

# Simulationsmethodik für das Hinterspritzen/Hinterpressen von textilen Einbauteilen im Automobilinnenraum

Peter Reithofer, Reinhard Hafellner

advanced polymer engineering GmbH, [www.ape.co.at](http://www.ape.co.at), Leoben, Austria

Markus Hinterwallner

eybl Austria GmbH, Krems, Austria

## **Abstract:**

The following presentation shows new ways in simulation methods of textile applications in the field of automotive interiors. Nowadays the virtual estimation of production processes and virtual prediction of the behaviour of products is widely far an industrial standard. The advantages for the development are mainly in the decrease of time-to-market and the increase in quality and reliability.

One of the main production processes in textile applications is backmoulding. The first step of this very physical sophisticated process is to deep-draw a textile. Deep drawing simulations for textile applications are also unusual. The next step is to backmould the preformed textile by a polymer-melt out of an injection moulding machine. At the moment it is only possible, to simulate a normal injection process, to discover the flow-, pressure-, temperature-, shrinkage- and warp-behaviour.

This is the reason why eybl Austria GmbH and advanced polymer engineering GmbH have decided to develop new virtual methods, for a better performance and a better process-estimation in developing new textile interior parts. Therefore own software routines and material characterisations are carried out, to support and optimize injection moulding and deep drawing simulations. First results out of these studies show the possible potential of the new simulation methods.

## **Keywords:**

Textilapplikation, Automobilinnenraum, Hinterspritzen, Dynamische Simulation

## 1 Kurzfassung

Textile Oberflächen und deren Eigenschaften haben eine große Bedeutung im Automobilinnenraum. Die Herstellung von Kunststoffbauteilen mit textilen Oberflächen erfolgt meistens durch Fertigungsprozesse wie Hinterspritzen oder Hinterpressen.

Die Forderung nach immer kürzer werdenden „Time-to-Market“-Zeiten und eine steigende Variantenvielfalt von textilen Flächengebilden im Entwicklungsprozess eines Bauteils im Automobilinnenraum verstärken die Suche nach Methoden zur virtuellen Vorhersage zum verarbeitungstechnischen Verhalten von Textilien während der Produktion von Einbauteilen für den Automobilinnenraum. Die momentane Entwicklung der sehr komplexen physikalischen Problemstellungen wird in hohem Maße durch eine aufwändige "Trail & Error" Vorgehensweise gelöst. Die virtuelle Simulation, im speziellen die Methode der Finiten Elemente, die in unterschiedlichsten Industriebereichen und Anwendungen erfolgreich zum Einsatz kommt, ist aufgrund der anwendungs-, einbau- und gebrauchsspezifischen Eigenschaften der textilen Flächengebilde und der unterschiedlichen Verarbeitungsprozesse zur Herstellung der Automobilinnenraumbauteile zum jetzigen Zeitpunkt nur bedingt anwendbar. Daher müssen neue Methoden und Ansätze entwickelt werden, die eine effizientere Vorausbildung, zielgerichtete Problemlösung und höhere Fertigungssicherheit für die Einsatzbereiche der textilen Flächengebilde gewährleisten.

Sowohl im Hinterspritz- als auch im Hinterpressprozess wird das Textil in eine Form eingelegt und in einem Tiefziehprozess vor- oder endgeformt. Abhängig von der jeweiligen Geometrie des Tiefziehkörpers muss der Stoff teilflächig oder punktuell der resultierenden Verformung folgen können. Zusätzlich ergeben sich durch Verarbeitungsparameter wie Temperaturen und Drücke weitere Belastungsgrenzen. Als negative Folgen können auftreten: Faltenbildungen, Risse, Stoffloslösungen, Glanzstellen, Oberflächenverzerrungen und andere Effekte. Eine virtuelle Beschreibung muss daher diese Effekte erfassen und beschreiben.

Neben den Fertigungsprozessen haben die unterschiedlichsten Textilarten und -aufbauten Einfluss auf das Erscheinungsbild des Endproduktes. Aus der Kombination von Gestriicken, Gewirken und/oder Geweben mit unterschiedlichen Klebern (Schaumflam- o. Thermoplastkaschierung) und Unterwaren (Gestricke, Gewirke, Vlies) ergeben sich die maßgebenden Eigenschaften, durch die es zu einem Einfluss auf die Verarbeitbarkeit und die Optik bzw. Design des Endproduktes kommt.

