



Identifikation von Materialparametern mit LS-OPT - Anwendungsbeispiele aus der Praxis

Teil 2: Charakterisierung von Schädigung und Versagen bei Metallen (GISSMO)

J. Effelsberg¹⁾, M. Feucht²⁾

¹⁾DYNAmore GmbH, Stuttgart

²⁾Daimler AG, Sindelfingen

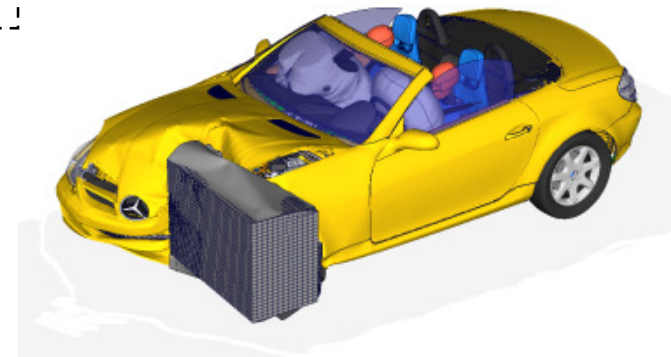
Infotag LS-OPT

10. Juni 2013

Übersicht



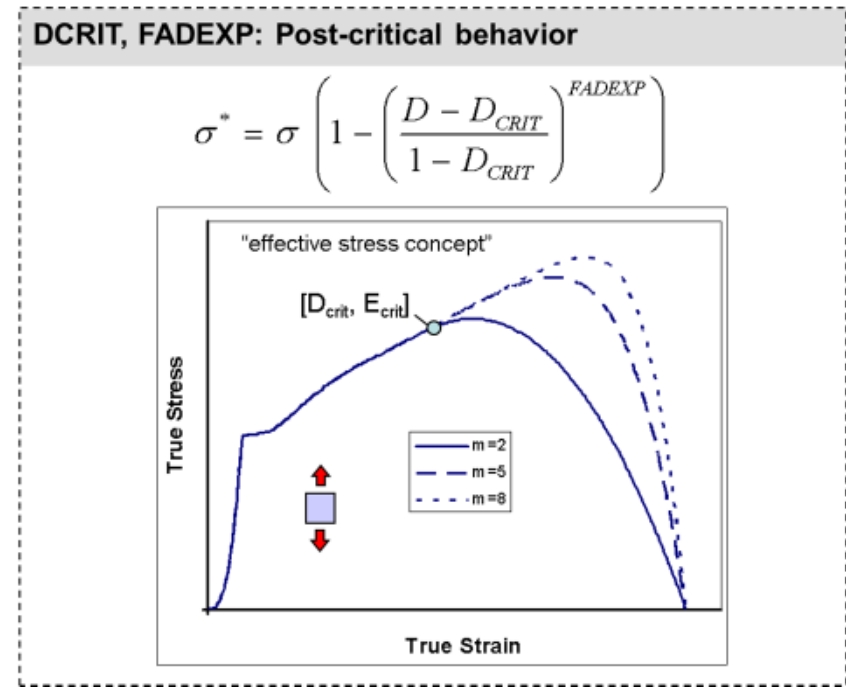
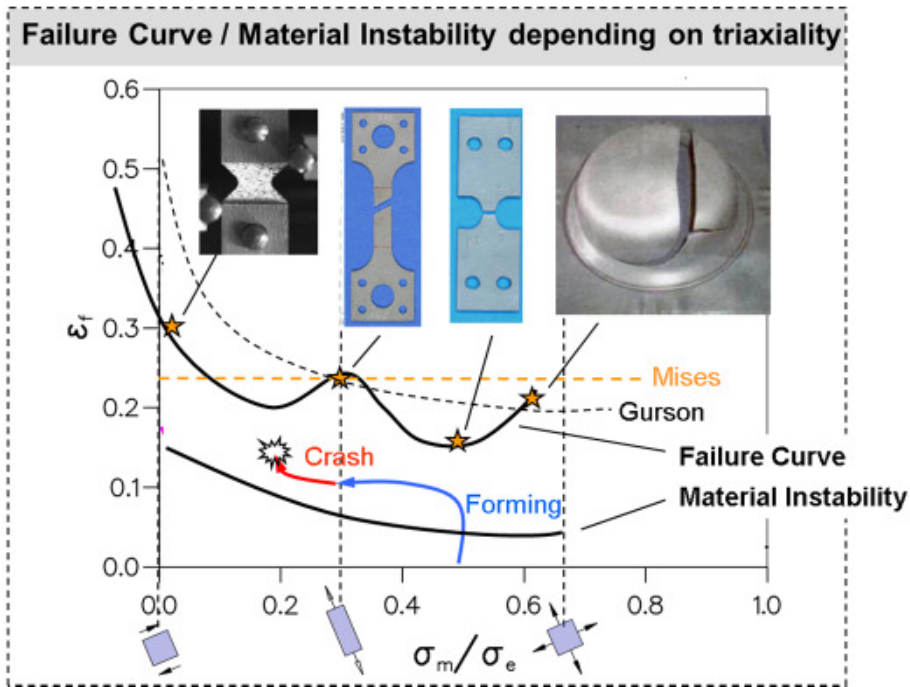
Identifikation von
Materialparametern
mit LS-OPT



- Motivation: Schädigungsmodell GISSMO
- Versuchsdurchführung und -auswertung
- Charakterisierung einer GISSMO-Materialkarte:
Kalibrierung von Schädigung und Versagen mit LS-OPT
- Zusammenfassung

Motivation: Schädigungsmodell GISSMO

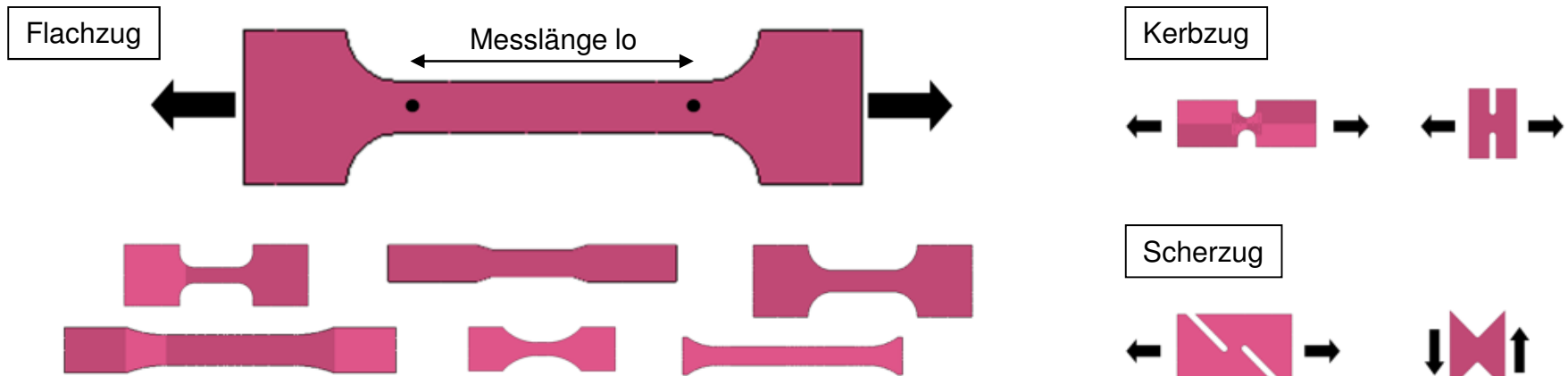
- **GISSMO** = **G**eneralized **I**ncremental **S**tress **S**tate dependent damage **M**odel
 - Trennung von Plastizitätsformulierung und Schädigungs-/Versagensprognose
 - Kombination mit beliebigem Konstitutivmodell, z. B. *MAT_024 (*von Mises*)
 - Versagensdehnung in Abhängigkeit der Triaxialität (Haupt-/*Mises*-Spannung)
 - Schädigungsevolution, Versagen, Instabilität (Beginn der Netzabhängigkeit)
 - Kopplung der Schädigung mit den Spannungen, postkritisches Verhalten



Neukamm, Feucht & Haufe [2008-2011]

