FEM-Simulation für die Produkt- und Prozessinnovation

Dipl.-Ing. Thomas Lieber

Hausmesse Rasselstein

Andernach, 14. Mai 2009

IWP
INSTITUT WERKZEUGMASCHINEN
UND PRODUKTIONSPROZESSE

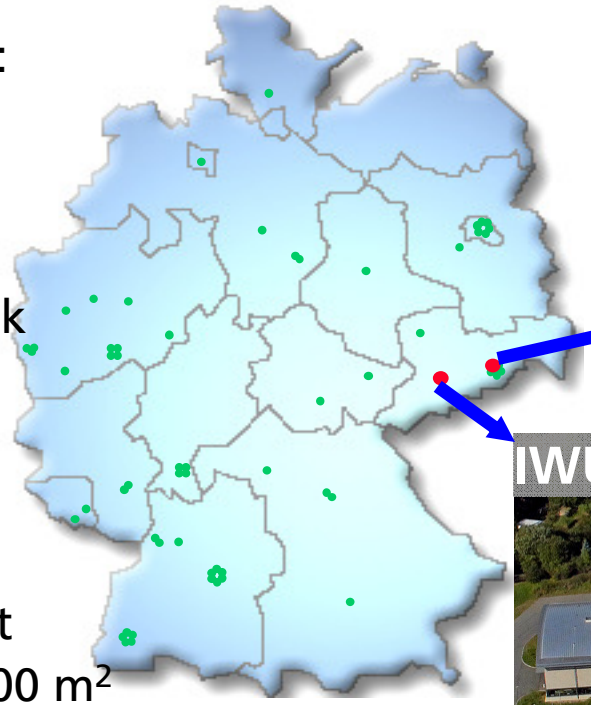
Fraunhofer
IWU

Gliederung

1. Fraunhofer IWU
2. Marktanforderungen - Bedarf
3. Produktoptimierung mittels FEM-Simulation
4. Prozessoptimierung mittels FEM-Simulation
5. Zusammenfassung

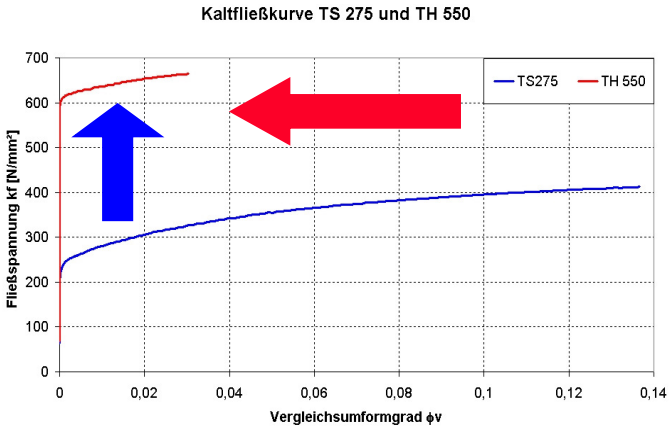
Das Institut im Profil

- 1991 gegründet
- Hauptforschungsgebiete:
  - Umformtechnik
  - Werkzeugmaschinen
  - Zerspanungstechnik
  - Mechatronik/Adaptronik



- 342 Mitarbeiter/innen
- 18,4 Mio. € Jahresbudget
- 7 100 m^2 Fläche inkl. 4 000 m^2 Versuchsfelder in Chemnitz und Dresden

Marktanforderungen



- Marktsituation
  - steigender Wettbewerbsdruck durch Konkurrenzwerkstoffe (Aluminium, PET, Karton)
  - steigende Produktanforderungen hinsichtlich Geometrie und Komplexität
- Trends zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit
  - Downgauging
    Reduktion der Blechdicke und Einsatz höherer Werkstoffgüten
  - Entwicklung geometrieflexibler Herstellverfahren (Hydroforming, inkrementelle Verfahren, …)

Bedarf der Metallverpackungsindustrie

Einbindung des IWU in die Produkt- und Prozessentwicklung

- Technologien und Verfahren zur prozesssicheren Verarbeitung der dünneren hochfesten Werkstoffgüten gesucht