Im Bereich der virtuellen Simulation gibt es gängige Softwarelösungen, die Teilbereiche des Gesamtprozesses beschreiben können, jedoch nicht das Zusammenspiel dieser berücksichtigen. Für Spritzgussbauteile gibt es Lösungen im Bereich der Strömungssimulation, mit deren Hilfe hinsichtlich Füll-, Temperatur-, Druck-, Kühl- und Verzugsverhalten Berechnungen durchgeführt werden können. Die Methode der finiten Elemente (FEM) erlaubt es das Verformungsverhalten von Bauteilen unter Belastung zu beschreiben. Den Tiefziehprozess von Textilien bzw. -Textilapplikationen hiermit zu betrachten und zu untersuchen ist unüblich. Eine Softwarelösung die es ermöglicht die prozessspezifischen Parameter und vor allem das physikalische Zusammenspiel des Hinterspritzens oder Hinterpressens zu beschreiben, ist momentan nicht verfügbar. Neben dem Fehlen der notwendigen Werkzeuge und Methoden zur virtuellen Beschreibung fehlen die adäquaten Materialeingangsdaten und –grenzwerte für die Simulation.

Eybl Austria GmbH und advanced polymer engineering GmbH haben sich daher entschlossen, gemeinsam Simulationsmethoden zu entwickeln. Der nachfolgende Vortrag zeigt die ersten dabei beschrittenen Wege. Innerhalb der durchgeführten Arbeiten konnte eine Verifizierung bzw. Validierung der bestehenden Simulationssoftwarelösungen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit auf die geforderte Problemstellung durchgeführt werden. Ergebnisse an ersten Bauteilen zeigen das mögliche Potential in der Anwendung von Simulationsmethoden für textile Einbauteile im Automobilinnenraum. Dabei spielt eine belastungsadäquate Materialcharakterisierung eine essentielle Rolle, um die Qualität der Ergebnisse zu garantieren.

Mit Hilfe eigens für die Problemstellung entwickelten Softwareroutinen und dem damit möglichen Zusammenspiel unterschiedlicher Simulationsmethoden bzw. Softwarelösungen ist es möglich, die komplexen physikalischen Prozesse des Hinterspritzens zu erfassen und vorherzusagen.

### **Vision:**

**DER TECHNISCH UND VIRTUELL DURCHGÄNGIG SIMULIERTE AUTOMOBILINNENRAUM**

## Simulationsmethodik für das Hinterspritzen/Hinterpressen von textilen Einbauteilen im Automobilinnenraum



**Peter Reithofer, Reinhard Hafellner**  
advanced polymer engineering GmbH  
Peter Tunner Str. 4, A- 8700 Leoben, www.ape.co.at



**Markus Hinterwallner**  
Eybl Austria GmbH  
Dr. Franz Wilhelm-Straße 2, A-3500 Krems



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 1

## Inhalt

- **Einleitung**
- **Herstellverfahren von textilen Einbauteilen**
  - Hinterspritzprozess
  - Hinterpressen / Prägen
- **Simulationsmethodik - Möglichkeiten**
  - Strömungssimulation
  - Tiefziehsimulation
- **Simulationsmethodik - Erweiterte Betrachtungen**
  - Materialbeschreibung
  - Wechselwirkung
- **Zusammenfassung und Ausblick**



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 2

## Einleitung

- typische Anwendungen im Automobilinnenraum
  - Himmel, Säulen, Hutablagen und Türseitenverkleidung
- Verwendete Materialien
  - 2-3 Schicht Textil laminate (bestehend aus Gestricken, Gewirke, Gewebe, Vlies, Kleber, Schaum, Thermoplast)
  - ➔ breites Anwendungsfeld erschließen
  - PP, PC+ABS typische Kunststoffe für Hinterspritzten bzw. Hinterpressen
- Entwicklung geprägt von Trail&Error Vorgehensweise

Ziel:

Die Schaffung von Werkzeugen zur Vorhersage kritischer Parameter durch eine frühzeitige physikalisch realitätsnahe Visualisierung des Endproduktes – von der Fertigung bis zum designgerechten Endprodukt