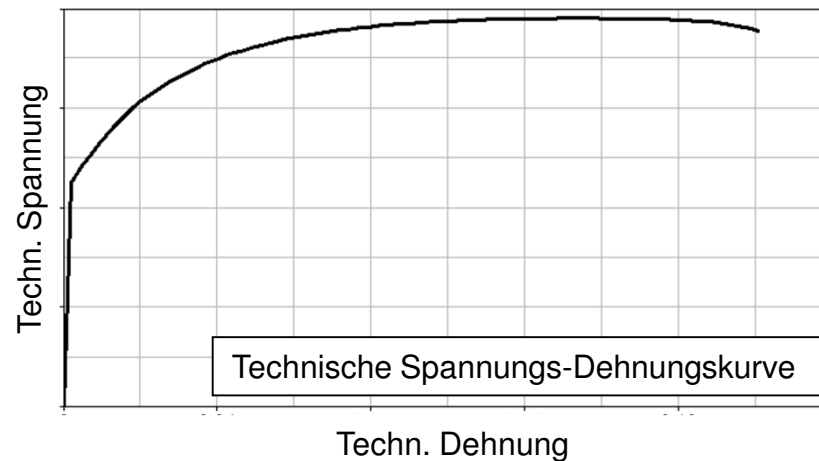
Versuchsdurchführung und -auswertung

- Probengeometrien



- Versuchskurven

$$\sigma_{eng} = \frac{F}{A_0}$$
$$\epsilon_{eng} = \frac{\Delta l}{l_0}$$



www.zwick.de

Charakterisierung einer GISSMO-Materialkarte

- Fließkurvenanpassung
 - Konstitutivmodell (Plastizität):
von *Mises* in *MAT_024
 - qs. / dyn. Zugversuche
 - **LS-OPT**: Vgl. Teil 1 des Vortrags

```
*MAT_PIECEWISE_LINEAR_PLASTICITY
$ MID RO E PR SIGY ETAN FAIL TDEL
$ 10
$ C P LCSS LCSR VP
...
```

- Kalibrierung von Schädigung / Versagen (GISSMO)

- *MAT_ADD_EROSION
- qs. Flachzug-, Scherzug-, Kerbzugversuche
- Identifikation des fading exponent FADEXP und den beiden LoadCurves LCSDG (Versagen) und ECRIT (Instabilität)
- „reverse engineering“
- **LS-OPT**

```
*MAT_ADD_EROSION
$ MID EXCL MXPRES MNEPS EFPEPS VOLEPS NUMFIP NCS
$ 10
$ MNPRES SIGP1 SIGVM MXEPS EPSSH SIGTH IMPULSE FAILTM
$ IDAM DMGTYP LCSDG ECRIT DMGEXP DCRIT FADEXP LCREGD
$ 1 1 100 -200 2 -300 400
$ SIZEFLG REFSZ NAHSV LCSRS SHRF BIAXP
```

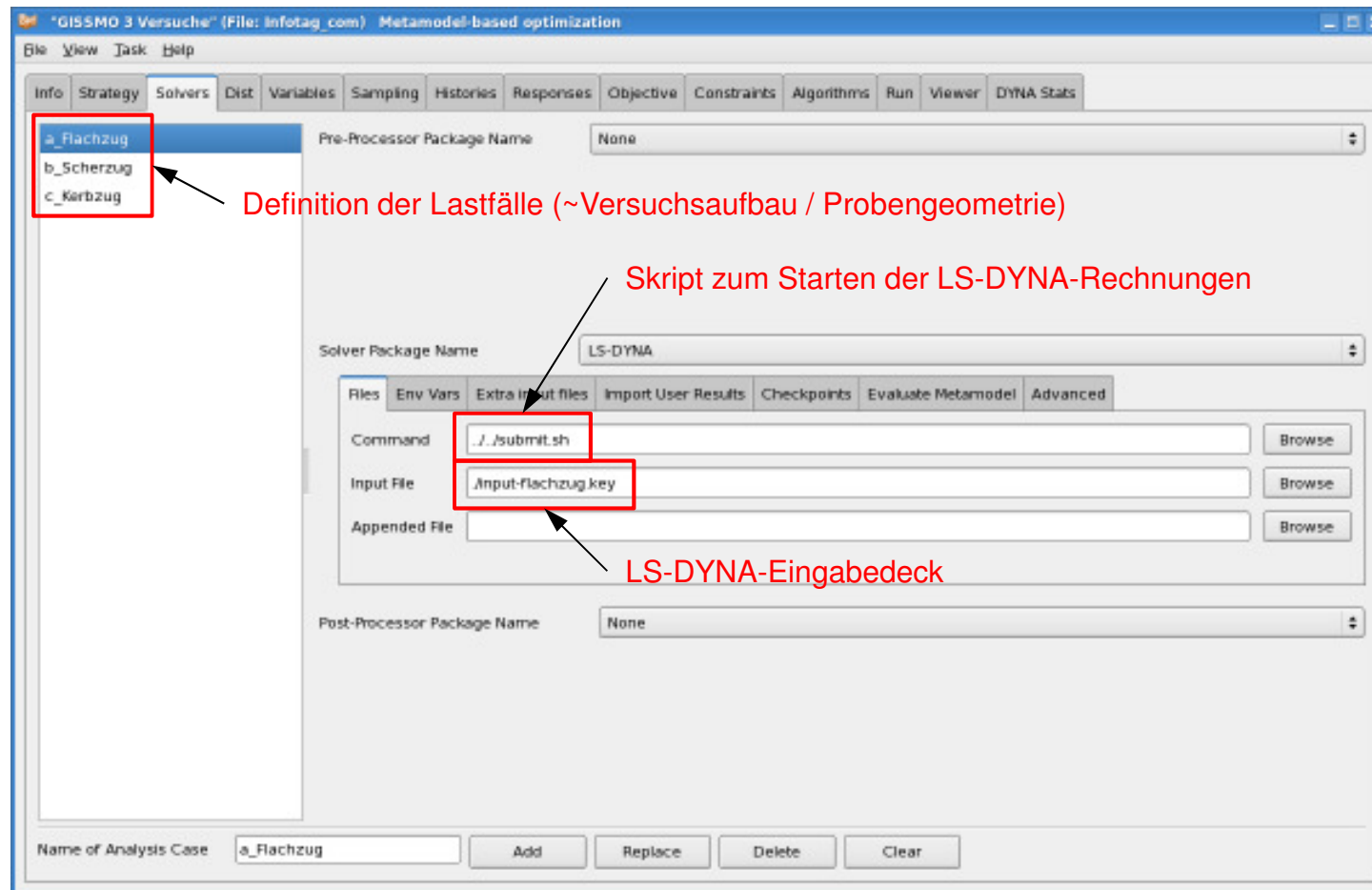
Coupling
Damage exponent
Regularization

Failure curve
Critical damage

Critical plastic strain
(curve definition)
Fadeout exponent
(curve definition)

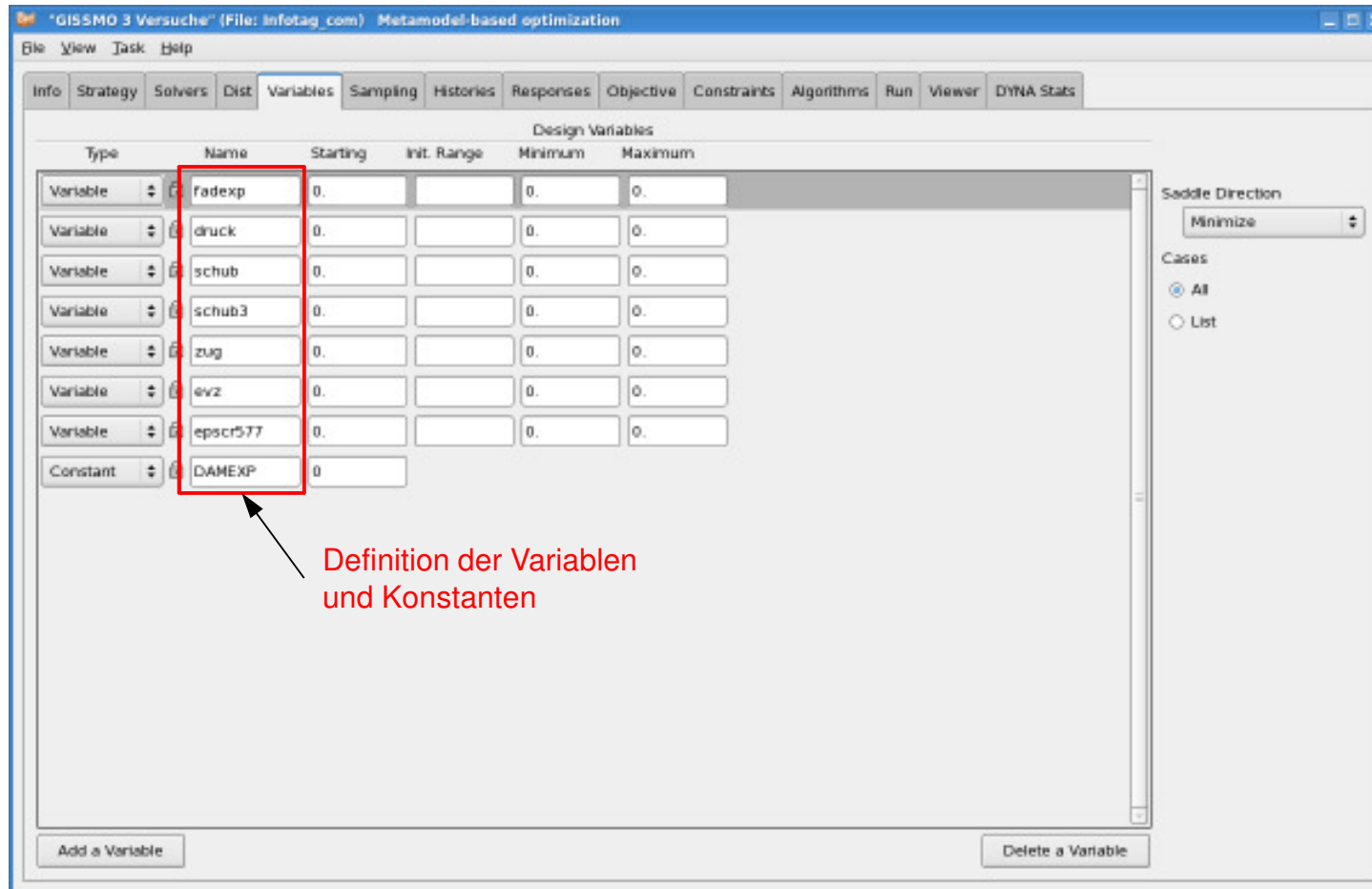
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Solvers