- Anpassung bestehender Technologien

  - stabile optimierte Prozessfenster gesucht
  - hoher Versuchsaufwand notwendig

- Entwicklung neuer Technologien

  - hohe F&E-Kosten
  - hohe Investitionskosten

FEM-Anwendung in der Metallverpackungsindustrie

Fraunhofer IWU

Zur Verfügung stehende Software

PAM-STAMP 2G

LS-DYNA

ANSYS

ABAQUS

DEFORM
Design Environment for FORMing

- Technologieerprobung und –optimierung im Vorfeld mittels FEM-Simulation der Produkte und Prozesse
- Vorteile
  - deutliche Reduktion des Versuchsaufwandes
  - Verringerung der Entwicklungszeiten und -kosten
  - systematische Technologieuntersuchung
    -> Wissenssicherung im Unternehmen
  - systematische Bauteiloptimierung
- Anwendung der FEM:
  - gezielte geometrische Versteifung von Bauteilen
  - Ausschöpfung des Werkstoffpotentials
  - Bestimmung eines stabilen Prozessfensters
  - Designstudien
  - Technologiestudien

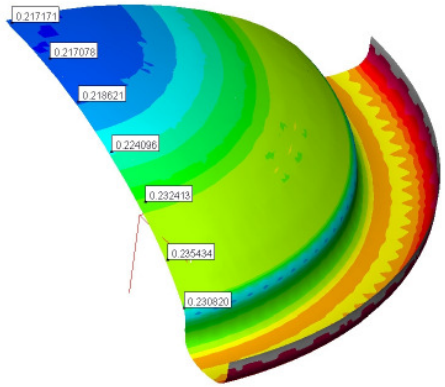
Produktoptimierung mittels FEM-Simulation für einen Aerosoldosenboden

Optimierung Dosenboden - Ausgangssituation

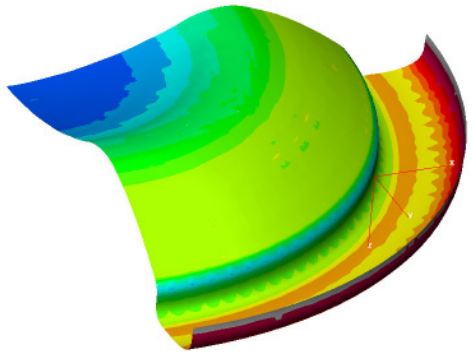
- Anforderungen
  - Geometrieoptimierung
  - Reduktion der Blechdicke (jetzt 0,24 mm)
- Vorgehensweise bei der FEM-Simulation
  - Abbildung des Prozess IST-Standes
  - Abbildung des Belastungsverhaltens
  - Geometrieoptimierung mittels DoE
  - Ermittlung der maximal erreichbaren Materialreduzierung

Optimierung Dosenboden - Originalgeometrie

Wanddickenverteilung

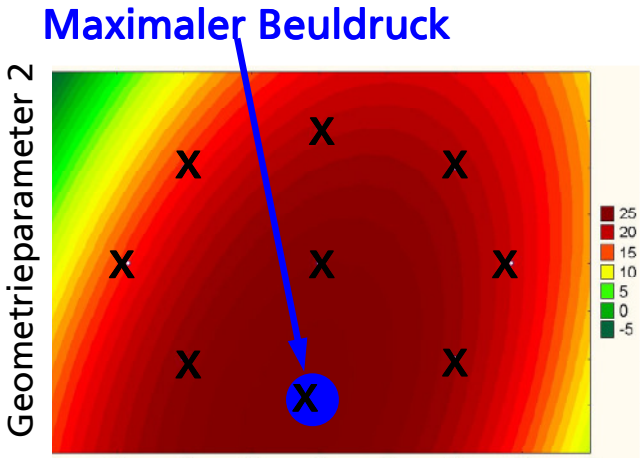


Beulverhalten bei ca. 18 bar



- FEM-Umformsimulation - Realteilabgleich
  - Berücksichtigung der Bauteilsymmetrie
  - Prozess – DoE – Analyse der Prozessparameter
  - Wanddickenvergleich lieferte gute Übereinstimmung mit gemessenen Realteilen
- FEM-Belastungssimulation - Realteilabgleich
  - Druckbelastung des umgeformten Bodens
  - Beginn des Ausbeulens kennzeichnet Belastungsgrenze
  - Modell beult bei einem Druck von ca. 18 bar -> gute Übereinstimmung mit Realverhalten

