

WERKSTOFFCHARAKTERISIERUNG UND BAUTEILANALYSE MITTELS OPTISCHER DEHNUNGSANALYSE

Dr.-Ing. Roland Müller



© Fraunhofer IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

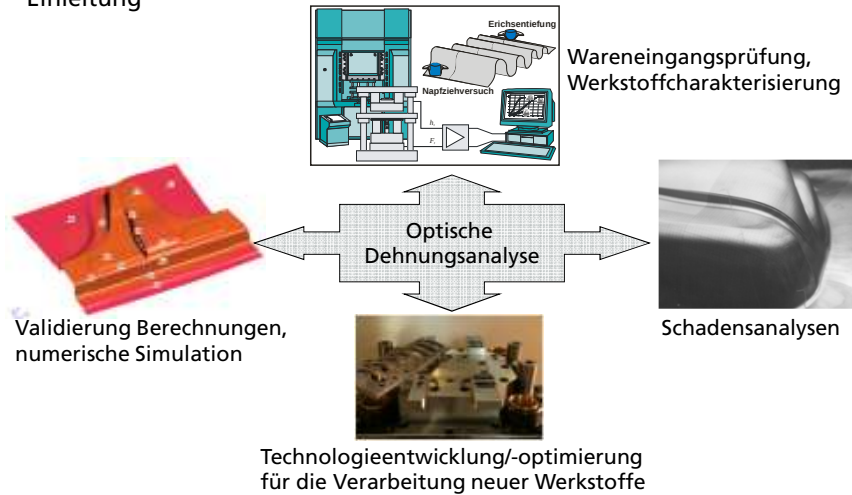
- Einleitung
- Werkstoffcharakterisierung
 - Bulgeversuch
 - Maxibulgeversuch
 - FLC bei Raumtemperatur
 - FLC bei erhöhter Temperatur
 - Biachsialzugversuch
 - Rohraufweitversuch
- Formänderungsanalyse
 - Blechumformung
 - Profilumformung
 - Massivumformung
- Zusammenfassung

© Fraunhofer IWU
2



Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Einleitung

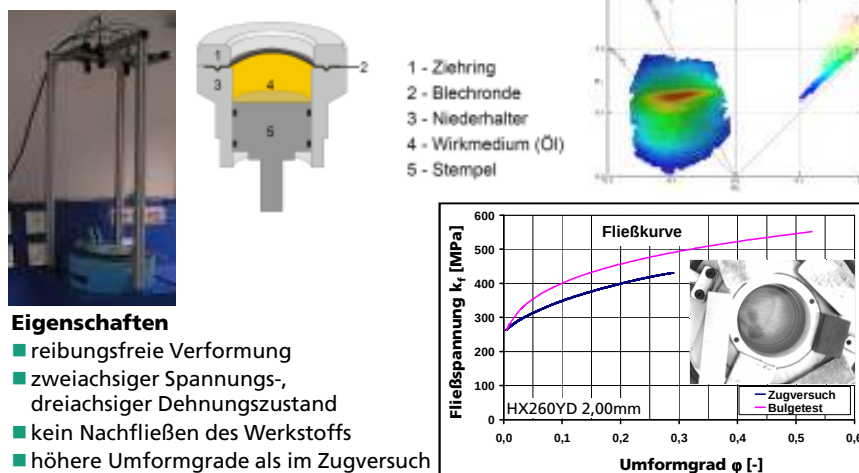


© Fraunhofer IWU
3

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – Bulgeversuch (DIN EN ISO 16808)



Eigenschaften

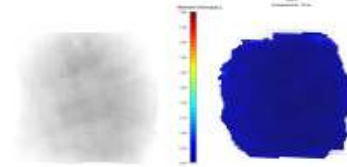
- reibungsfreie Verformung
- zweiachsiger Spannungs-, dreiachsiger Dehnungszustand
- kein Nachfließen des Werkstoffs
- höhere Umformgrade als im Zugversuch