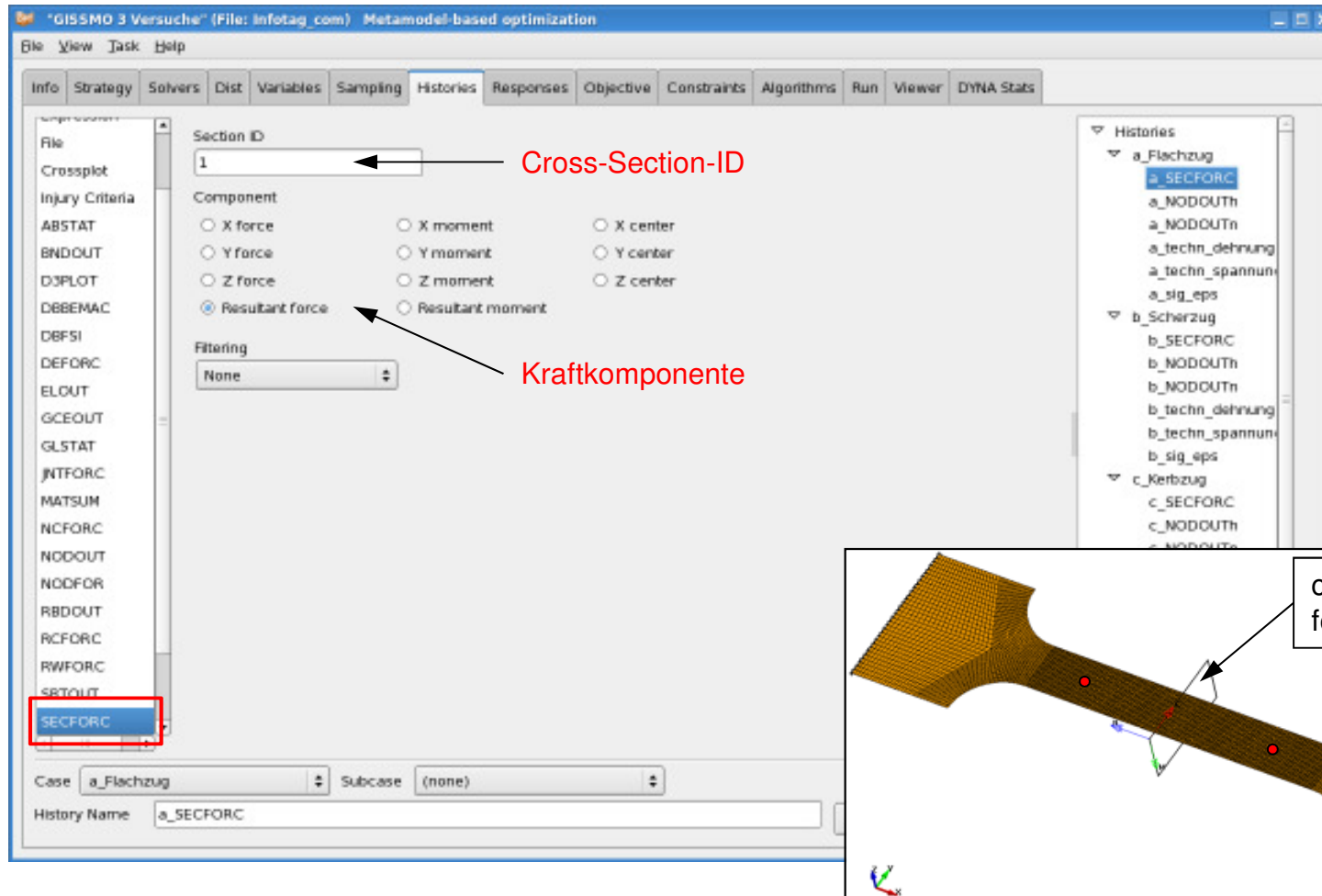
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Variables



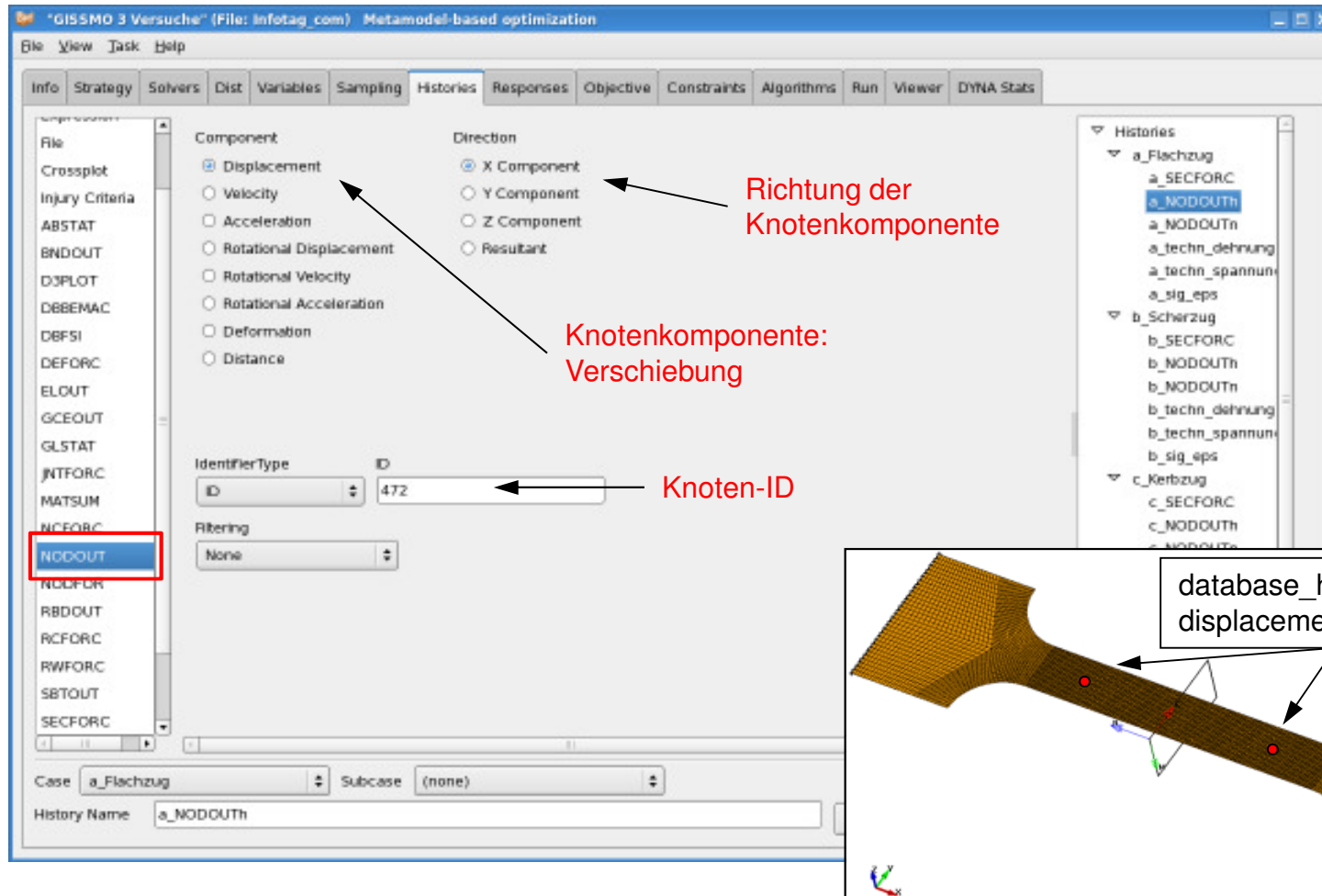
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Histories: SECFORC



