

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen

Dipl.-Ing. Michael Fleischer¹, Dr.-Ing. Marcus Wagner¹, Dr.-Ing. Martin Hahn¹,
Prof. Dr.-Ing. K.-U. Bletzinger², Prof. Dr.-Ing. K. Schweizerhof³, Prof. Dr.-Ing. habil. M. Bischoff⁴

¹ BMW Group

² Universität München (TU)

³ Universität Karlsruhe (TH)

⁴ Universität Stuttgart

LS-DYNA Forum 2006.

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen.

Dipl.-Ing. Michael Fleischer
BMW Group

Univ. Prof. Dr.-Ing. K.-U. Bletzinger
Universität München (TU)

Dr.-Ing. Marcus Wagner
BMW Group

Prof. Dr.-Ing. K. Schweizerhof
Universität Karlsruhe (TH)

Dr.-Ing. Martin Hahn
BMW Group

Prof. Dr.-Ing. habil. M. Bischoff
Universität Stuttgart

BMW Group



LS-DYNA Forum
2006
Michael Fleischer
Seite 2

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Gliederung.

- Gliederung**
 - Ausgangssituation
 - Motivation und Ziele
 - Folgeoperationen
 - Simulationsmodell
 - Finite Elemente
 - Materialmodell
 - Versuchswerkzeug
- Ausgangssituation
 - Motivation und Ziele
 - Folgeoperationen
 - Simulationsmodell
 - Finite Elemente
 - Materialmodell
 - Versuchswerkzeug

LS-DYNA Forum 2006
 Michael Fleischer
 Seite 3

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Ausgangssituation.

Gliederung

- Ausgangssituation
- Motivation und Ziele
- Folgeoperationen
- Simulationsmodell
- Finite Elemente
- Materialmodell
- Versuchswerkzeug

- Veränderung der Anforderungen an die virtuelle Prozessabsicherung.
 - Innovatives Design.
 - Steigende Komplexität der Umformung.
 - Höher- und höchstfeste Werkstoffe.



- Stand der Technik: Berechnung Tiefziehen und Aufsprung.
 - AFO10
 - AFO15



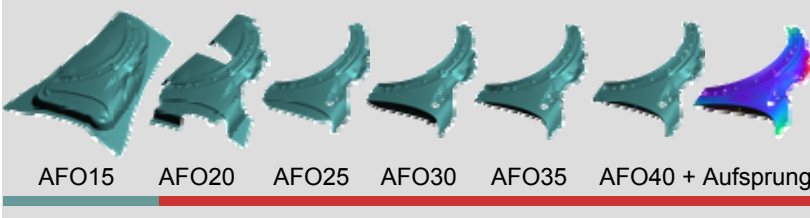
LS-DYNA Forum 2006
 Michael Fleischer
 Seite 4

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Motivation und Ziele.

Gliederung

- Ausgangssituation
- Motivation und Ziele
- Folgeoperationen
- Simulationsmodell
- Finite Elemente
- Materialmodell
- Versuchswerkzeug

- Aufbau einer Prozesskette für Folgeoperationen.



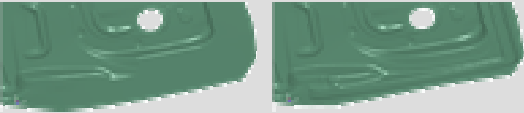
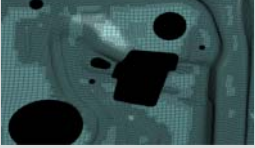
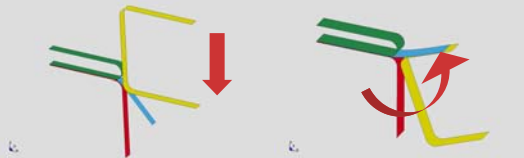
- Steigerung der Aussagefähigkeit und -qualität der Simulation bezüglich:
 - Abbildung des Spannungszustandes.
 - Maßhaltigkeit des Einzelteils.
 - Erkenntnisgewinn bereits in der Frühen Phase.

LS-DYNA Forum 2006
 Michael Fleischer
 Seite 5

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen.

Folgeoperationen.

- Folgeoperationen:
 - Weiterziehen.
 - Nachschlagen.
 - Beschneiden.
 - Abkanten.
 - Biegen.
 - Bördeln.
 - ...

- Weiterziehen. 
- Beschnitt. 
- Abkanten. 



Gliederung
 Ausgangssituation
 Motivation und Ziele
Folgeoperationen
 Simulationsmodell
 Finite Elemente
 Materialmodell
 Versuchswerkzeug


LS-DYNA Forum 2006
 Michael Fleischer
 Seite 6


Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen.



