

Einsatz von Prozesssimulationen zur Zuverlässigkeitssteigerung von Struktursimulationen im Entwicklungsprozess

Technologietag DHBW Stuttgart 2012

B.Eng. Sven Michael Weiß, Prof. Dr.-Ing. H. Mandel

Agenda

- Motivation
 - Leichtbau
 - Einfluss des Herstellungsprozesses auf die Materialeigenschaften
- Beispiel: Entwicklungsprozess eines Sitzquerträgers
 - Konstruktion
 - Simulation Herstellungsprozess: One Step und Inkrementell
- Funktionserfüllung
 - Komponentenversuch Seitenaufprall
 - Ergebnis der Simulation
- Zusammenfassung

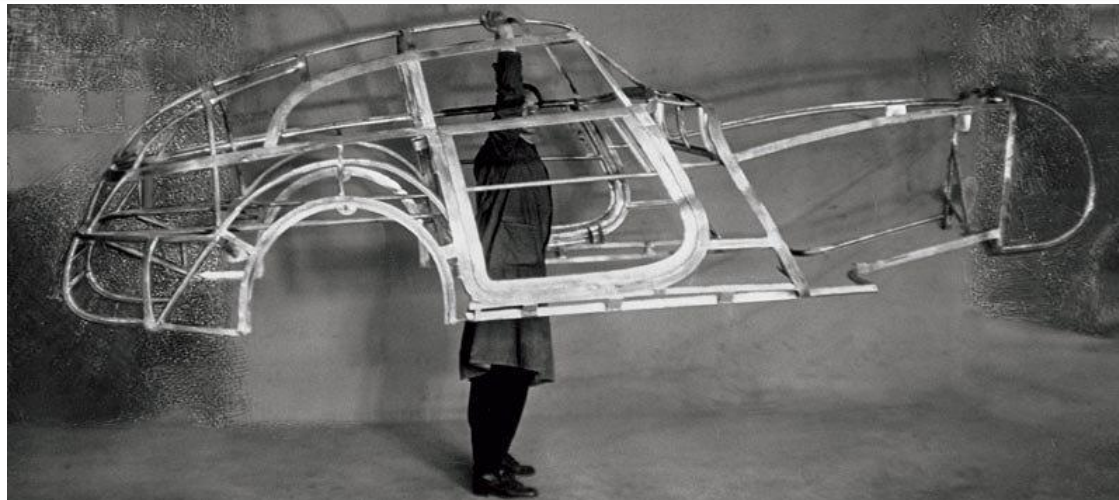
Leichtbau

bedeutet:

Das richtige **Material**

in der richtigen **Menge**

am richtigen **Ort.**

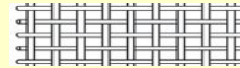


Leichtbau-Gitterohrrahmen der 328 Kamm Rennlimousine, 1939
Quelle / Copyright: BMW Group