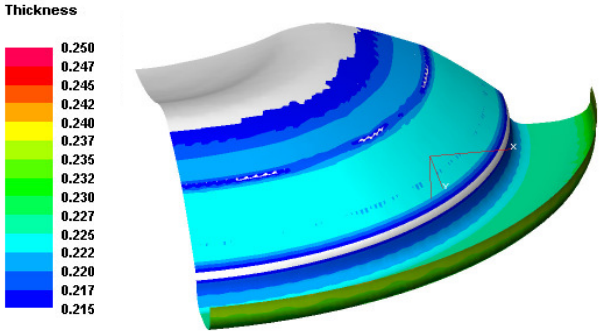
Optimierung Dosenboden – optimierte Geometrie



Geometrieparameter 1

X - Versuchskombinationen

Beulverhalten bei 18 bar

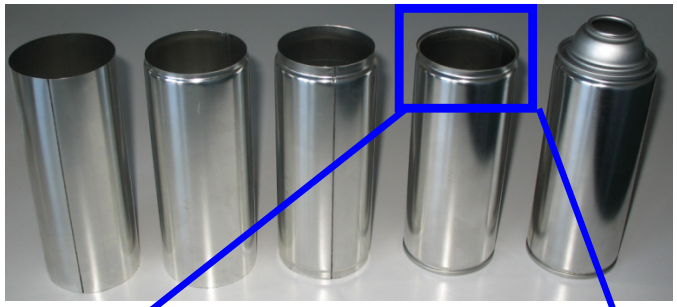


- Nutzung der statistischen Versuchsplanung
  - Produkt – DoE – Analyse Maximum des Beuldruckes
- Ergebnisse
  - Optimum für die Geometrieparameter ermittelt
    -> Machbarkeit dieses Bodens nachgewiesen
  - Reduktion der Materialstärke um 0,02 mm
    -> Machbarkeit dieses Bodens nachgewiesen
    -> Boden erträgt gleiche Belastung wie Originalboden mit höherer Ausgangswanddicke
  - Entwicklungsdauer - ca. 6 Wochen
  - Übertragbarkeit auf andere Durchmesser gegeben

