

Automatische Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung für textile Verstärkungsstrukturen

Dr.-Ing. Nuoping Zhao



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



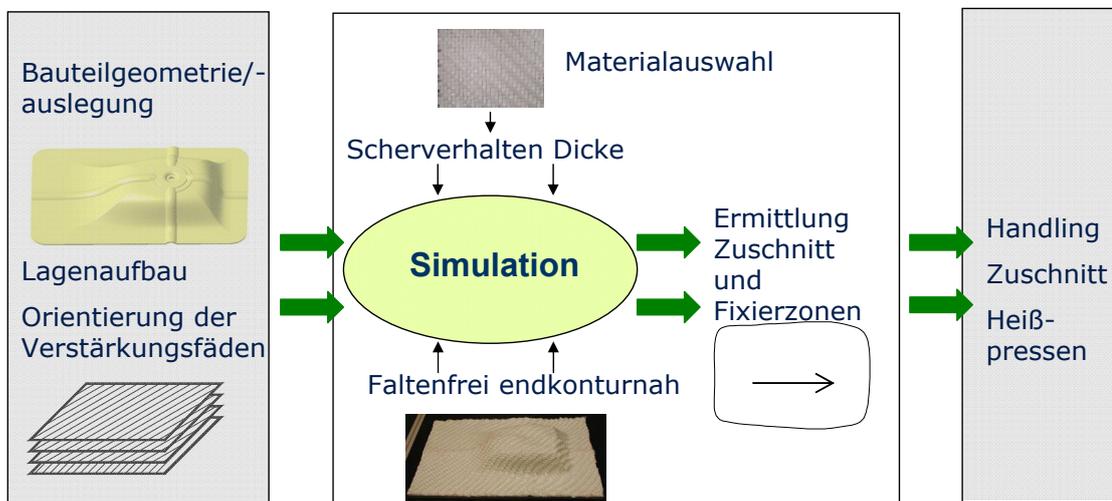
Gliederung

1. Einleitung
2. Ermittlung der Materialkennwerte der textilen Strukturen
3. Implementierung der Materialkennwerte und Simulationsergebnisse
4. Modifizierung des Zuschnittes
5. Punktfixierung mittels Ultraschallschweißen
6. Zusammenfassung