Anforderung an eine FE-Simulation in der Fahrzeugindustrie

Leichtbau

Neue Materialien

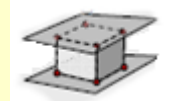


- Hochfeste Stähle
- Neue Gusslegierungen
- Leichtmetalle
- Polymere
- Composite

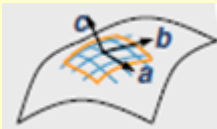
Versagen
Material und/oder
Verbindung



Neue Verbindungs-
techniken



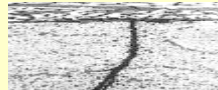
Anisotropie



$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

$$\tau = G \cdot \gamma$$

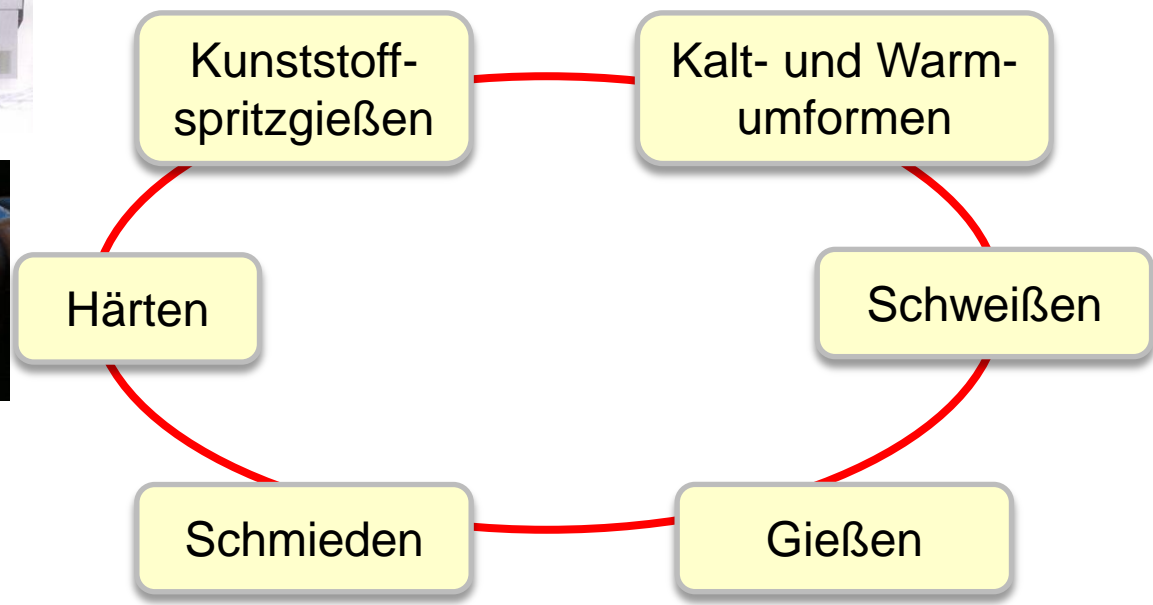
Schädigung und
Risswachstum



Punktgenaue
Auslegung



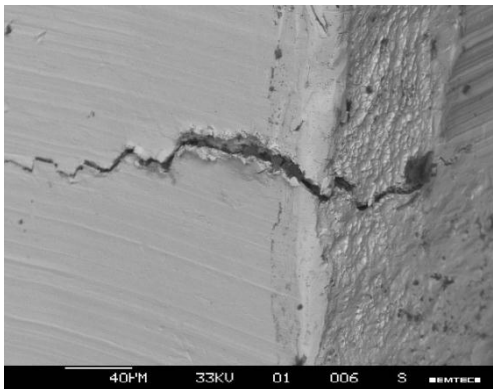
Materialherstellung und Fügemethoden



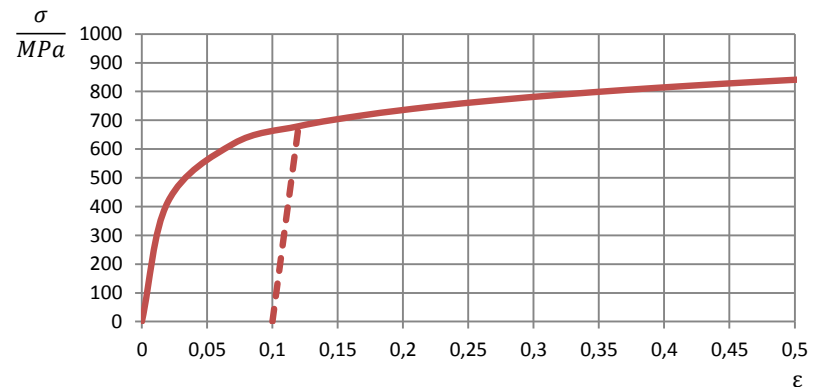
Ziel der FE-Simulation: Beurteilung der Funktion eines Bauteils z.B.: Betriebsfestigkeit, Energieaufnahme. Steifigkeit, ...

Einfluss des Herstellungsprozesses (Kaltumformen)

- Inhomogenes Werkstoffverhalten
- Kaltverfestigung (Fließgrenze verschiebt sich)
- Materialausdünnung
- Vorschädigung
- Anisotropie
- Wärmeeinflusszone zerstört Gefüge
- ...



Quelle: www.elektronenmikroskopie.de



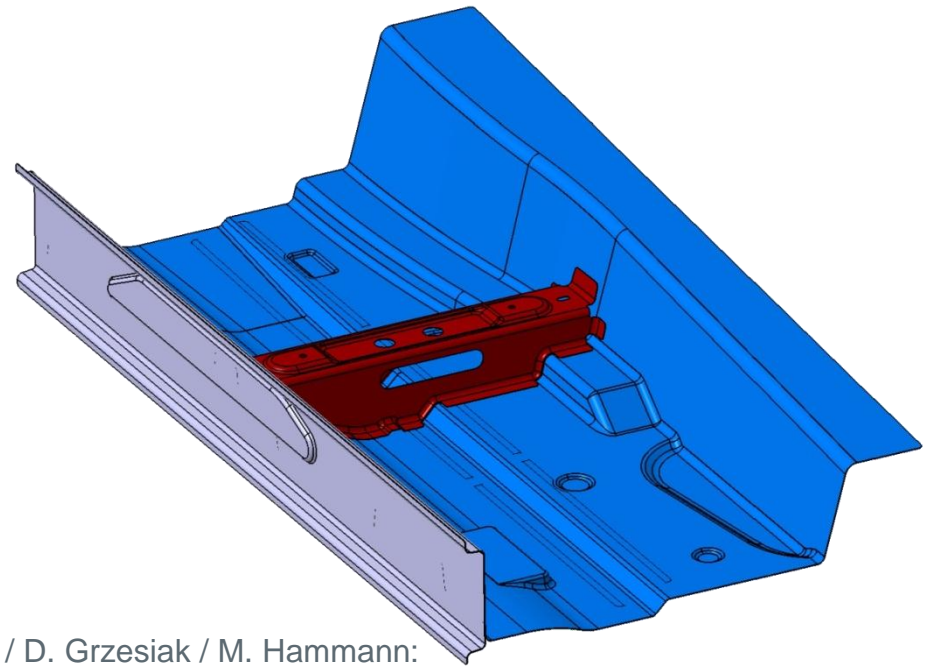
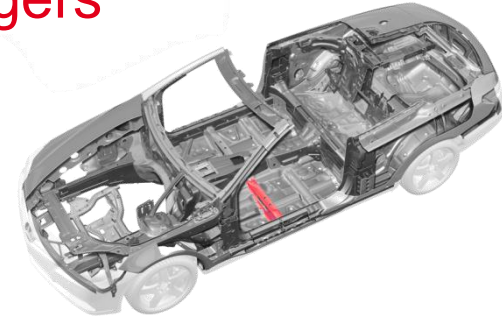
Agenda

- Motivation
 - Leichtbau
 - Einfluss des Herstellungsprozesses
- Beispiel: Entwicklungsprozess eines Sitzquerträgers
 - **Konstruktion**
 - **Simulation Herstellungsprozess: One Step und Inkrementell**
- Funktionserfüllung
 - Komponentenversuch Seitenaufprall
 - Ergebnis der Simulation
- Zusammenfassung

Beispiel: Konstruktion eines Sitzquerträgers

Anforderungen

- Anbindung der Sitzaufnahme
- Toleranzausgleich, Package
- Fertigbarkeit
- Steifigkeit
- Crash
- NVH
- Fügbarkeit (Schweißen, Zugänglichkeit)
- Wirtschaftlichkeit
- ...