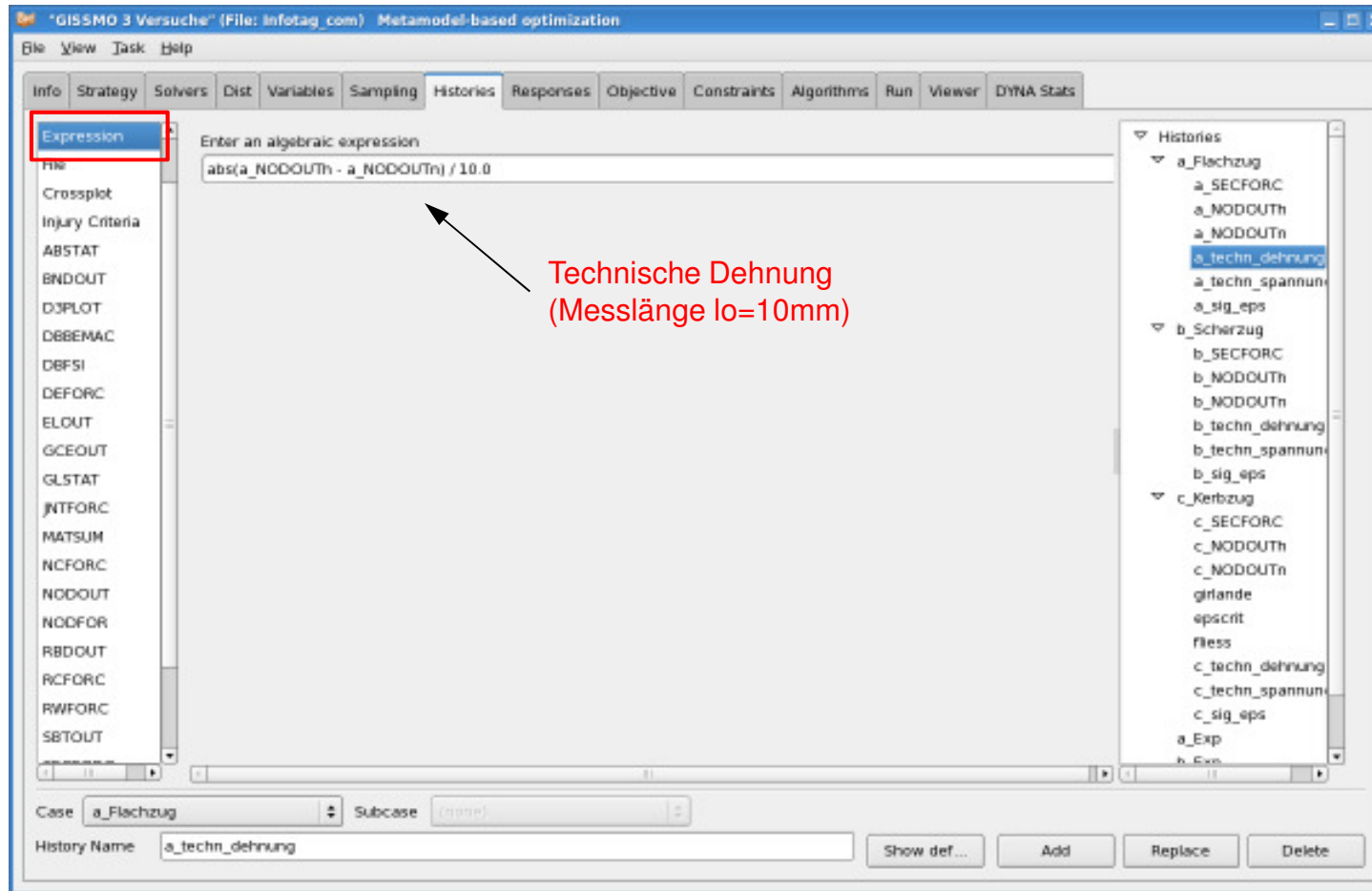
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Histories: NODOUT



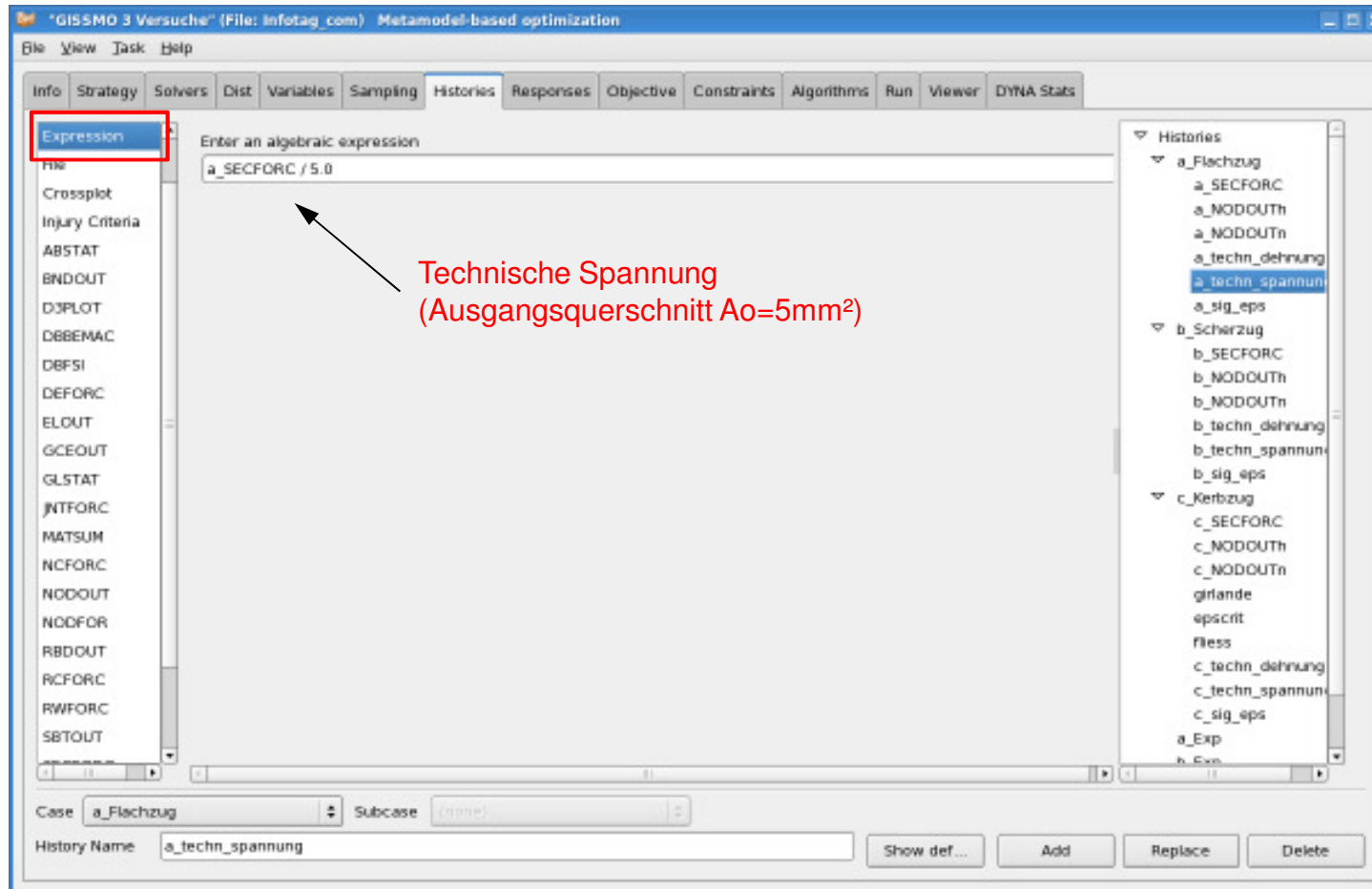
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Histories: Expression