© Fraunhofer IWU
4

Fraunhofer
IWU

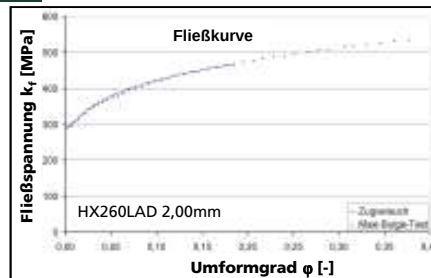
Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – Maxi-Bulgeversuch



Eigenschaften

- reibungsfreie Verformung
- zweiachsiger Spannungs-, dreiachsiger Dehnungszustand
- kein Nachfließen des Werkstoffs
- Exakte Anwendung der Membrantheorie ($s_0/d_b \approx 10^{-3}$)

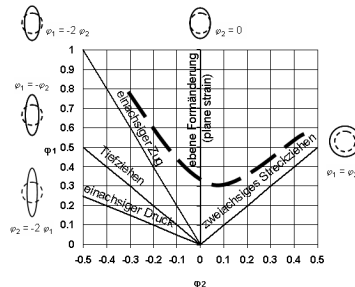
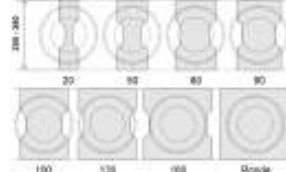


© Fraunhofer IWU
5

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – FLC bei Raumtemperatur (DIN EN ISO 12004-2)



- Aufbringen des Kreuzrasters auf die unverformte Probe
- Aufnahme des Formänderungsverlaufes während der Umformung mit vier CCD-Kameras
- Auswertung der letzten Aufnahme vor dem Werkstoffversagen aus der aufgenommenen Bildfolge
- Automatische Berechnung der logarithmischen Hauptformänderungen
- Eintragen der Wertepaare in das Grenzformänderungsdiagramm

© Fraunhofer IWU
6

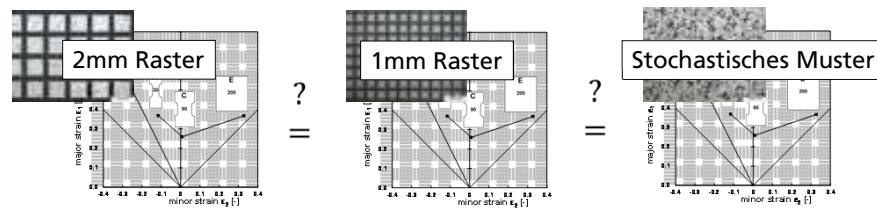
Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – FLC bei Raumtemperatur (DIN EN ISO 12004-2)

Fragestellungen

- Welche Markierungsart wird verwendet – elektrochemisch / drucken?
- Welche Rastergröße kann verwendet werden – 1,00 mm / 2,00 mm?
- Welche Auswertart ist die Richtige – linienschnitt / zeitabhängig?
- Sind die Ergebnisse verschiedener Systeme vergleichbar?



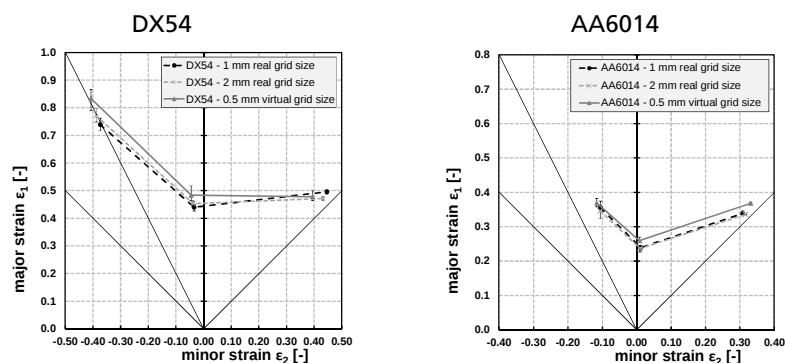
© Fraunhofer IWU
7

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – FLC bei Raumtemperatur (DIN EN ISO 12004-2)