Quelle: A. Grohe / D. Grzesiak / M. Hammann:
Konstruktionsaufgabe Karosserierohbau (DHBW Stuttgart)

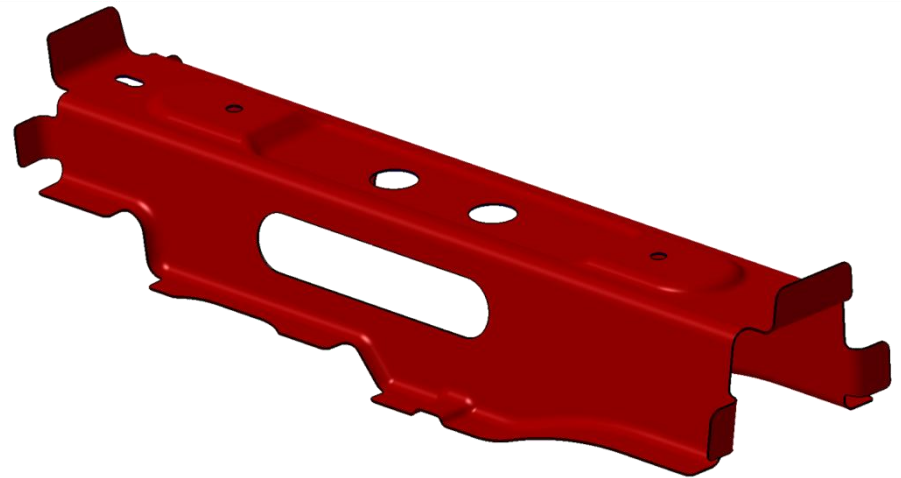
Beispiel: Konstruktion eines Sitzquerträgers

Anforderungen

- Anbindung der Sitzaufnahme
- Toleranzausgleich, Package
- Fertigbarkeit
- Steifigkeit
- Crash
- NVH
- Fügbarkeit (Schweißen, Zugänglichkeit)
- Wirtschaftlichkeit
- ...

Ergebnis der Konstruktion

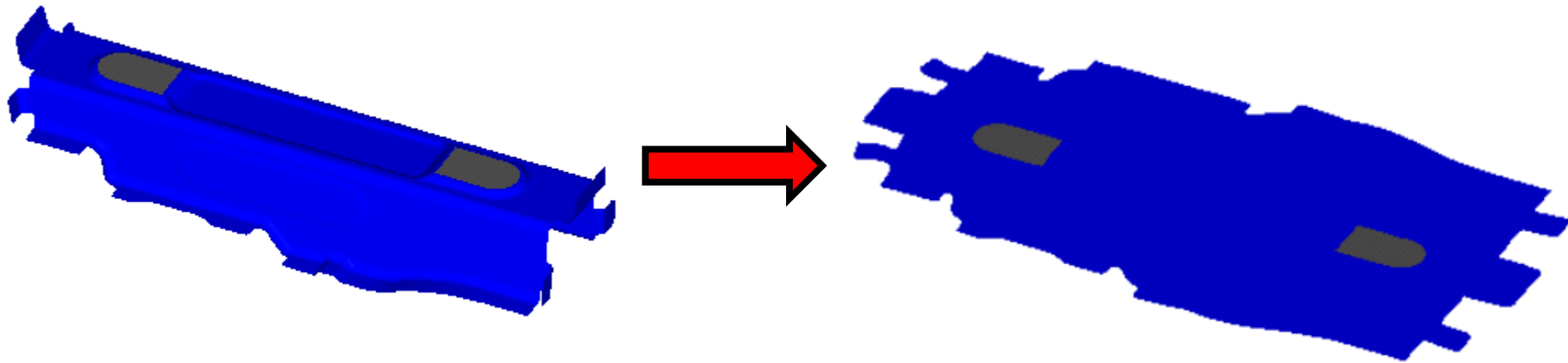
- Material: DP600
- Blechstärke: 1 mm
- (Crashumgeformt)



Quelle: A. Grohe / D. Grzesiak / M. Hammann:
Konstruktionsaufgabe Karosserierohbau (DHBW Stuttgart)

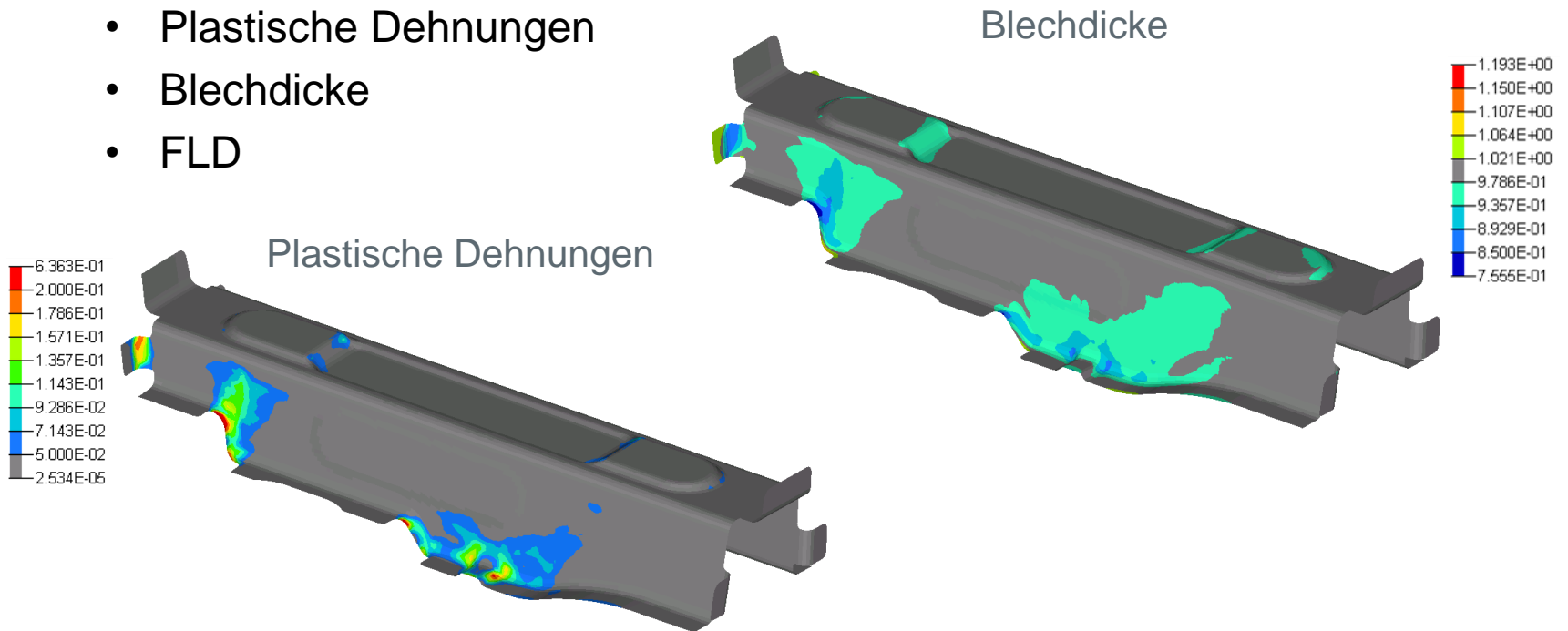
Simulation des Herstellungsprozesses: One Step