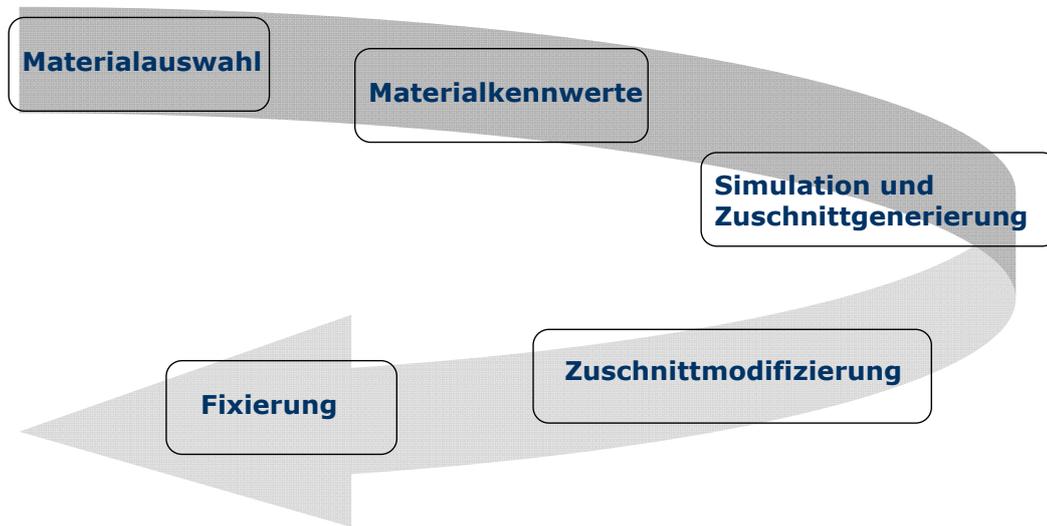
01 Einleitung



Zuschnittgenerierung



Prozesskette für die Zuschnittgenerierung



02 Ermittlung der Materialkennwerte

K2/2
Köper 2/2-Bindung
GF-Gehalt [Vol.- %] 35 %
PP-Gehalt [Vol.- %] 65 %

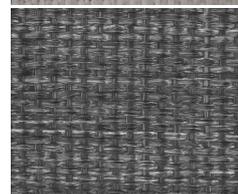


KK
Kettköper 1/3-Bindung
GF-Gehalt [Vol.- %] 52 %
PP-Gehalt [Vol.- %] 48 %

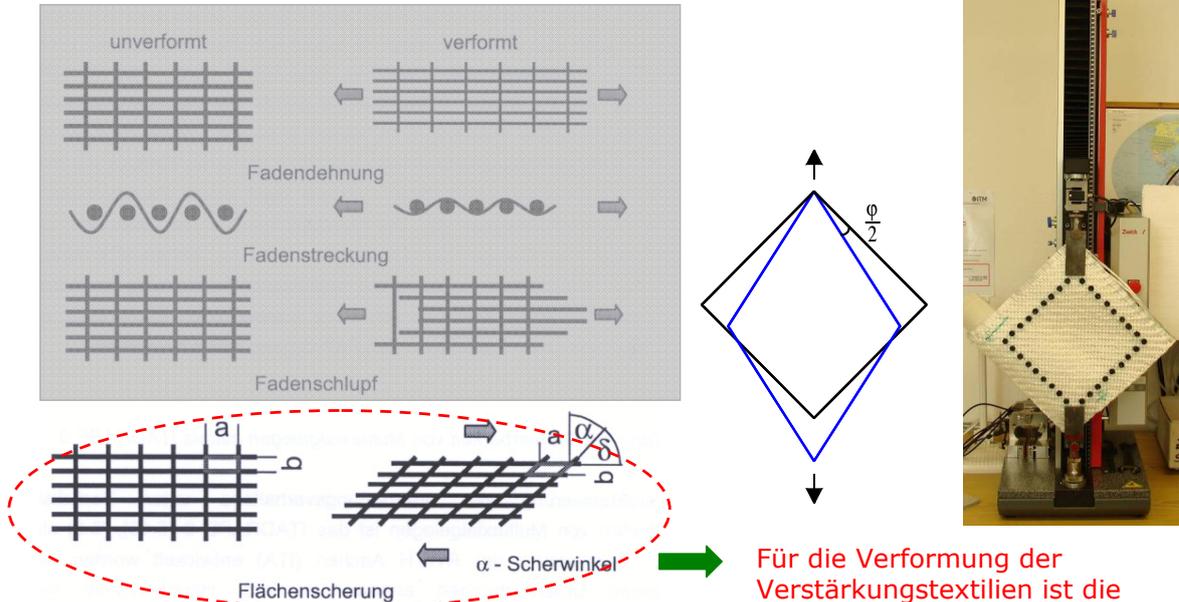


Kettrichtung →

LW
Leinwand-Bindung
GF-Gehalt [Vol.- %] 35 %
PP-Gehalt [Vol.- %] 65 %



Schermessung der Textilmaterialien

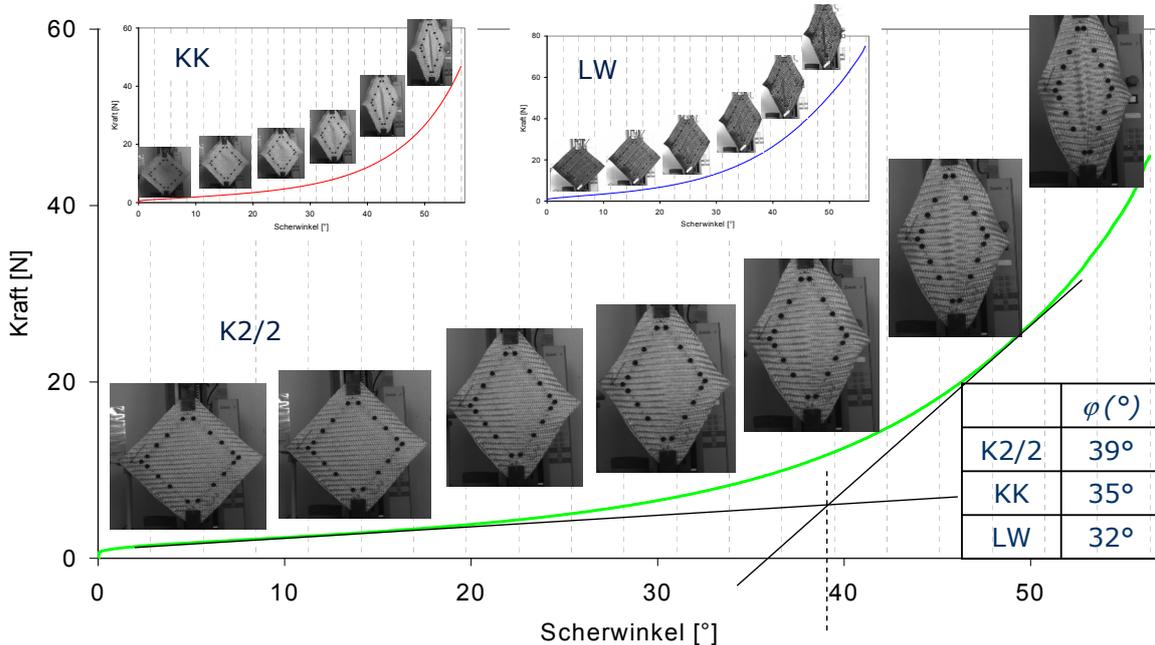


(Quelle: Körwien, 2002)

Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
Nuoping Zhao

Für die Verformung der Verstärkungstextilien ist die Scherung dominant

Scherkraft-Scherwinkel-Diagramm

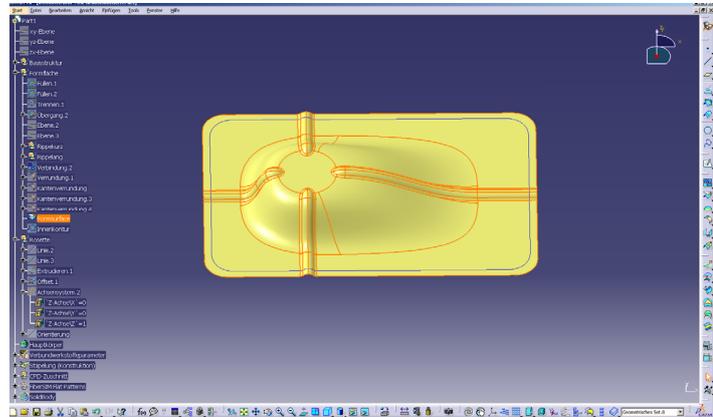


Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
Nuoping Zhao

03 Implementierung der Kennwerte in 3D-Software

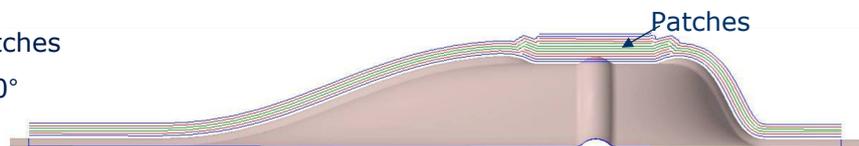
CATIA-CPD (Composite Design)

- Entwurf der Geometrie für Faserverbundbauteile
- Vorhersage des Materialverhaltens bei Drapierung der Textilien auf komplexe Geometrie
- Modellierung mehrerer Lagen
- Automatische Zuschnittgenerierung