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

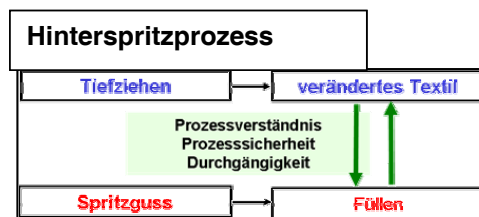
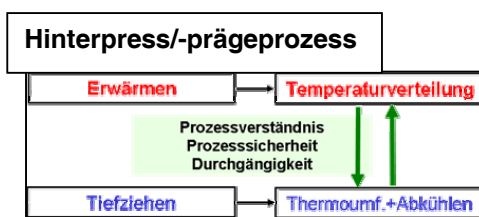
Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 3



## Herstellverfahren von textilen Einbauteilen



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 4



## Simulationsmethodik - Stand der Technik

### ■ Tiefziehen bzw. Umformen

- Anwendungen im Bereich der Metallformgebung
- bzw. Kunststofffolien/-halbzeuge
- Textilien sind unüblich

### ■ Strömungssimulation

- Für Kunststoffbauteile gibt es Simulationspakete, die es ermöglichen Spritzgussimulationen durchzuführen.
- Eine Wechselwirkung mit einem zu hinterspritzenden Gegenpart ist momentan nicht möglich.



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 5

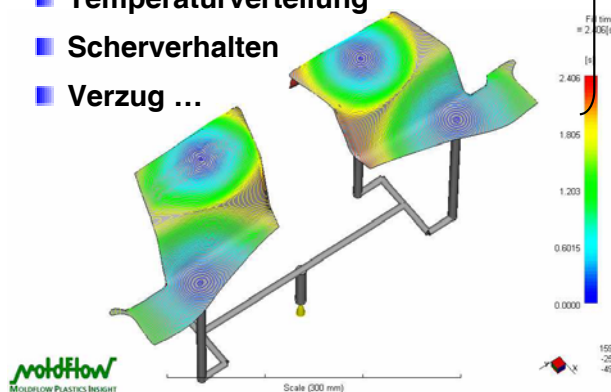
## Simulationsmethodik - Stand der Technik

### Strömungssimulation

#### typische Untersuchung hinsichtlich

- Füllverhalten
- Druckbedarf
- Temperaturverteilung
- Scherverhalten
- Verzug ...

Prozess-  
optimierung



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 6



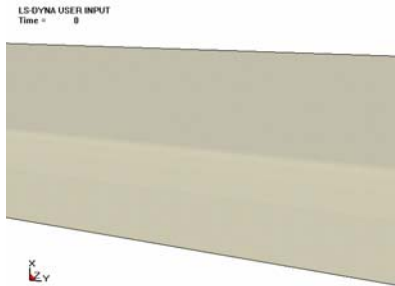
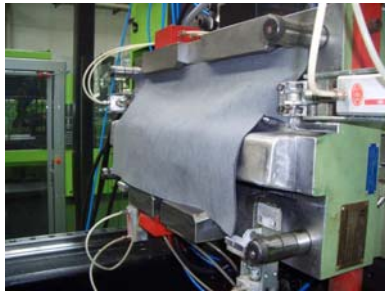
## Simulationsmethodik - Möglichkeiten

### Textil-Tiefziehsimulation

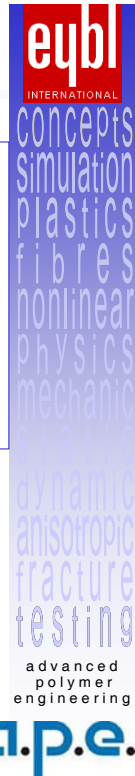
berücksichtigt werden

- Werkzeugschliesswege bzw. -geschwindigkeiten
- Einspannpositionen
- Einspannmechanismen
- Textilvorformung ....