- **Klassisches Tiefziehen**
- Aufklappen der vorhandenen Geometrie



Simulation des Herstellungsprozesses: One Step

- **Klassisches Tiefziehen**
- Aufklappen der vorhandenen Geometrie
- Ergebnis:
 - Plastische Dehnungen
 - Blechdicke
 - FLD



Simulation des Herstellungsprozesses: Inkrementell

- **Crash-formen** in mehreren Prozessschritten
- Modellieren der gesamten Prozesskette durch den Benutzer
- Konstruktion von Werkzeugen erforderlich
- Definition der Prozessparameter:
 - Werkzeugweg und –geschwindigkeit
 - Kräfte
 - Reibung

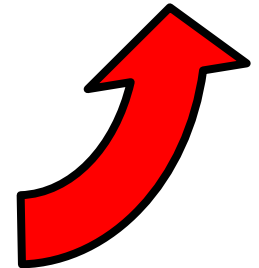
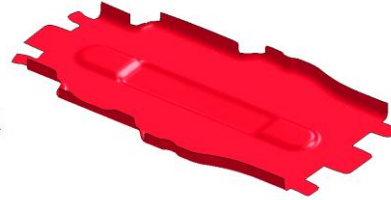
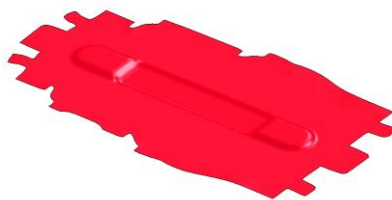
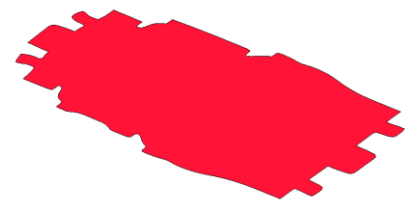


1. Sitzaufnahme prägen

2. Flansche aufstellen

3. Seitenwände umklappen

4. Flansche aufstellen



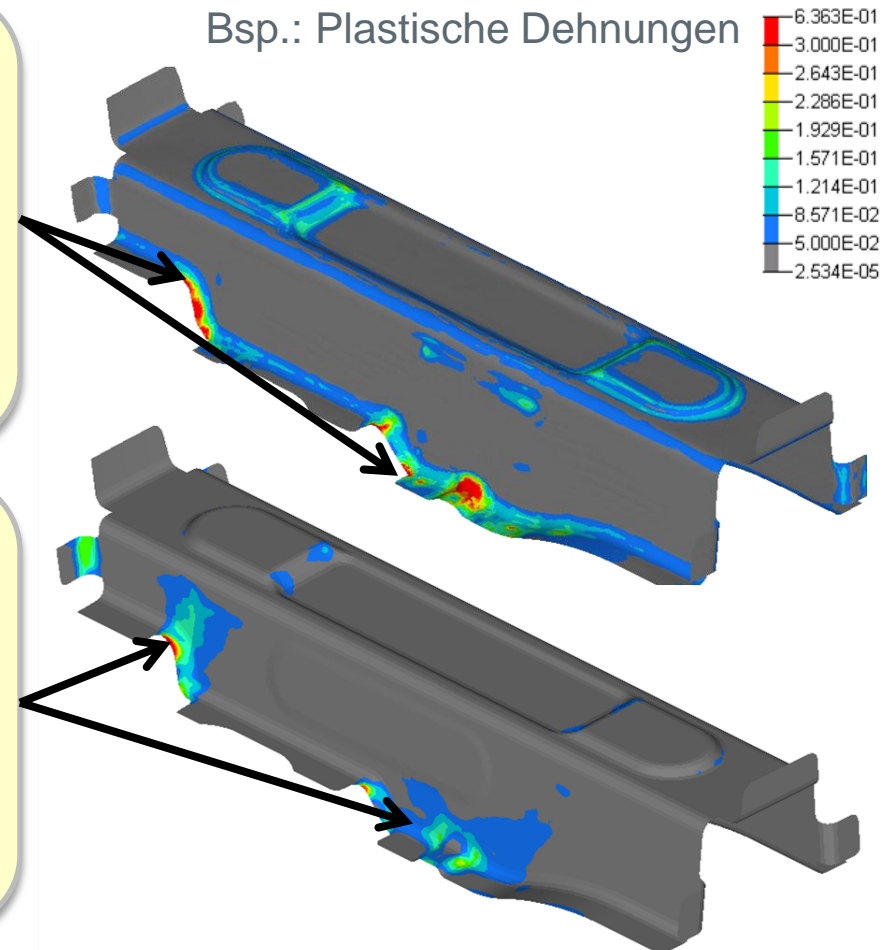
Vergleich der Herstellungsprozesse: One Step / Inkrementell

Inkrementell

- Kaltverfestigung an gebogenen Kanten (Umbiegen)
- Geringe Effekte in Seitenwänden