Rastergröße – 1,00 mm / 2,00 mm / stochastisch

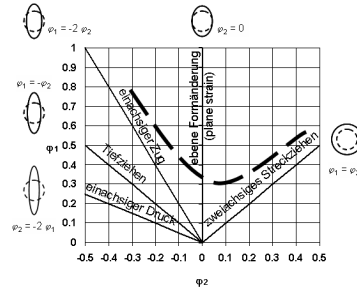
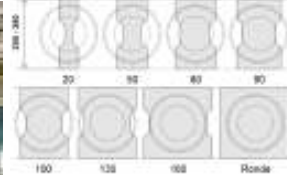


© Fraunhofer IWU
8

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – FLC bei erhöhter Temperatur



- Aufbringen des Kreuzrasters auf die unverformte Probe durch drucken
- Aufnahme des Formänderungsverlaufes während der Umformung mit vier CCD-Kameras
- Auswertung der letzten Aufnahme vor dem Werkstoffversagen aus der aufgenommenen Bildfolge
- Automatische Berechnung der logarithmischen Hauptformänderungen
- Eintragen der Wertepaare in das Grenzformänderungsdiagramm

© Fraunhofer IWU
9

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – FLC bei erhöhter Temperatur

Fragestellungen

- Welche Markierungsart wird verwendet – elektrochemisch / drucken?
- Welche Rastergröße kann verwendet werden – 1,00 mm / 2,00 mm?
- Welche Auswertart ist die Richtige – linienschnitt / zeitabhängig?



© Fraunhofer IWU
10

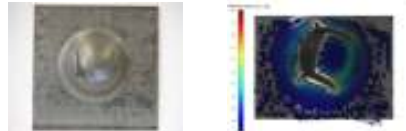
Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

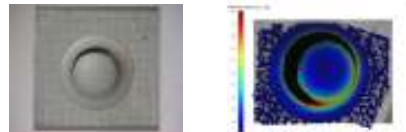
Werkstoffcharakterisierung – FLC bei erhöhter Temperatur

Markierungsart Siebdruck – Blechvorbehandlung / Farbe

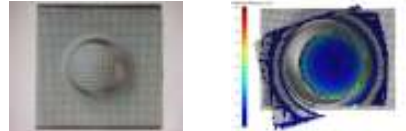
22MnB5 unbeschichtet
650 °C Blechtemperatur
Farbe 1



22MnB5 xtec
800 °C Blechtemperatur
Farbe 2



22MnB5 AISi
950 °C Blechtemperatur
Farbe 3

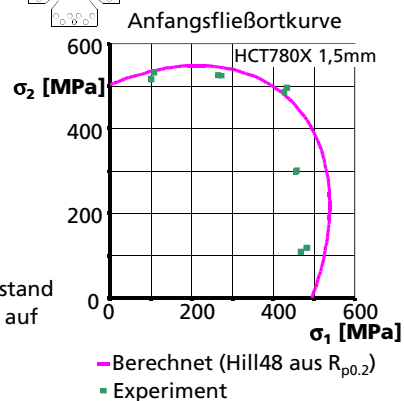
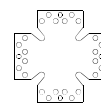


© Fraunhofer IWU
11

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung - Biachsialzugversuch



Eigenschaften

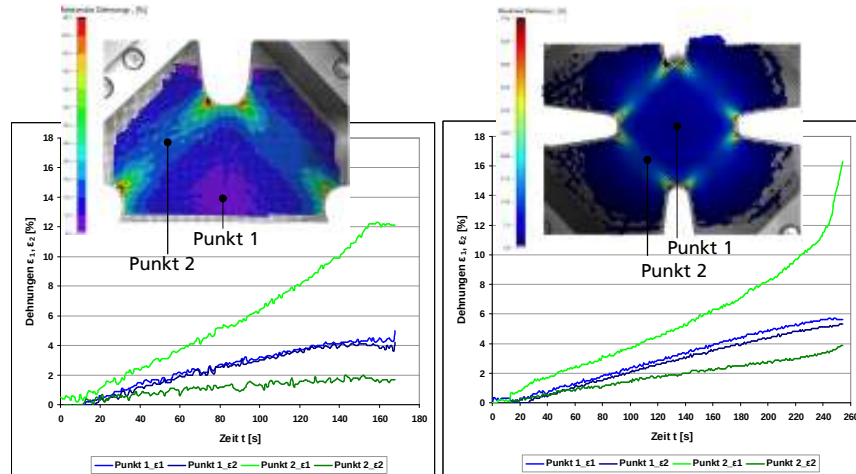
- reibungsfreie Verformung
- zweiachsiger Spannungs-, und Dehnungszustand
- Experimentelle Ermittlung diskreter Punkte auf der Fließortkurve für Anfangs- und Folgefließorte