Lagenaufbau mit Patches

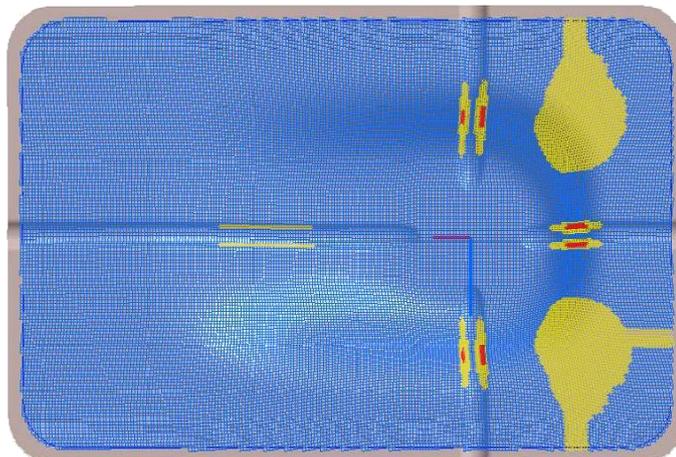
0°/30°/60°/60°/30°/0°



Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
Nuoping Zhao

Folie 9

Simulationsergebnis



Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
Nuoping Zhao

Folie 10

Abweichungen von der beanspruchungsgerechten Verstärkungsfadenorientierung

➔ Verminderung der Festigkeit

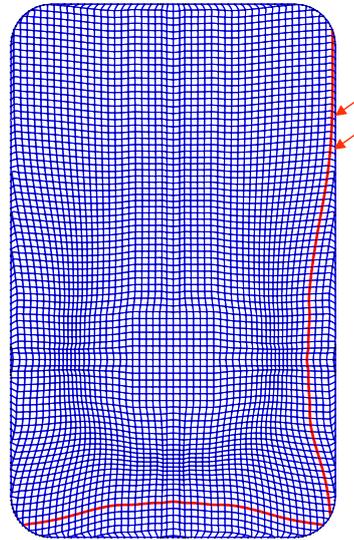
Export des Netzes in FEM-Software ist möglich



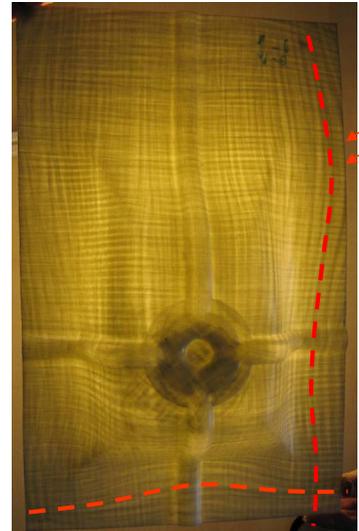
Nachrechnung der Festigkeit mit simuliertem Netz



Qualitätssicherung

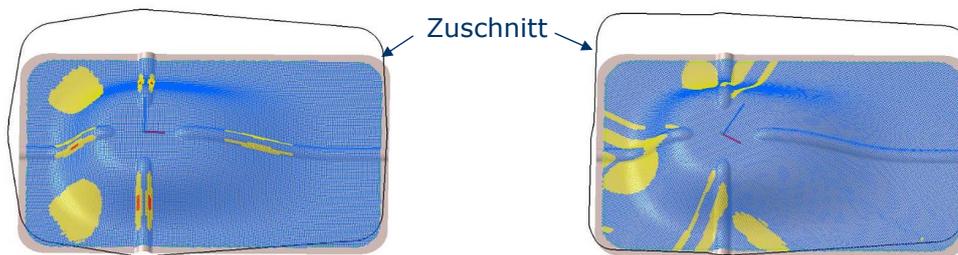


Simulation 0°-Lage



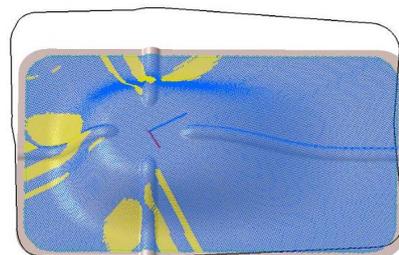
Prototyp 0°-Lage

Simulationsergebnisse und Zuschnitt von K2/2



0°-Faserorientierung

30°-Faserorientierung



60°-Faserorientierung

04 Modifizierung des Zuschnittes

Das hergestellte Bauteil aus simulierten Zuschnitten ist größer als die Bauteilendkontur.

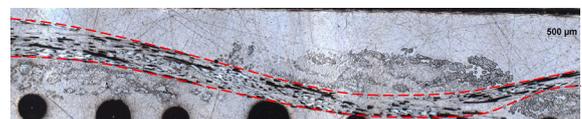
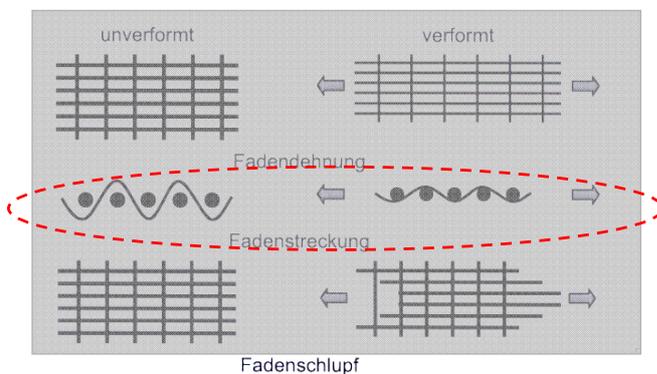
Ungenaues Einlegen der Zuschnitte in das Werkzeug ?