One Step

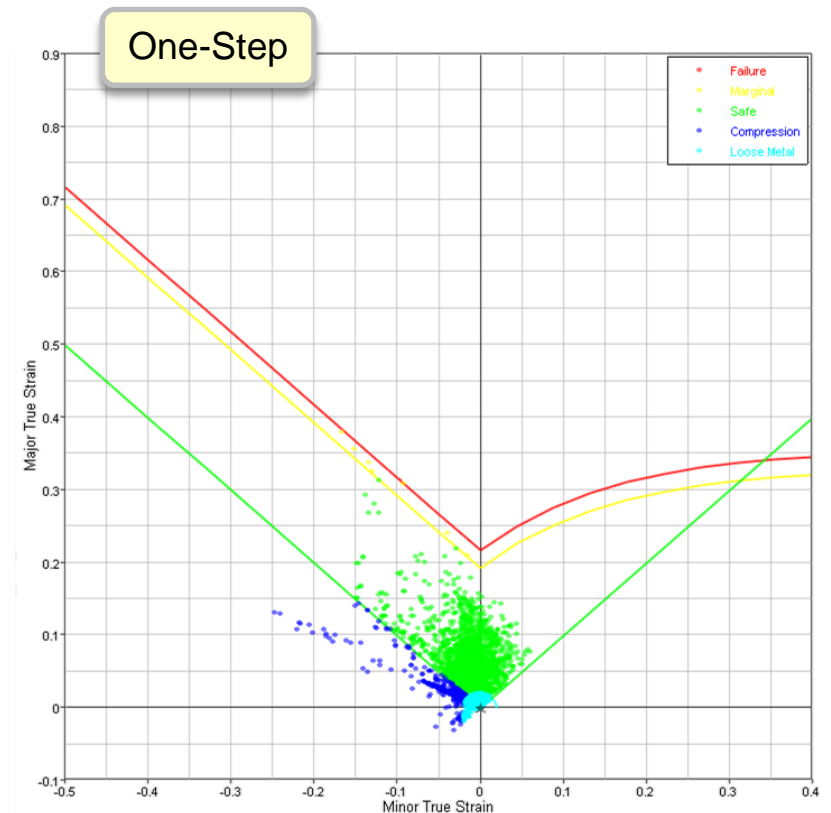
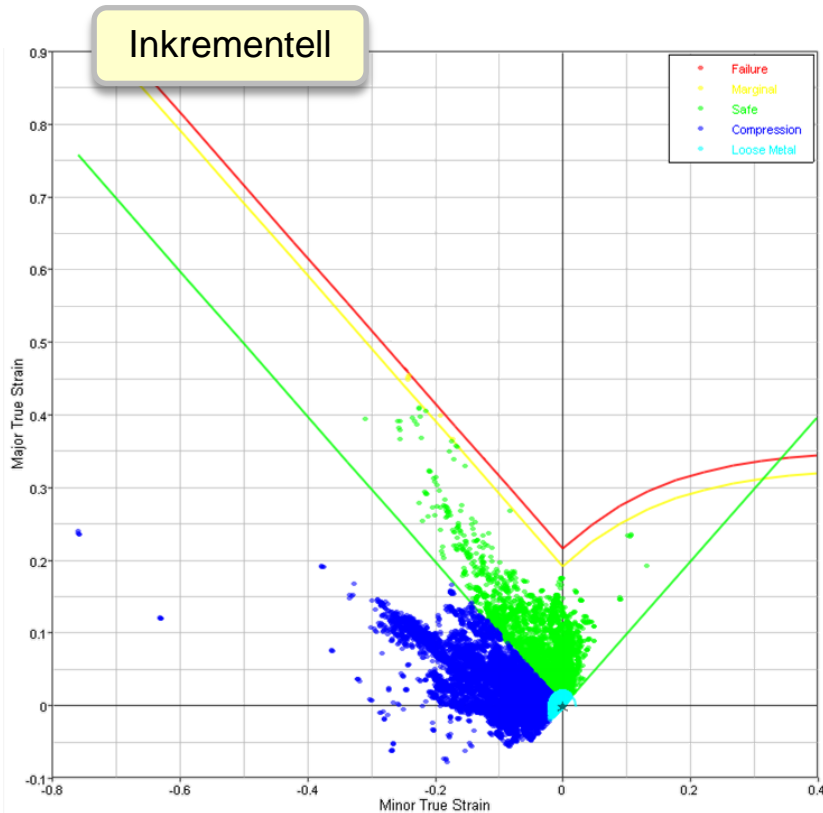
- Kaltverfestigung teilweise in Seitenwänden (Material fließt)
- Geringe Effekte an gebogenen Kanten