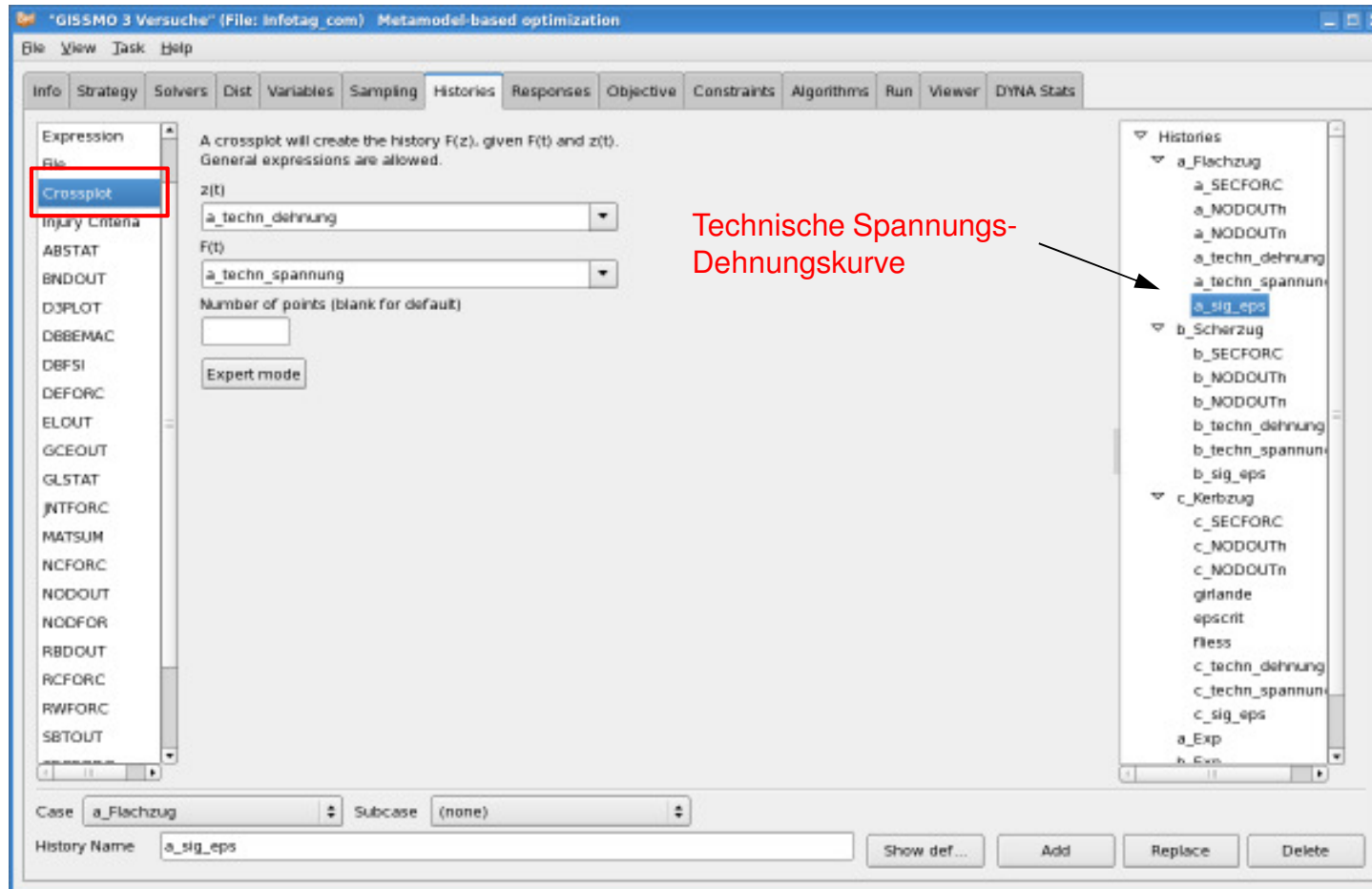
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Histories: Expression



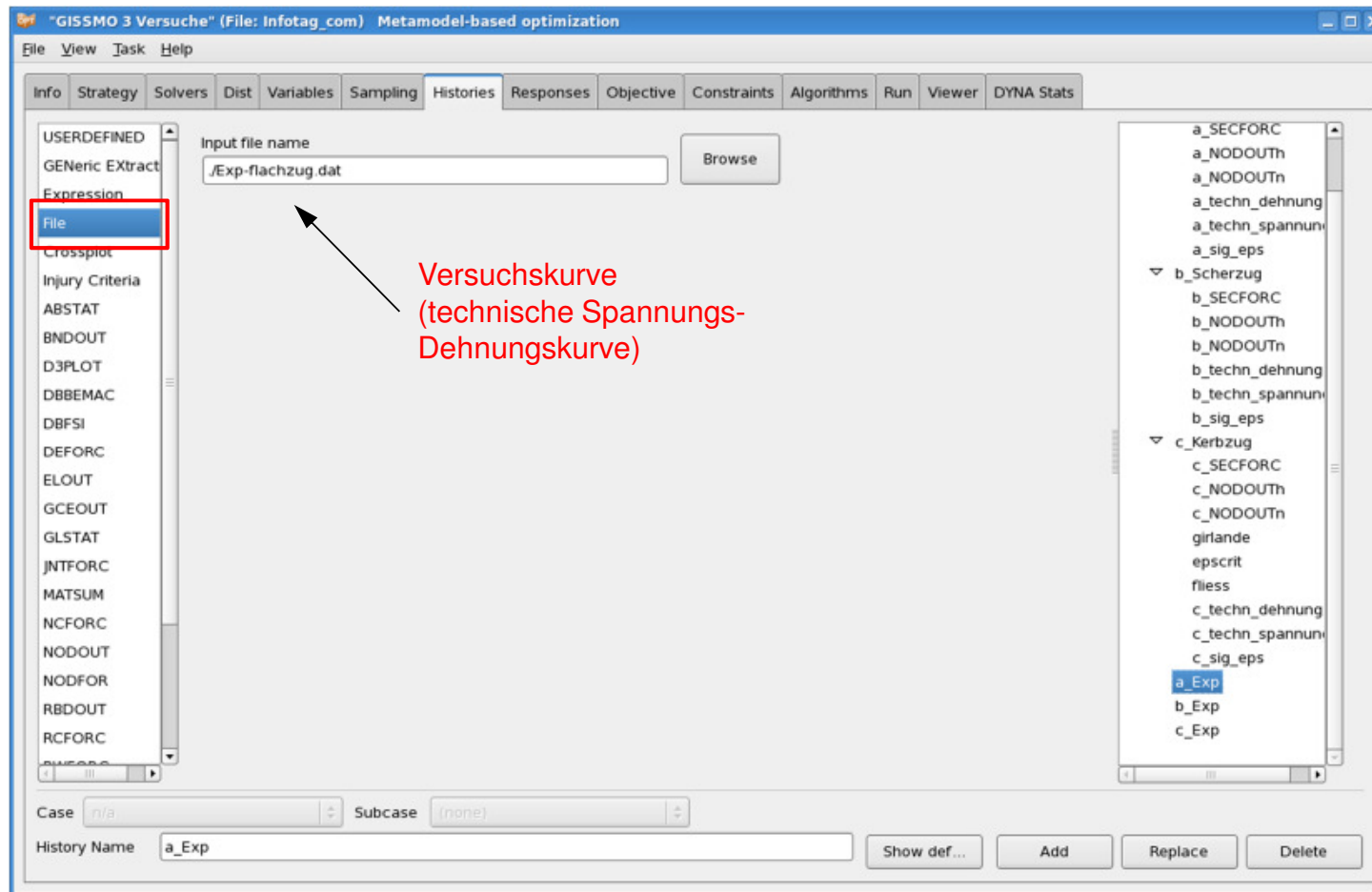
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Histories: Crossplot



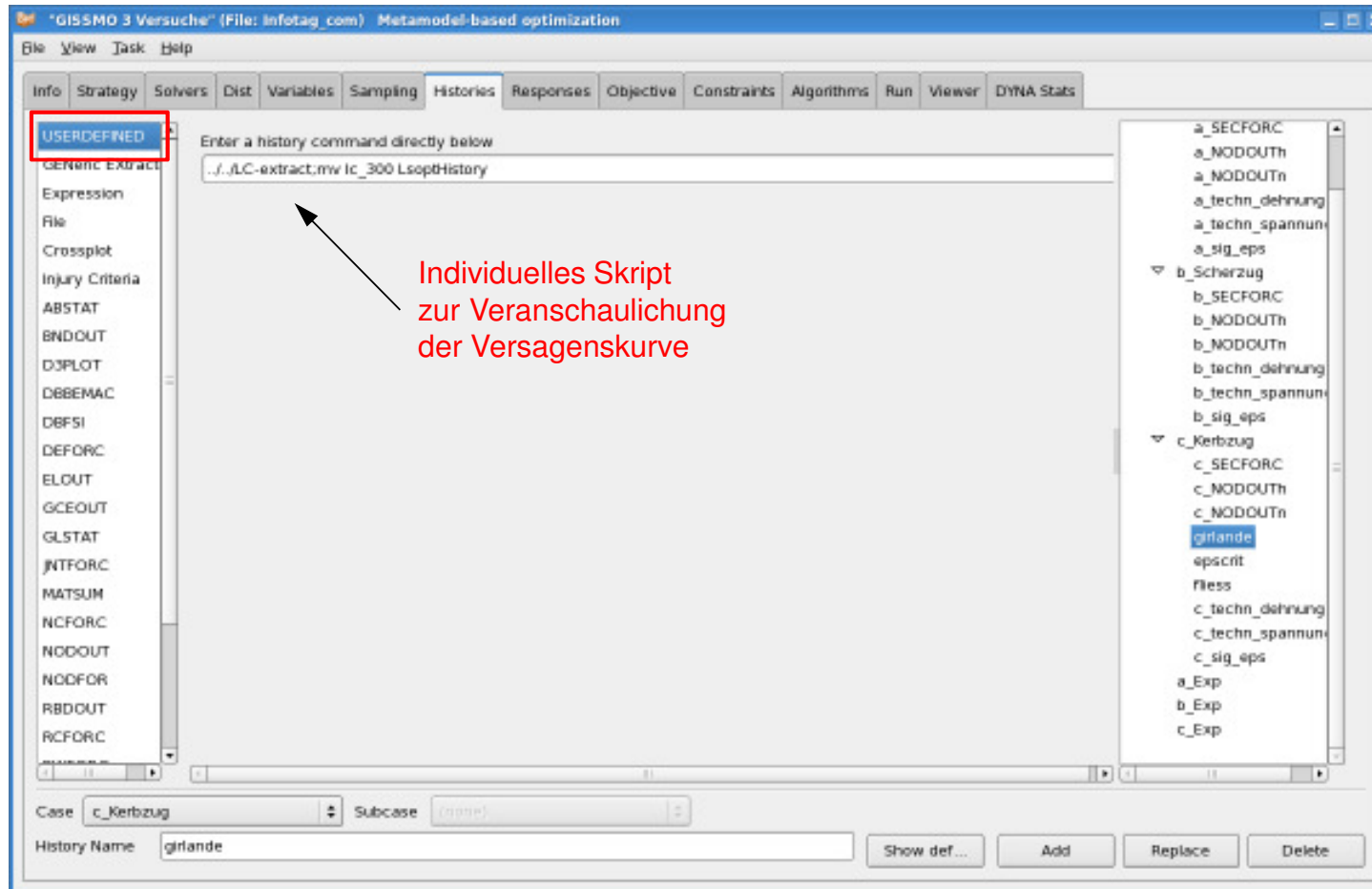
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Histories: File