Lagenverschiebung beim Pressen

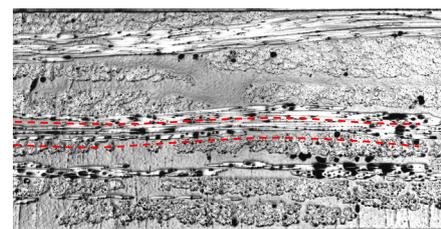
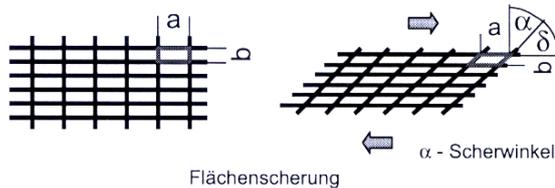


- ➔ Qualitätsicherungsmaßnahmen sind erforderlich
- ➔ Zuschnitt kann modifiziert werden, um ein endkonturnahes Bauteil zu realisieren

Ursache: Fadenstreckung beim Pressvorgang wird bei der Simulation nicht berücksichtigt

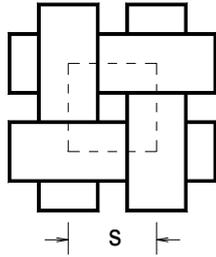


Textilzustand



Verbundzustand

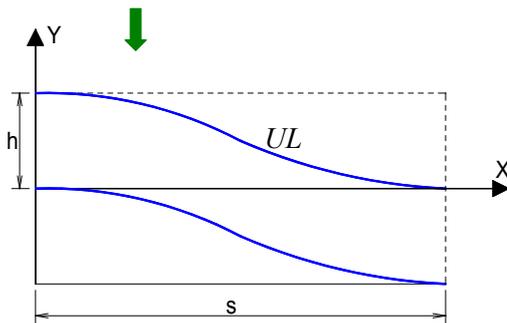
Berechnung der Skalierung für den Zuschnitt



$$y(x) = \frac{h}{2} \left[\cos \frac{\pi x}{s} + 1 \right] \quad (0 < x < s)$$

$$UL = \int_0^s \sqrt{1 + \left[\frac{dy(x)}{dx} \right]^2} dx \approx \int_0^s \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[\frac{dy(x)}{dx} \right]^2 \right\} dx$$

$$= s + \frac{h^2 \pi^2}{16s} \rightarrow \text{Skalierwert für den Zuschnitt}$$



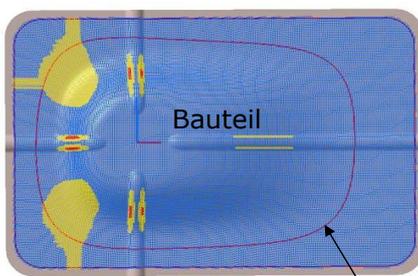
(Quelle: McBride, 1997)

Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
Nuoping Zhao



05 Fixierung mittels Ultraschallschweißen

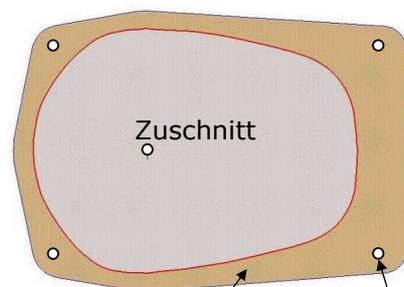
- ein sicherer **Transport** des Zuschnittstapels
- **Positionieren** der Patches
- soll das **Scherverhalten** des Lagenpaketes nicht verhindern



Fixierlinie

Fixierauftrag

- vollflächig
- rasterförmig
- lokal (punkt- oder linienförmig)