© Fraunhofer IWU
12

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung - Biachsialzugversuch

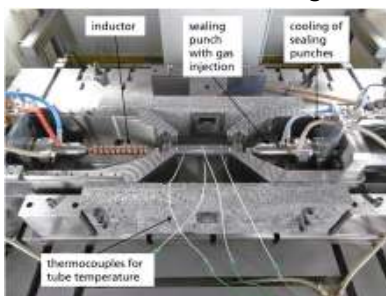


© Fraunhofer IWU
13

Fraunhofer
IWU

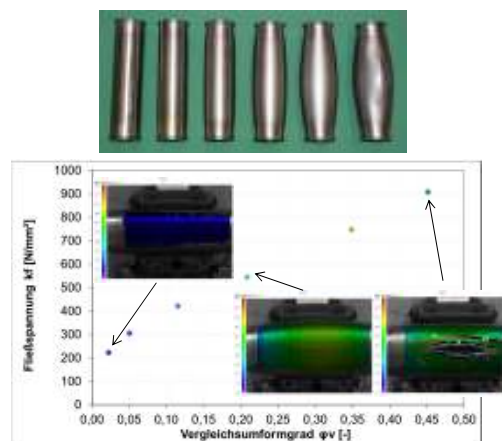
Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Werkstoffcharakterisierung – Rohrberstversuch



Eigenschaften

- reibungsfreie Verformung
- zweiachsiger Spannungs-,
dreiachsiger Dehnungszustand

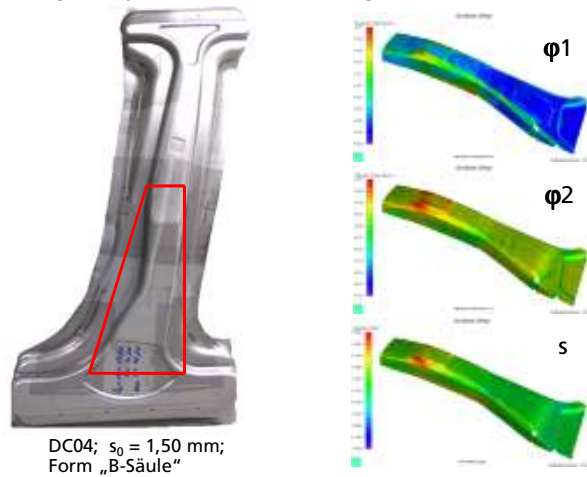


© Fraunhofer IWU
14

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Formänderungsanalyse - Blechumformung

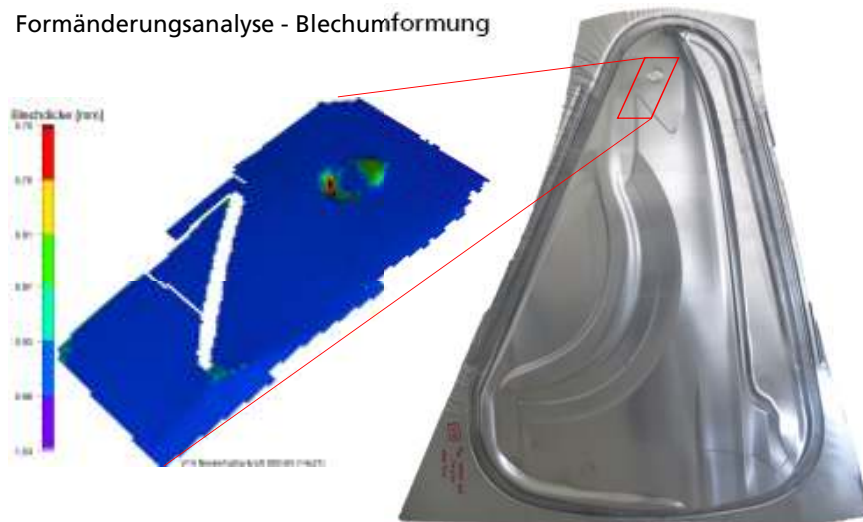


© Fraunhofer IWU
15

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Formänderungsanalyse - Blechumformung

