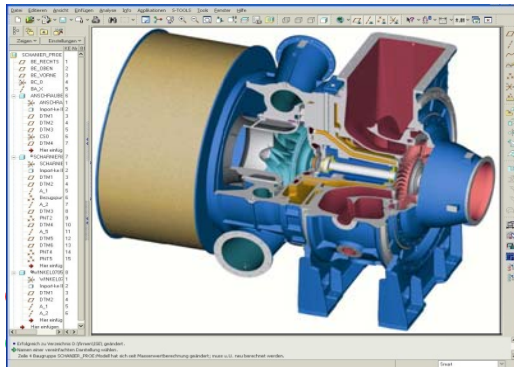
Entwurfs- und Variantenunter-
suchungen an vereinfachten
Baugruppen

Untersuchungen an
detaillierten Serienteilen



CETOL 6⁺ Vollständige Integration in das CAD-System Pro/ENGINEER; CATIA V5; Solidworks

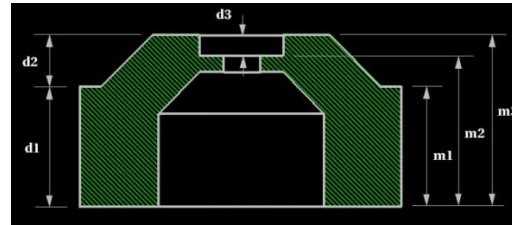
- Direkter Zugriff auf die Datenbasis
- Weiterverarbeiten ohne CAD-Kenntnisse



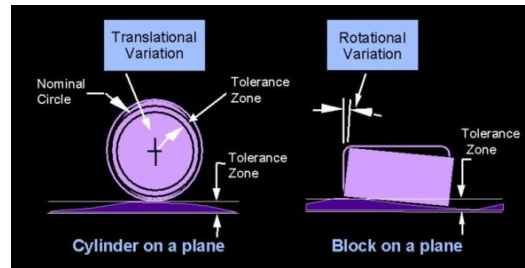
1. Gewohntes Userinterface
2. Direkte Definition an der CAD-Geometrie
3. Detaillierte Definition der Prozesse und Auswertung ohne CAD-Kenntnisse

CETOL6TM Toleranzsimulationen berücksichtigen

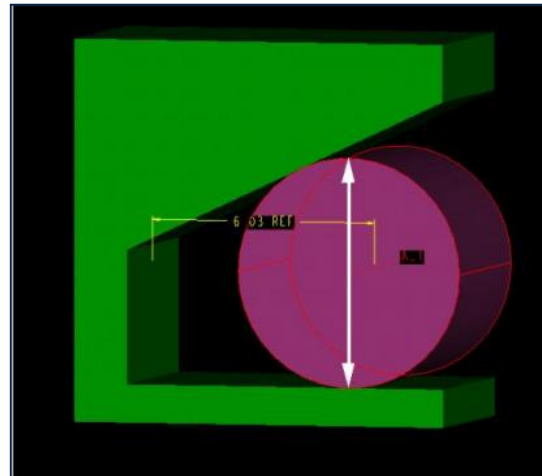
○ Maßabweichungen



○ Geometrische Abweichungen

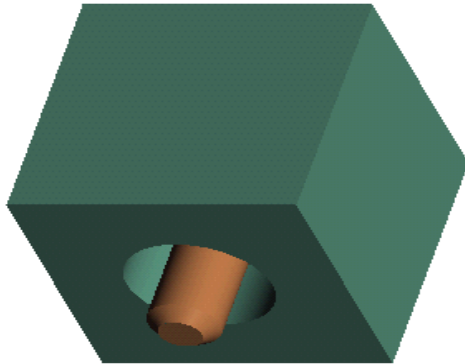


○ Kinematische Abweichungen

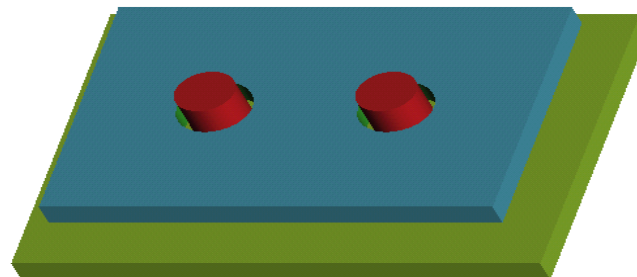
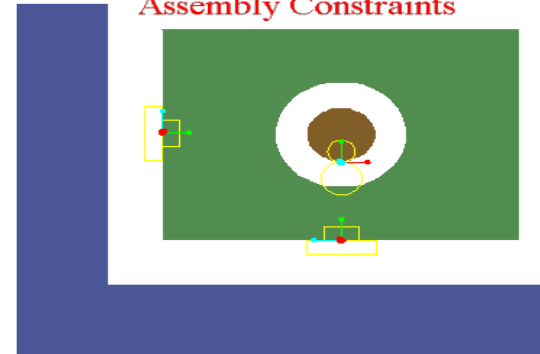