Fixierzone

Fixierpunkt

Fixierverfahren

- Heizkeilschweißen
- **Ultraschallschweißen**
- Schmelzklebstoffauftrag

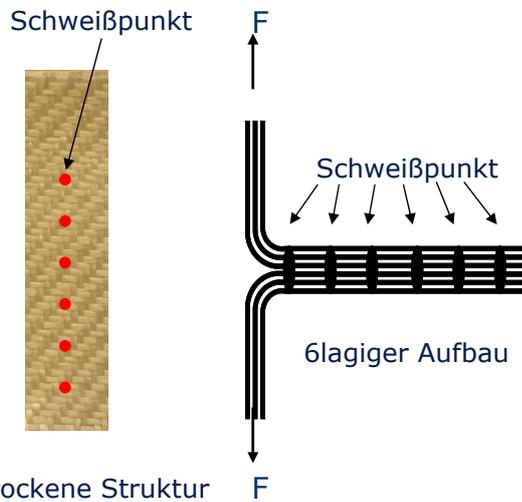
Ultraschallschweißen und Schälversuch



Energie (J): 78, 160, 220
 Haltezeit (s): 0,3, 1, 2
 Amplitude (%): 60, 80, 100

Sonotrode: 3,5 mm Durchmesser mit gerundeter Geometrie

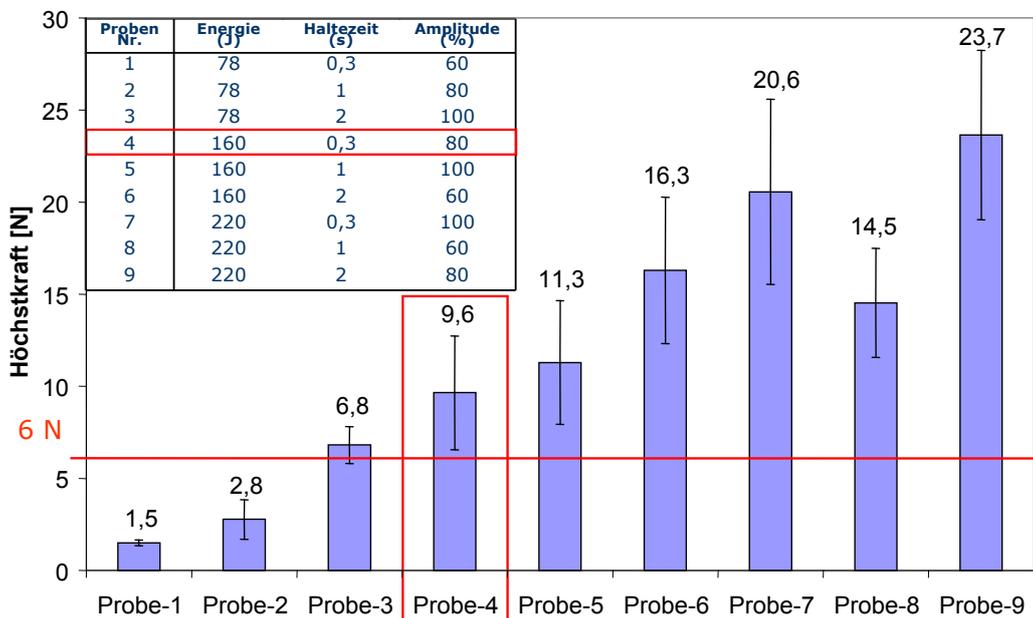
Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
 Nuoping Zhao



trockene Struktur
 Probegröße
 50 mm × 200 mm

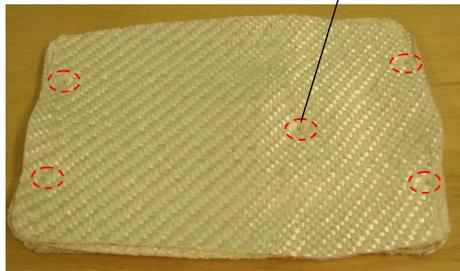
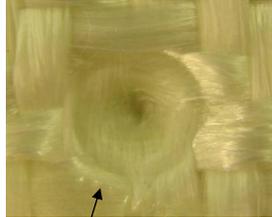
Prüfung nach DIN 54310 an Zugprüfmaschine
 Folie 17

Ergebnisse des Schälversuches bei Variation der Schweißparameter



Ultraschallschweißen zum Fixieren der Verstärkungslagen

Energie (J) 160
Haltezeit (s) 2
Amplitude (%) 60



Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
Nuoping Zhao

Folie 19

06 Zusammenfassung

- Gewinn von Materialkenntnissen
- Simulationsergebnisse für Drapierung
- Generierung der Zuschnitte
- Erkenntnisse zur zielgerichteten Modifizierung des Zuschnittes
- Festlegung der Fixierzonen für den Zuschnitt
- Überprüfung des Schädigungsgrades beim Ultraschallschweißen zur Lagefixierung

Zuschnittgenerierung und Strukturfixierung
Nuoping Zhao

Folie 20