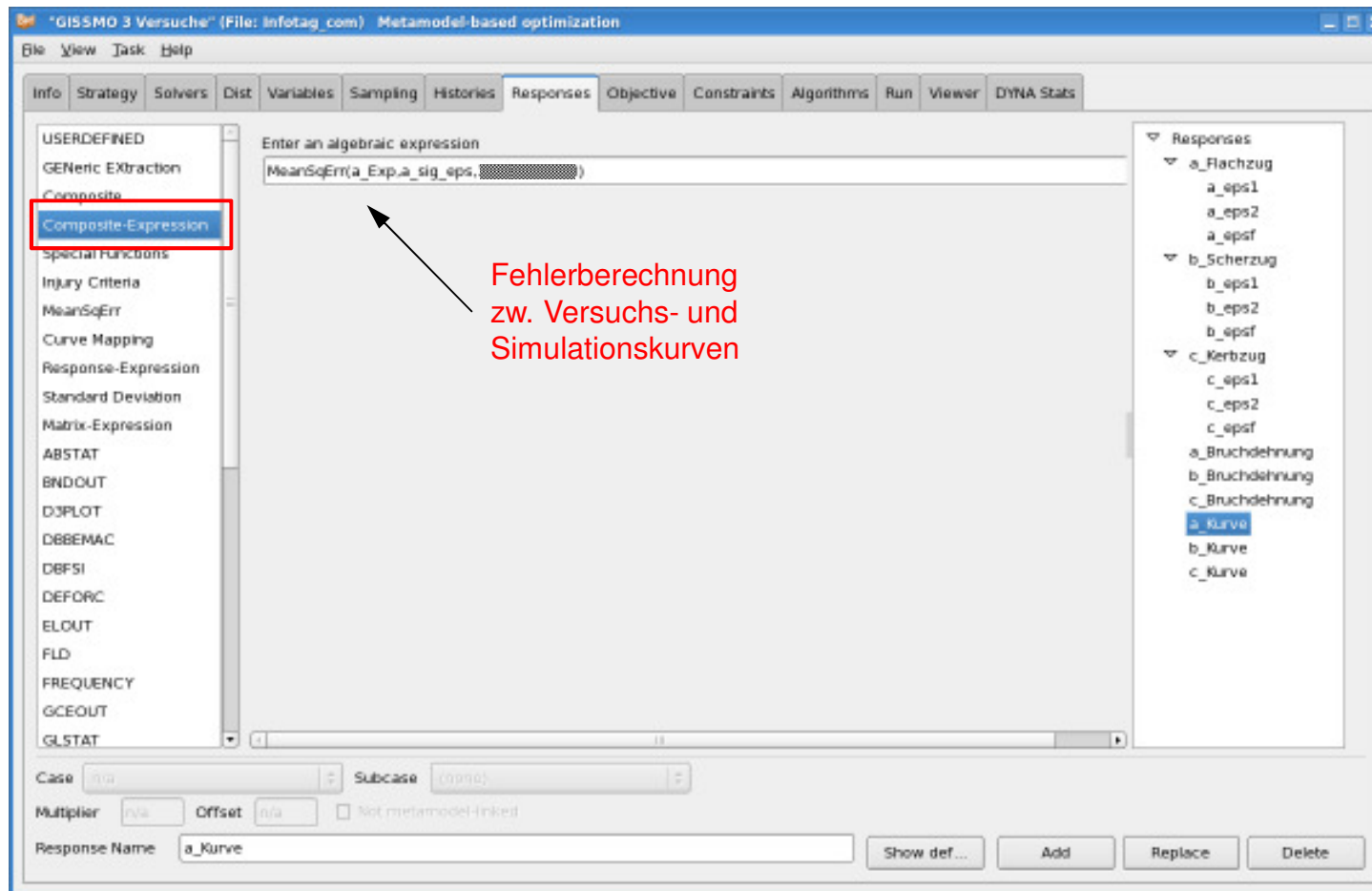
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Histories: USERDEFINED



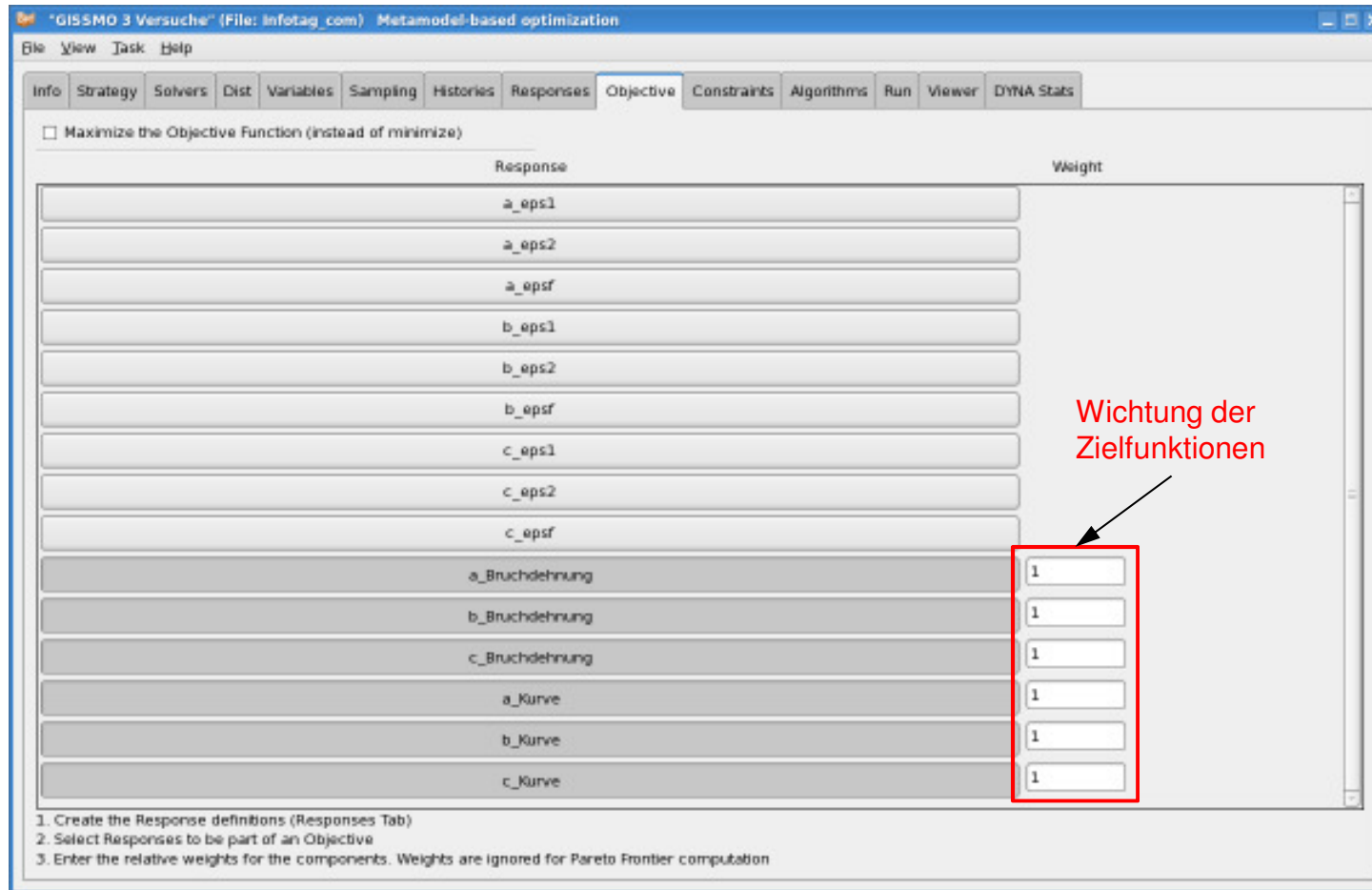
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Responses: Composite-Expression