CETOL6 Kinematische Modelle = REALE MODELLE

Ein paar Beispiele:



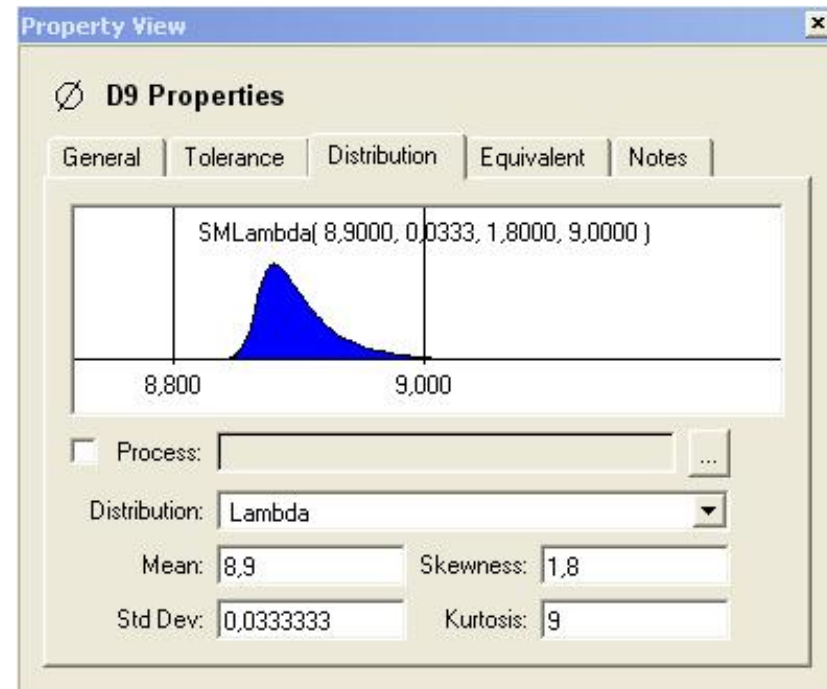
CE/TOL Joints Correct Unrealistic Pro/E Assembly Constraints

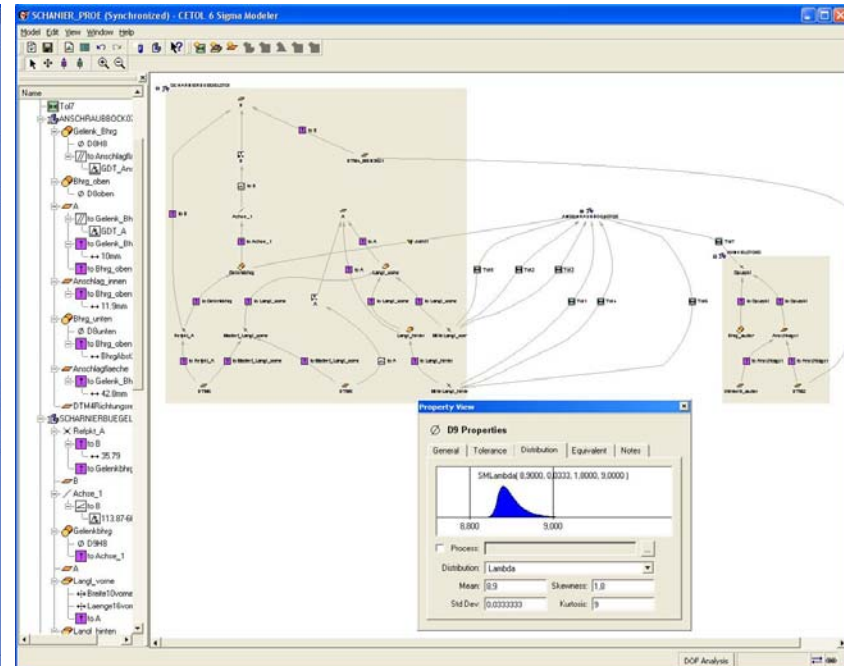


CETOL6[✓] Erweitern der Bemaßung mit realen Fertigungsprozessen

Prozess- und Fertigungsdaten können den Toleranzeigenschaften zugewiesen werden:

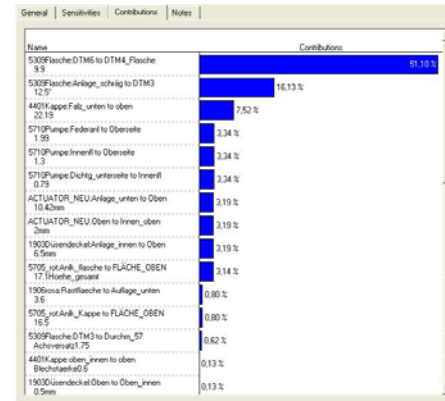
- cp, cpk, Sigma
- Standartabweichungen
- Verteilungsformen



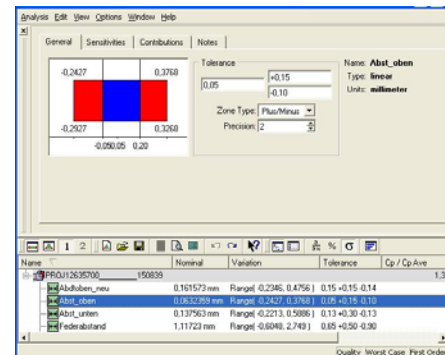


CETOL6 Ergebnisse

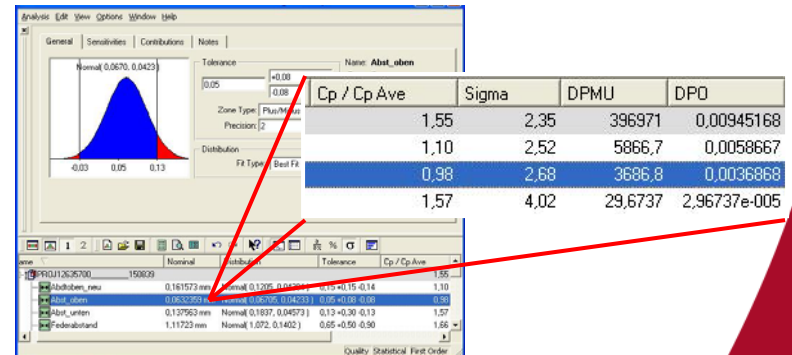
„Welches Maß hat welchen Einfluss?“



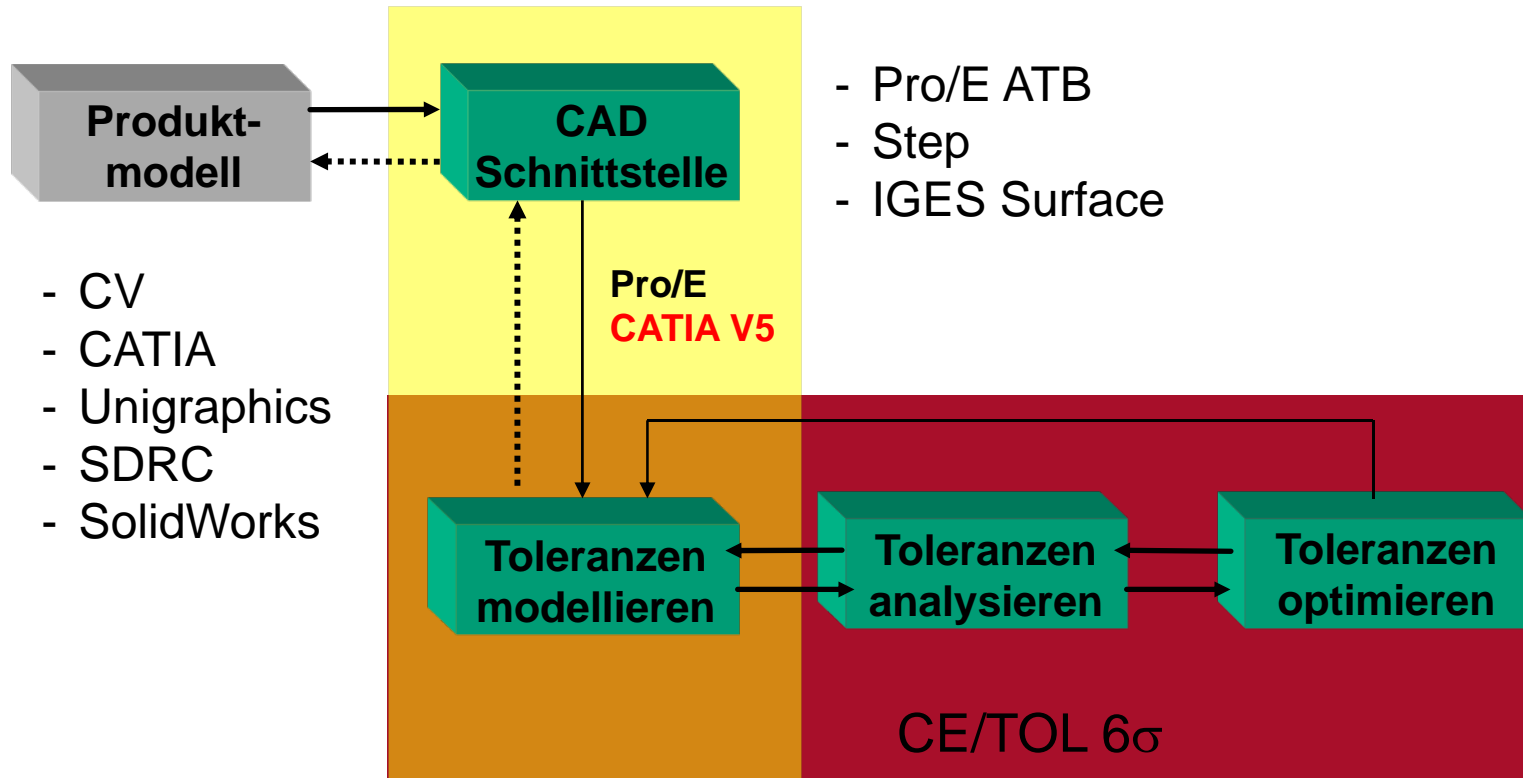
„Wie sieht der Worst-Case aus?“



Statistische Auswertung nach 6-Sigma



Heterogene CAD Systeme und **CETOL6 σ**



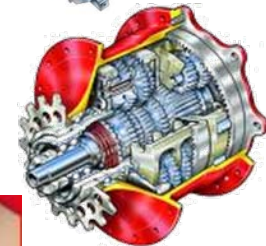
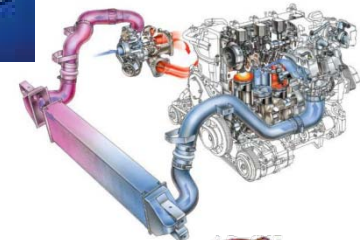
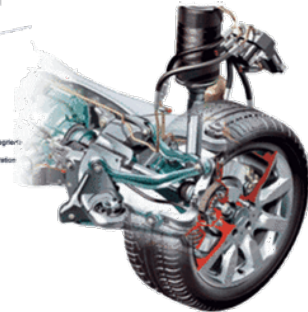
CETOL6✓ Marktdurchdringung

7/85/74/76/95/8N/AAerospace/
DefenseAutomotive
ProductsHigh Tech/
ElectronicsIndustrial
ProductsMedical
DevicesFootwear/
Apparel**Raytheon** **TOYOTA****intel** **ITT Industries**
*Engineered for life***WelchAllyn****Reebok**
Product Lifecycle Management **AIRBUS** **hp**
*invent***ABB****stryker**
Medical **nikepdm****BAE SYSTEMS****LOCKHEED MARTIN****TRW** **MOTOROLA** **YORK**
Leading the World in Heating, **ABIOMED****LIZ CLAIBORNE** **BOEING** **Audi** **SAMSUNG****Rexroth**
Bosch Group **Alcon** **Sara Lee****HARRIS****DELL** **MITSUBISHI**
HEAVY INDUSTRIES, LTD.
BABCOCK BORSIG POWER **BD****patagonia****United Defense****EMC²**
*where information lives***CATERPILLAR** **Abbott Laboratories****LANDS' END**
*DIRECT MERCHANDISE***HARMAN/BECKER**
AUTOMOTIVE SYSTEMS**SONY** **Medtronic**
*When Life Depends on Medical Technology***Limitedbrands****Redcats USA (Brylane)**

INNEO Referenzen für prozessorientierte QM-Projekte mit Hilfe der Simulation



...





kompetent ' schnell ' erreichbar ' servicefreundlich ' preis-leistungsstark

That's IT.