- Beurteilung von Einlegen und Verformen des Textils
- Verstreckungsgrade und Spannungen können dargestellt werden
- Beurteilung der textilen Einspannsituation



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



## Simulationsmethodik - Möglichkeiten

### Modellbildung für die Tiefziehsimulation

Werkzeugoberfläche  
auswerferseitig

textile Dekorschicht

textile Schaumschicht

textile Vliesschicht

Werkzeugoberfläche  
angusseiteig

Werkzeugoberfläche  
auswerferseitig

Werkzeugoberfläche  
angusseiteig

Textil

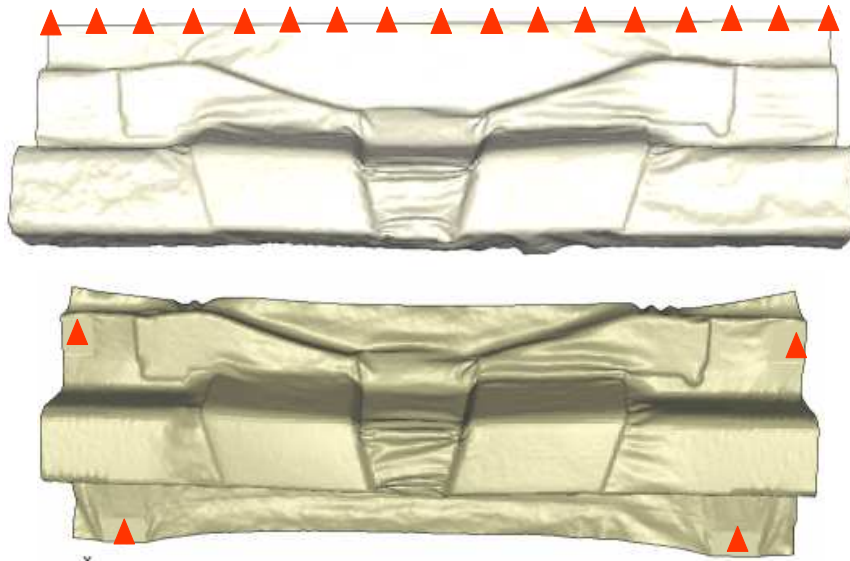
**Berücksichtigung unterschiedlichster Textilien  
(Steifigkeit, mit Schaum, kaschiert, ...)**

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



## Simulationsmethodik - Möglichkeiten

### Einfluss der Einspannsituation auf das Vorformen



© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 9

eybl  
INTERNATIONAL

concepts  
simulation  
plastics  
fibres  
nonlinear  
physics  
mechanic  
dynamic  
anisotropic  
fracture  
testing  
advanced  
polymer  
engineering

a.p.e.

## Simulationsmethodik - Möglichkeiten

### Möglichkeiten zur erweiterten Betrachtungen

#### ■ Strömungssimulation

— Das Textil kann in der Wärmebilanz berücksichtigt werden.

#### ■ Tiefziehsimulation

— Das Verformungsverhalten des Textils aufgrund des Schließen der Werkzeughälften unter Berücksichtigung der Einspannung kann untersucht werden.

— Um die Qualität der Simulationsergebnisse zu erhöhen, muss eine geeignete textile Materialcharakterisierung erfolgen.

#### ■ Wechselwirkung

— Um die wesentlichen physikalischen Wechselwirkungen zu berücksichtigen, muss eine Interaktion zwischen beiden Simulationsmethoden erfolgen.

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 10

eybl  
INTERNATIONAL

concepts  
simulation  
plastics  
fibres  
nonlinear  
physics  
mechanic  
dynamic  
anisotropic  
fracture  
testing  
advanced  
polymer  
engineering

a.p.e.

## Simulationsmethodik - erweiterte Betrachtungen

Ermittlung anhand von

- **Durchstoßversuchen**
  - axiale Belastung
  - biaxiale Belastung
- **Reibwertermittlung**
  - Haftreibung
  - Gleitreibung