Vergleich der Herstellungsprozesse: One Step / Inkrementell

Herstellbarkeit mittels Grenzformänderungskurve (FLD) prüfen

→ Beide Herstellverfahren sind (in der Simulation) möglich



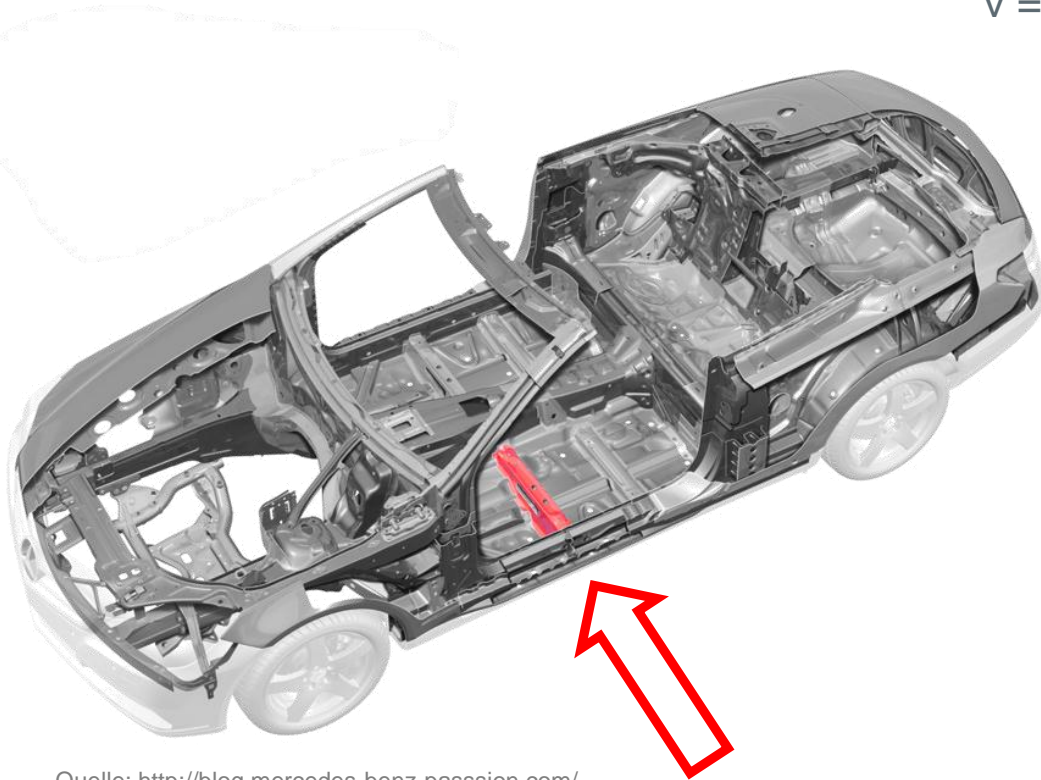
Agenda

- Motivation
 - Leichtbau
 - Einfluss des Herstellungsprozesses
- Beispiel: Entwicklungsprozess eines Sitzquerträgers
 - Konstruktion
 - Simulation Herstellungsprozess: One Step und Inkrementell
- Funktionserfüllung
 - **Komponentenversuch Seitenaufprall**
 - **Ergebnis der Simulation**
- Zusammenfassung

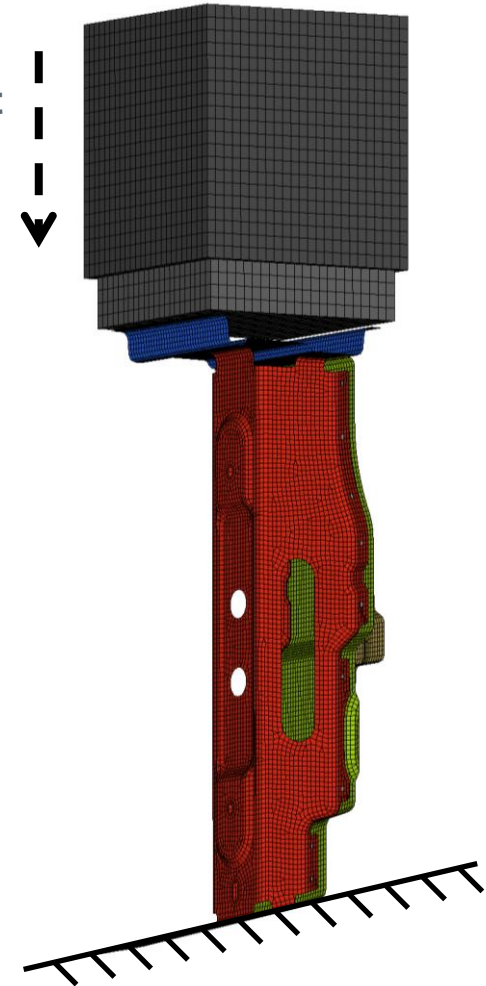
Komponentenversuch zur Funktionserfüllung Seitenaufprall

Fallturmversuch

- LS-Dyna Modell



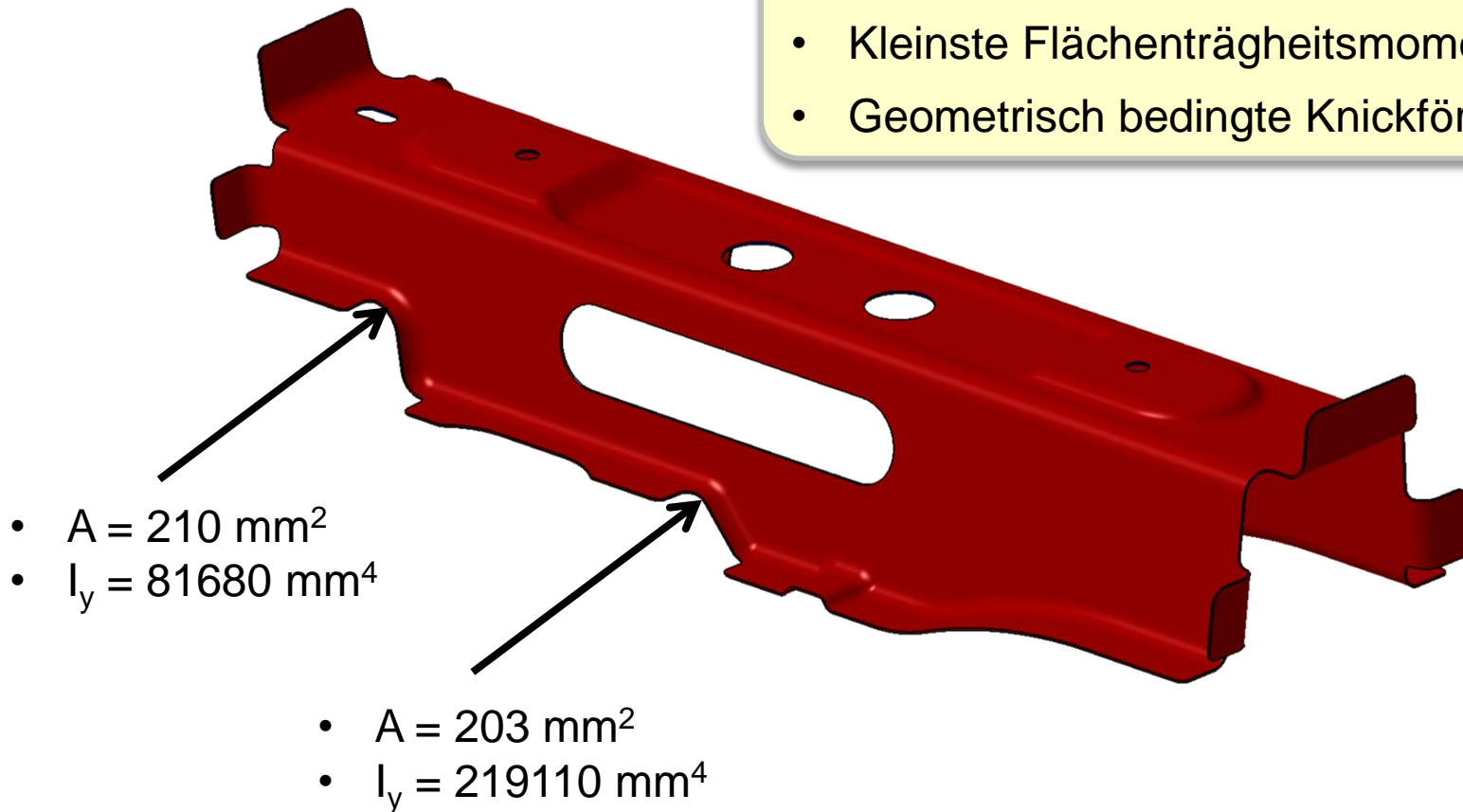
Fallgewicht
 $m = 132 \text{ kg}$
 $v = 4,5 \text{ m/s}$