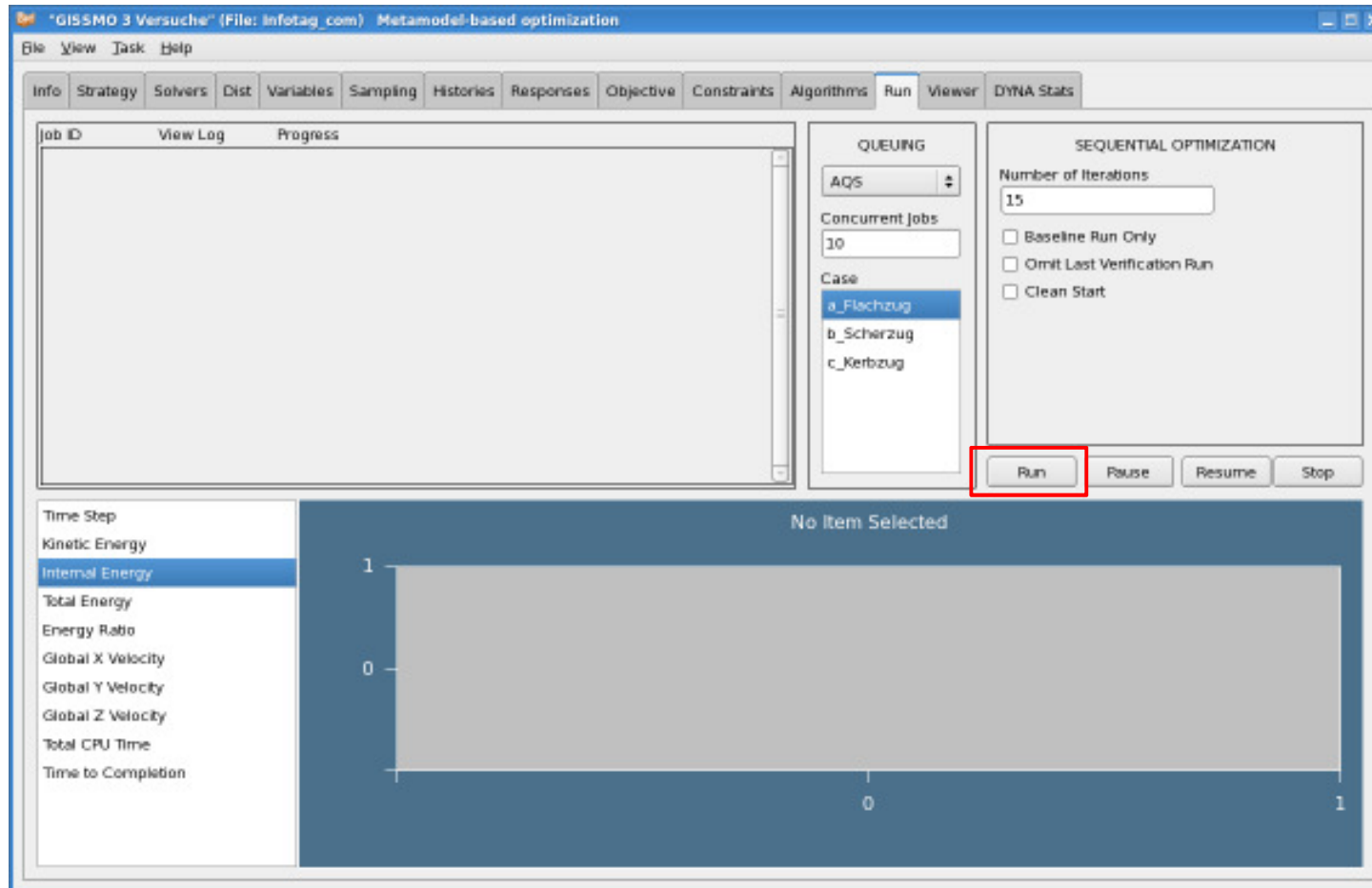
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Objective



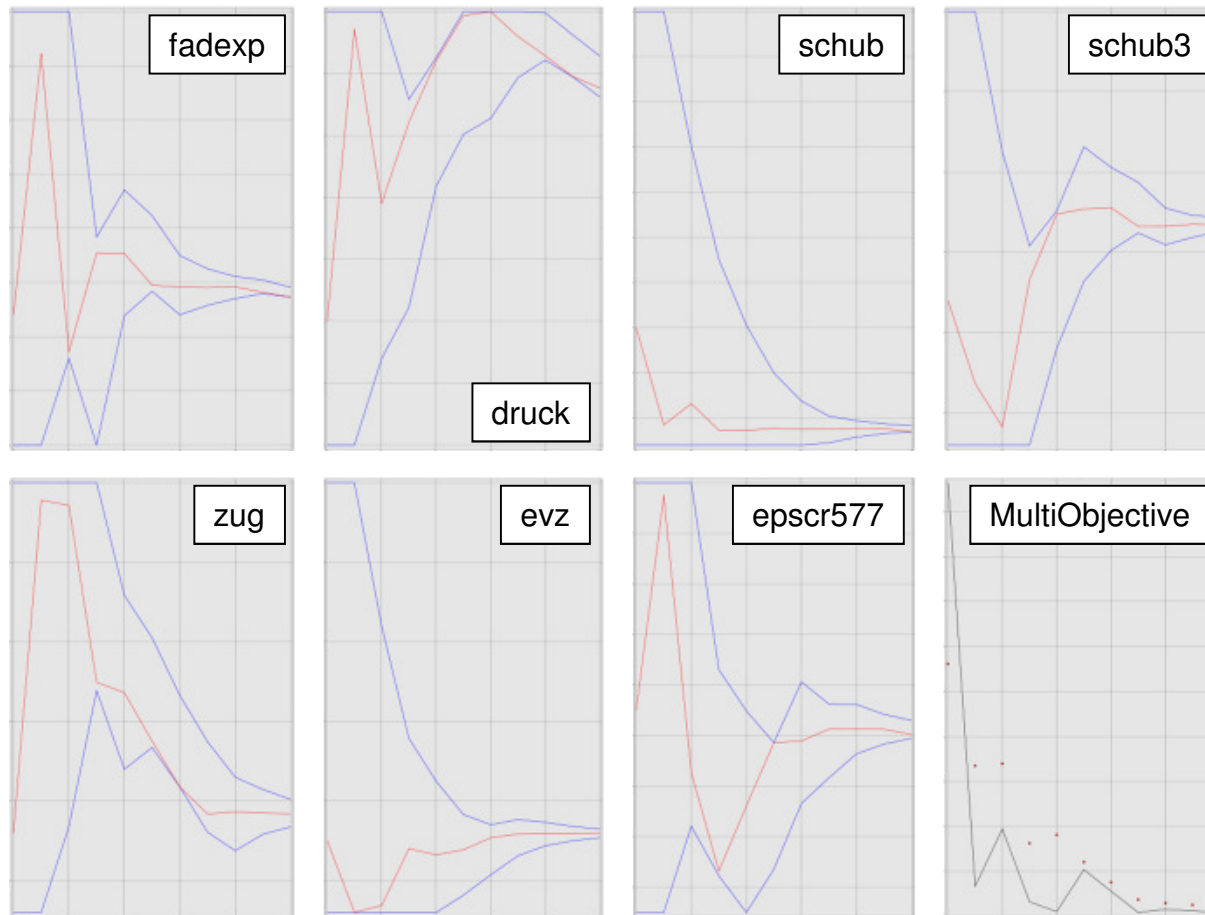
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Run