DURCHSTOß\_V07  
Time = 05.330

Dadurch ergeben sich

- **Eingangsdaten für die Simulation**
- **neue Beurteilungskriterien**



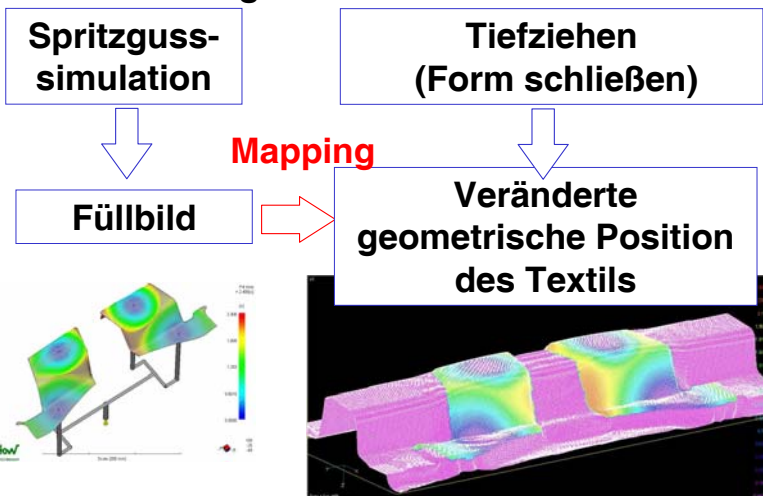
### belastungsadäquate Textilcharakterisierung

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved



## Simulationsmethodik - erweiterte Betrachtungen

■ **Wechselwirkung im Prozess**



**Umsetzung erfolgte durch dafür entwickelte Softwareroutinen**

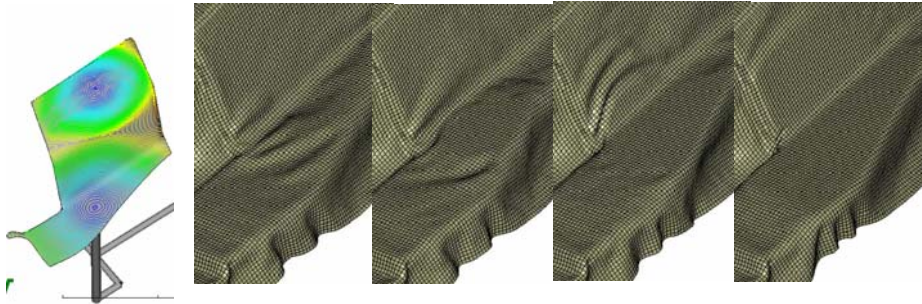
© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved





## Simulationsmethodik - erweiterte Betrachtungen

### Fülleinfluss auf Faltenbildung im Zeitraffer



- bessere Beurteilung der **Faltenbildung**
- besseres Abbilden des **Verformungsverhaltens**

eybl  
INTERNATIONAL  
concepts  
simulation  
plastics  
fibres  
nonlinear  
physics  
mechanic  
dynamic  
anisotropic  
fracture  
testing  
advanced  
polymer  
engineering

a.p.e.

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 13

## Zusammenfassung und Ausblick

- ➔ Mit Hilfe der umgesetzten Softwareroutine und des damit möglichen Zusammenspiels unterschiedlicher Simulationsmethoden bzw. -programme ist es möglich, die komplexen physikalischen Prozesse des textilen Hinterspritzens zu erfassen und damit zu beurteilen.
- ➔ Eine belastungsadäquate textile Materialcharakterisierung ist essentiell um die Qualität der Ergebnisse zu garantieren.
- ➔ Die virtuelle Prozessabbildung ermöglicht eine gezielte Bauteilentwicklung. Je mehr Informationen und signifikante Prozessdaten bekannt sind umso besser ist die Qualität und Aussagekraft der Ergebnisse.

eybl  
INTERNATIONAL  
concepts  
simulation  
plastics  
fibres  
nonlinear  
physics  
mechanic  
dynamic  
anisotropic  
fracture  
testing  
advanced  
polymer  
engineering

a.p.e.

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

Peter Reithofer, Markus Hinterwallner, Reinhard Hafellner 21. Oktober 2005

05102101\_LSDYNA\_handout.ppt

Seite 14

## Zusammenfassung und Ausblick

**Vernetzung der Einzelmodule**

**Vision: DER TECHNISCH UND VIRTUELL DURCHGÄNGIG SIMULIERTE AUTOMOBILINNENRAUM**

© advanced polymer engineering GmbH 2005 - all rights reserved

**eybl**  
INTERNATIONAL  
concepts  
simulation  
plastics  
fibres  
nonlinear  
physics  
mechanic  
dynamic  
anisotropic  
fracture  
testing  
advanced  
polymer  
engineering  
**a.p.e.**