Simulationsmodell.


- **Algorithmen.**
 - Implizit
 - Explizit
$$M \cdot \ddot{U} + C \cdot \dot{U} + K \cdot U = F$$

- **FE-Diskretisierung.**
 - Shell 
 - Solid 

- **Simulationsmodell.** 

- **Materialmodell.**
 - Verfestigung
 - Fließkurve
 - Fließort 

- **Kontaktmodell.**
 - Lagrange 
 - Penalty 

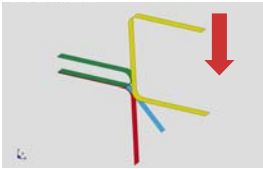
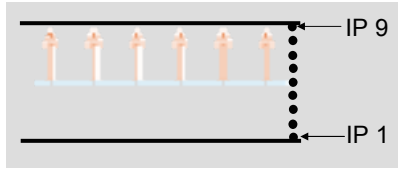
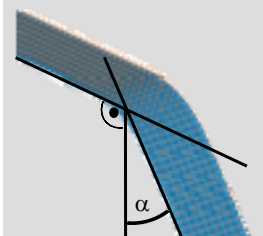
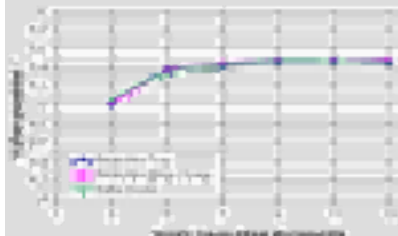
- **Bauteildiskretisierung.**
 - Vernetzungsparameter 

Gliederung
 Ausgangssituation
 Motivation und Ziele
 Folgeoperationen
Simulationsmodell
 Finite Elemente
 Materialmodell
 Versuchswerkzeug

LS-DYNA Forum 2006
Michael Fleischer
Seite 7

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Finite Elemente.

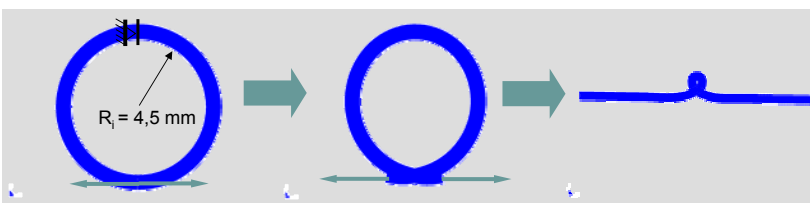

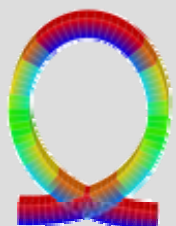
Gliederung
Ausgangssituation
Motivation und Ziele
Folgeoperationen
Simulationsmodell
Finite Elemente
Materialmodell
Versuchswerkzeug

- Auswahl eines beispielhaften Ergebnisses:
- Abkanten.
 
- Integrationspunkte Schale.
 
- Aufsprungwinkel.
 
- Analyse.
 

LS-DYNA Forum 2006
Michael Fleischer
Seite 8

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Finite Elemente.

Gliederung
Ausgangssituation
Motivation und Ziele
Folgeoperationen
Simulationsmodell
Finite Elemente
Materialmodell
Versuchswerkzeug

- Ringzugversuch.
 
- Spannungsanalyse.
 - Solids.
 
 - Schale.
 

LS-DYNA Forum 2006
 Michael Fleischer
 Seite 9

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Finite Elemente.

- Spannungsanalyse – Schalenelement.

Gliederung
 Ausgangssituation
 Motivation und Ziele
 Folgeoperationen
 Simulationsmodell
Finite Elemente
 Materialmodell
 Versuchswerkzeug

- Analyseelement.
- Spannungsverlauf - Elementversagen.
- Defektes Element.

Position über Elementdicke
 Berechnungsschritte

Zugspannung / N/mm²
 Druckspannung / N/mm²

LS-DYNA Forum 2006
 Michael Fleischer
 Seite 10

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Finite Elemente.

- Spannungsanalyse – Schale und Solid.

Gliederung
 Ausgangssituation
 Motivation und Ziele
 Folgeoperationen
 Simulationsmodell
Finite Elemente
 Materialmodell
 Versuchswerkzeug

Zugspannung / N/mm²
 Druckspannung / N/mm²
 Berechnungsschritte

Solid 2D - uniaxial Element
 Solid 2D - multiaxial Element
 Solid 2D - uniaxial Element
 Schale - uniaxial Shell
 Schale - multiaxial Shell
 Schale - uniaxial Shell

$R_i \approx 1,0 \text{ mm}$

LS-DYNA Forum 2006
Michael Fleischer
Seite 11


- Gliederung
- Ausgangssituation
- Motivation und Ziele
- Folgeoperationen
- Simulationsmodell
- Finite Elemente
- Materialmodell**
- Versuchswerkzeug

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Materialmodell.