Quelle: <http://blog.mercedes-benz-passion.com/>

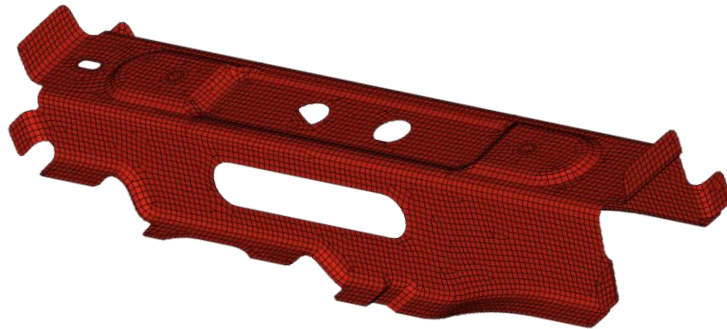
Knick-kritische Stellen

- Kleinste Querschnitte
- Kleinste Flächenträgheitsmomente
- Geometrisch bedingte Knickförderung

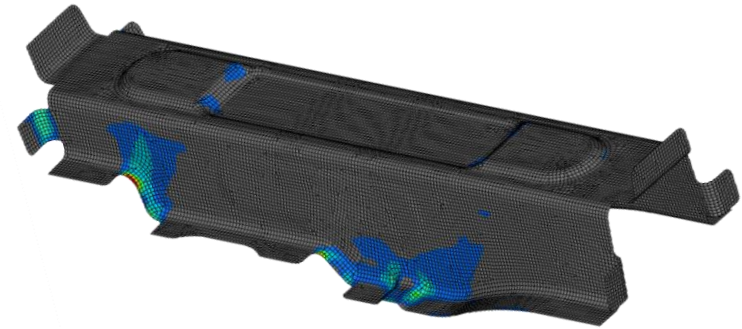


Übertragen der Umformdaten auf die Struktursimulation