Prozessanalyse mittels FEM-Simulation für das Rolleinziehen

Prozessanalyse Rolleinziehen - Ausgangssituation

Stadienfolge Aerosoldosenherstellung

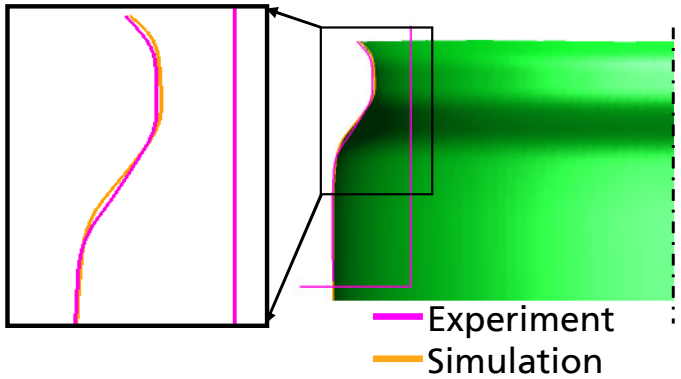


Stufe Rolleinziehen

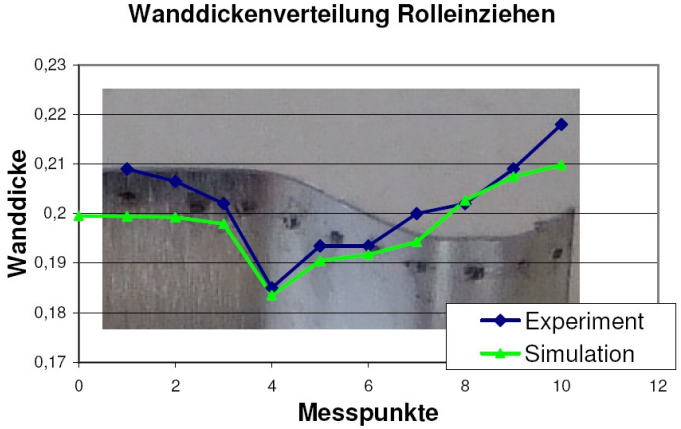
- Anforderungen
  - Erreichen maximaler Durchmesserreduktionen
  - Einsatz dünnerer höherfester Materialgüten
- Vorgehensweise in der FEM-Simulation
  - Abbildung Prozess IST-Stand
  - Prozessparameteranalyse
  - Optimierung Prozess für Einsatz höherfester dünnerer Werkstoffe

Prozessanalyse Rolleinziehen – Ist-Stand-Abbildung

Geometrievergleich



Wanddickenverteilung



- Randbedingungen für die FEM:
  - Berücksichtigung eines Schweißnahtmodells (Materialdicke und Materialeigenschaften)
  - Untersuchung auf Umformzone beschränkt
- Ergebnisse :
  - Geometrievergleich zeigt sehr gute Übereinstimmung
  - Wanddickenverteilung entspricht qualitativ und quantitativ den experimentellen Ergebnissen

Prof. Neugebauer
Dipl.-Ing. Thomas Lieber

IWP INSTITUT WERKZEUGMASCHINEN UND PRODUKTIONSPROZESSE
Fraunhofer IWU
Gebrüder Leonhardt Blema Kircheis seit 1861
FEM-Simulation für die Produkt- und Prozessinnovation

Prozessanalyse Rolleinziehen – Einsatz höherfester Werkstoffe

Vergleich von Werkstoffen

deutliche Faltentendenz

- Veränderung Werkstoff
  - von TS290 0,2 mm auf TH550 0,2 mm
- Ergebnisse
  - deutliche Faltentendenz während der Umformung
  - Anpassung Prozess- und Geometrieparameter notwendig
- Weitere Vorgehensweise
  - Geometrieparameteranalyse
  - Optimierung der Geometrien und des Prozesses für Werkstoffe und Blechdicken
- Ziel
  - Vorausbestimmung einer Prozesskonfiguration in Abhängigkeit von Werstoffgüte – und dicke

Zusammenfassung

Unter den Aspekten

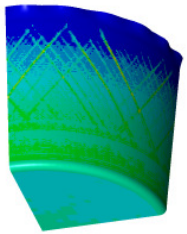
- Zunehmender Wettbewerb,
- Komplexere Geometrien,
- Sinkende Losgrößen,
- Neue Technologien

bietet

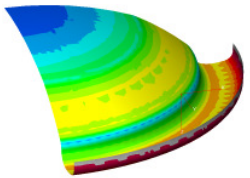
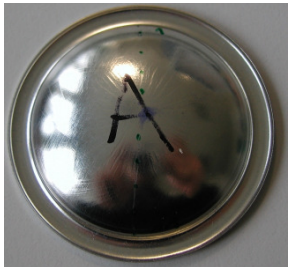
- die Simulation eine Lösung zur schnelleren und effizienteren Bauteil- und Prozessentwicklung.
- Das IWU steht Ihnen als kompetenter Partner zur Verfügung

Fraunhofer IWU Projektreferenzen

Spreizdrehen

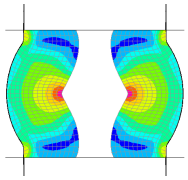


Konisches Weiten

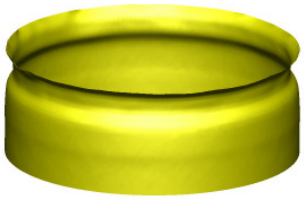



Optimierung Beulverhalten von Aerosoldosenböden

Aufweiten mit Gummi



Einziehverfahren



Vielen Dank !

Prozess-entwicklung SPINCLIP (wiederver-schließbare Dose)

Foto IMVGmbH