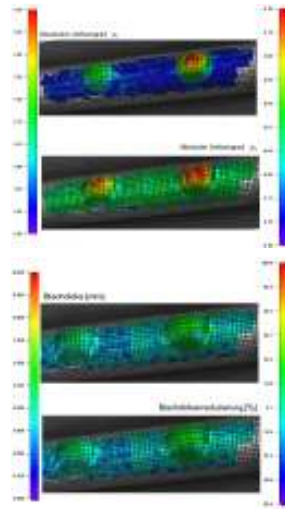
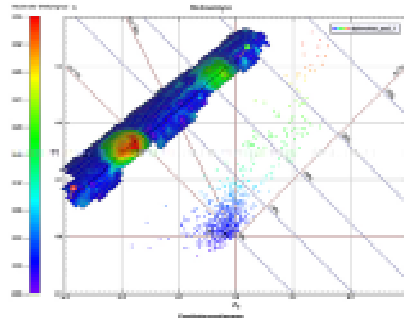


© Fraunhofer IWU
16

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Formänderungsanalyse - Rohrumformung

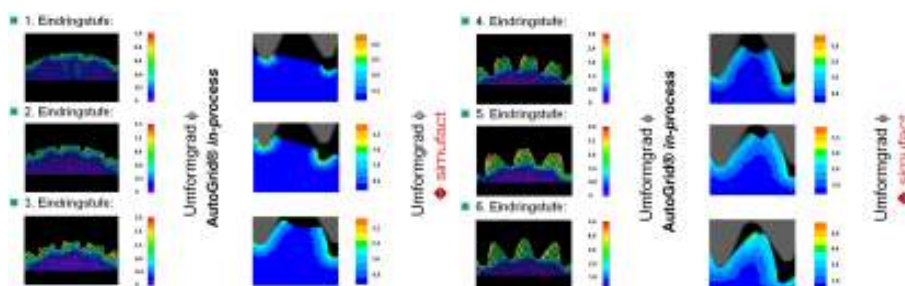


© Fraunhofer IWU
17

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Formänderungsanalyse - Massivumformung

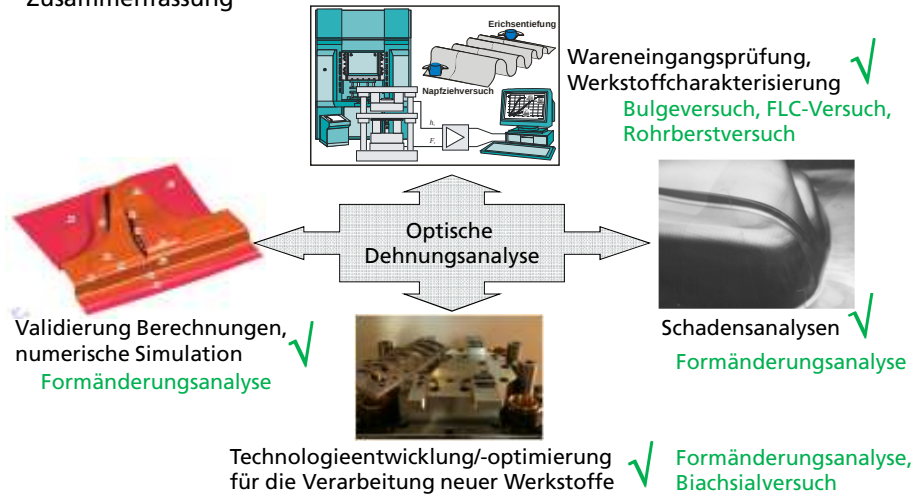


© Fraunhofer IWU
18

Fraunhofer
IWU

Werkstoffcharakterisierung und Bauteilanalyse mittels optischer Dehnungsanalyse

Zusammenfassung



© Fraunhofer IWU
19

Fraunhofer
IWU