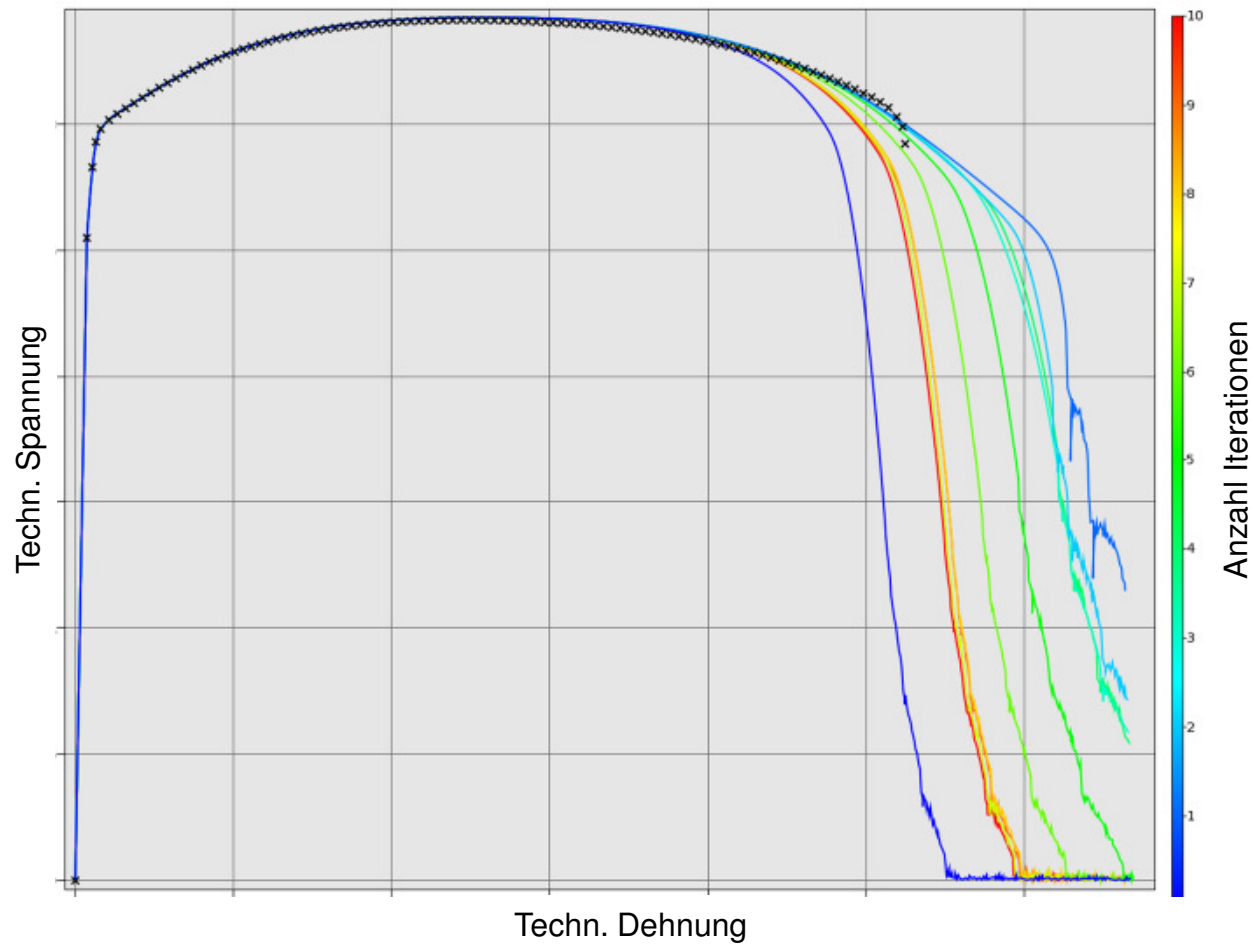
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Viewer



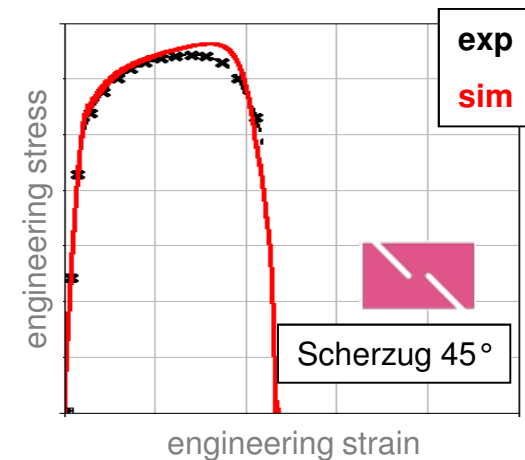
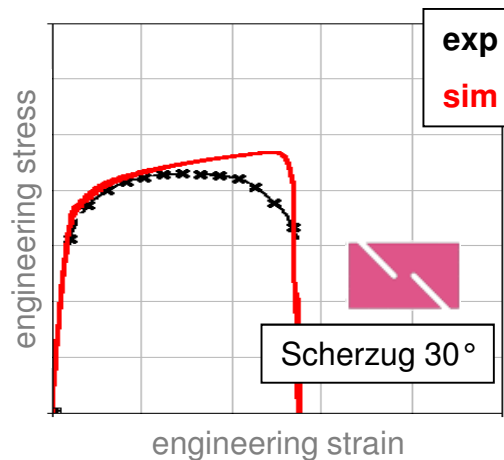
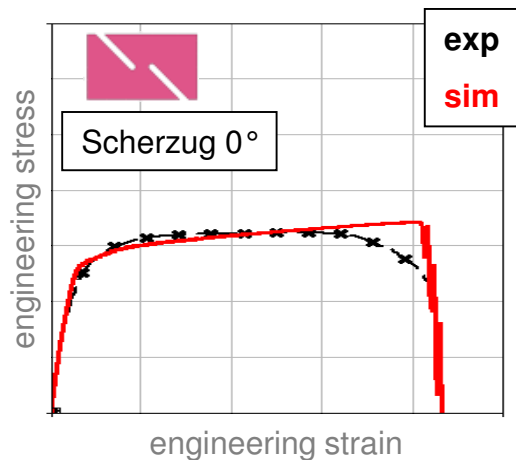
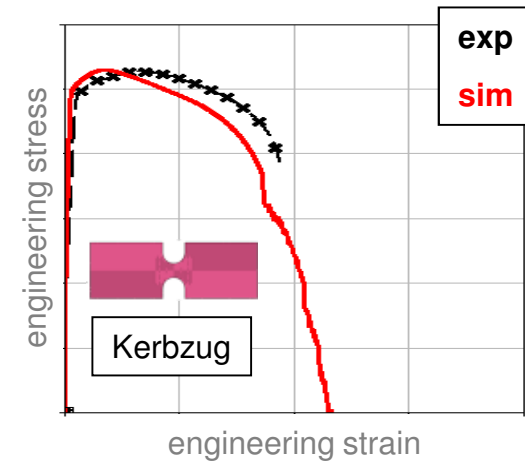
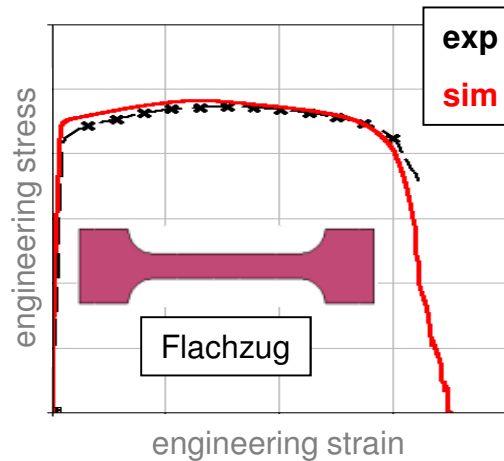
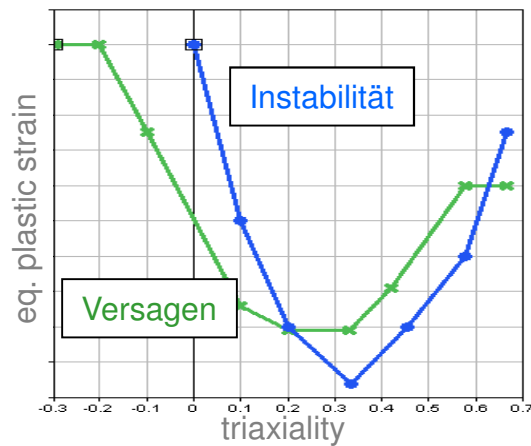
Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

- Viewer



Kalibrierung von Schädigung / Versagen mit LS-OPT

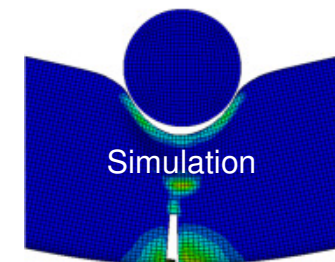
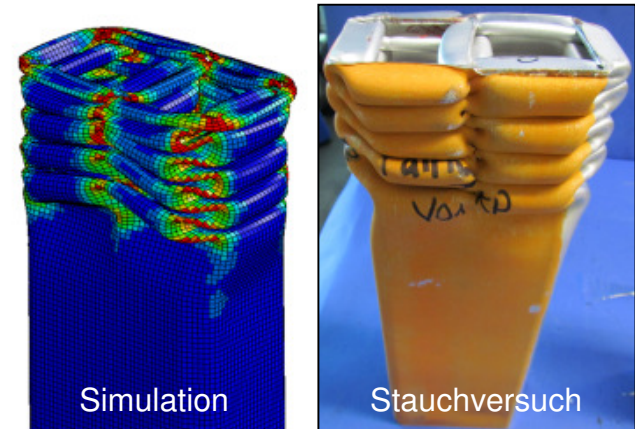
- Ergebnis ($L_e=0,5\text{mm}$) einer Materialcharakterisierung mit 5 Elementarproben



Regularisierung: Elementgrößenabh. Anpassung von Schädigungs-/Versagensparam.

Zusammenfassung

- Anwendung von LS-OPT für die Charakterisierung von Schädigung und Versagen bei Metallen ist sinnvoll und hilfreich
- Bestimmung der Fließkurve(n) vorab
- Basis zu einer GISSMO-Materialkartenerstellung bilden Versuchskurven zu unterschiedlichen Geometrien (→ Triaxialität), je ein Lastfall bei LS-OPT
- Identifikation der Materialparameter mit LS-OPT:
 - Einfache Handhabung
 - Gute Ergebnisse
 - CurveMapping statt MeanSquaredError möglich





Vielen Dank!