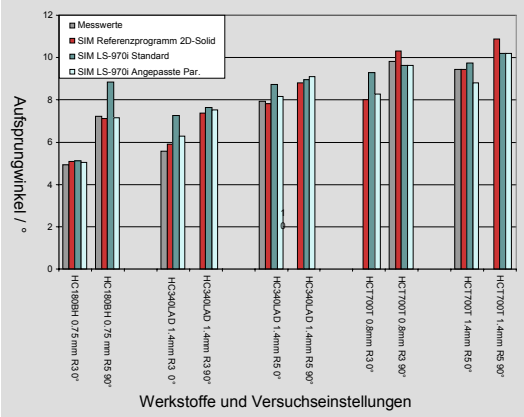
- Versuche mit Rotationsabkantbank.

Werkstoffe:
HC180BH
HC340LAD
HCT700T

Matrizenradien:
R3 und R5



▪ Versuchsergebnisse.



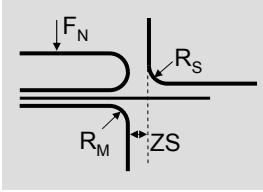
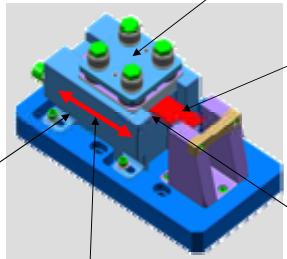
Werkstoffe und Versuchseinstellungen

LS-DYNA Forum 2006
Michael Fleischer
Seite 12

- Gliederung
- Ausgangssituation
- Motivation und Ziele
- Folgeoperationen
- Simulationsmodell
- Finite Elemente
- Materialmodell
- Versuchswerkzeug**

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Versuchswerkzeug.

- Aufbau eines Laborwerkzeuges für Abkantversuche in einer Universalprüfmaschine zur Parameteranalyse:
 - Einfluss des Matrizenradius R_M
 - Einfluss des Stempelradius R_S
 - Einfluss des Ziehspaltes Z_S
 - Einfluss der Niederhaltekraft F_N

Bewegungsrichtung der Aufnahme zum Einstellen des Ziehspaltes

LS-DYNA Forum 2006
Michael Fleischer
Seite 13

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Versuchswerkzeug.

Gliederung
Ausgangssituation
Motivation und Ziele
Folgeoperationen
Simulationsmodell
Finite Elemente
Materialmodell
Versuchswerkzeug

- Laborwerkzeug.
 - Niederhalter
 - Matrizen- und Stempeleinsatz
 - Sensoren
 - Aufnahme
 - Probe
 - Stempel

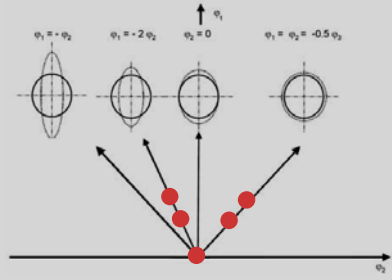


LS-DYNA Forum 2006
Michael Fleischer
Seite 14

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen. Versuchswerkzeug.

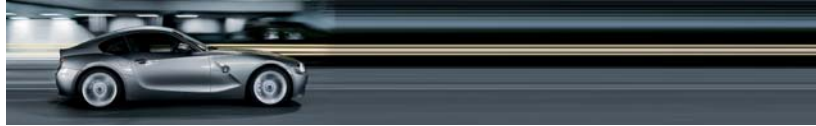
Gliederung
Ausgangssituation
Motivation und Ziele
Folgeoperationen
Simulationsmodell
Finite Elemente
Materialmodell
Versuchswerkzeug

- Auswahl beispielhafter Parameter:
 - Werkstoffe:
 - Blechstärken bis zu 5mm
 - Dehnungszustände:
 - Anlieferungszustand
 - 10% und 15% uniaxial
 - 10% und 15% biaxial
- Matrizenradien 1, 2, 3, 5, 10 mm
- Ziehspalt BD + 0,1 mm und BD + 0,3 mm



LS-DYNA Forum
2006
Michael Fleischer
Seite 15

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Michael Fleischer

Dipl.-Ing.

Lackierte Karosserie
Produkt- und Prozessgestaltung, Simulation
BMW Group