Struktursimulation

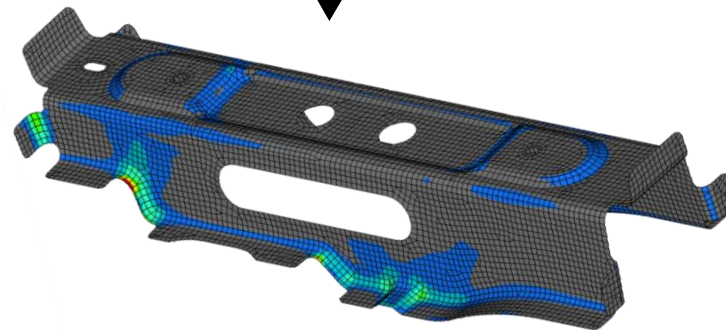


Umformsimulation

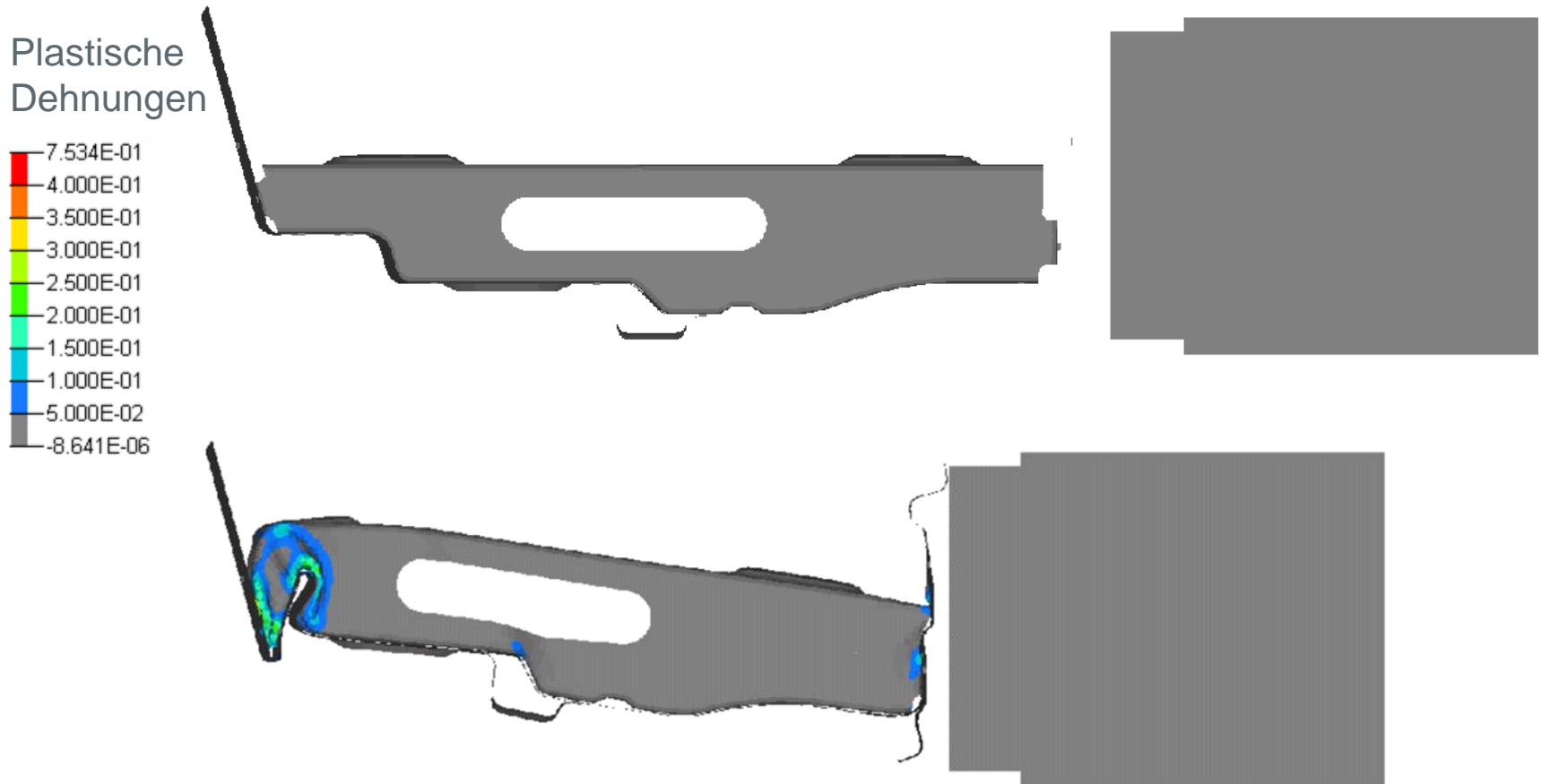


„Mappen“

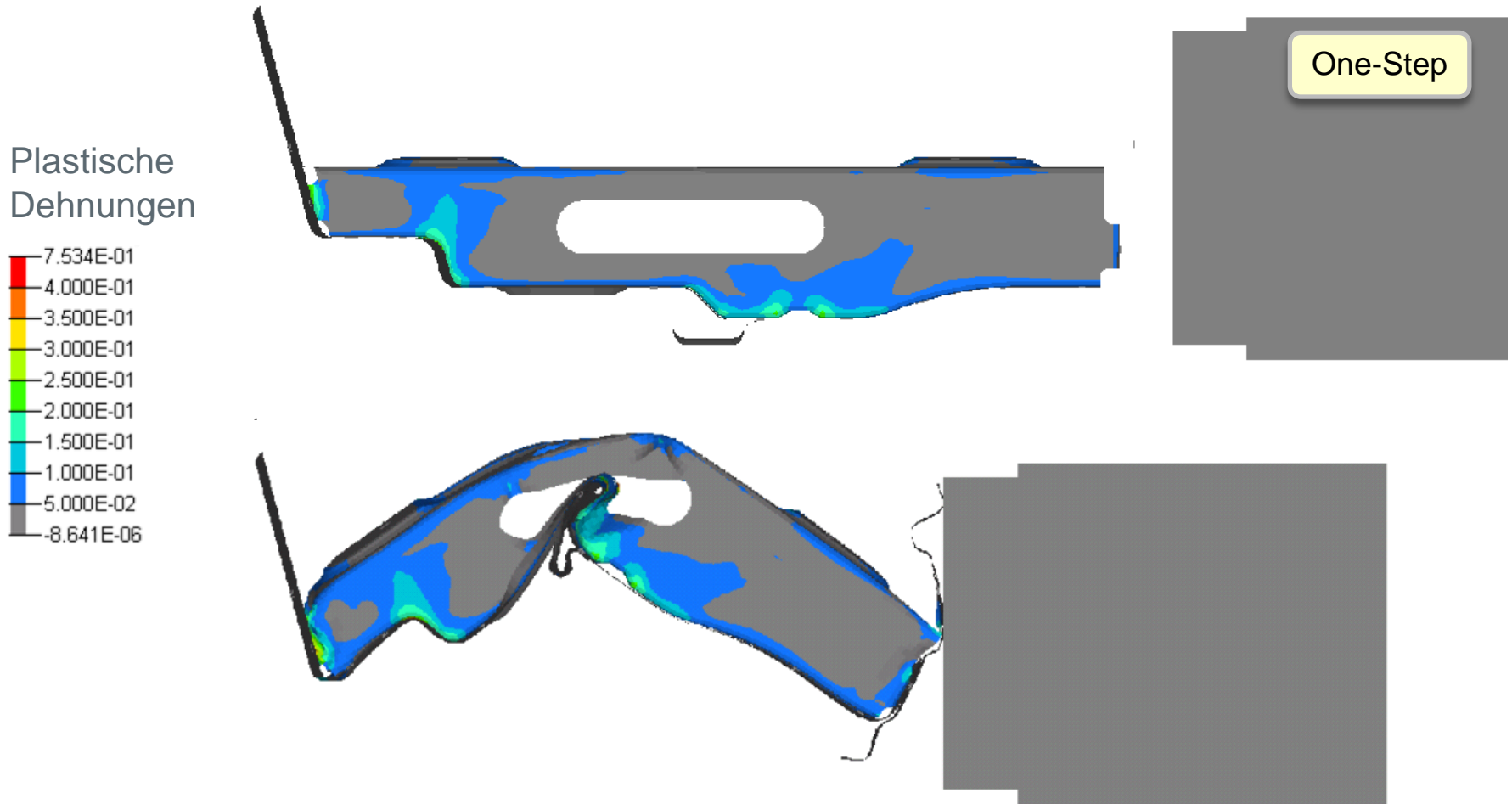
- „dynain“-File aus Umformsimulation
- Suchradius
- Übertragen von Plast. Dehnungen und Blechdicken



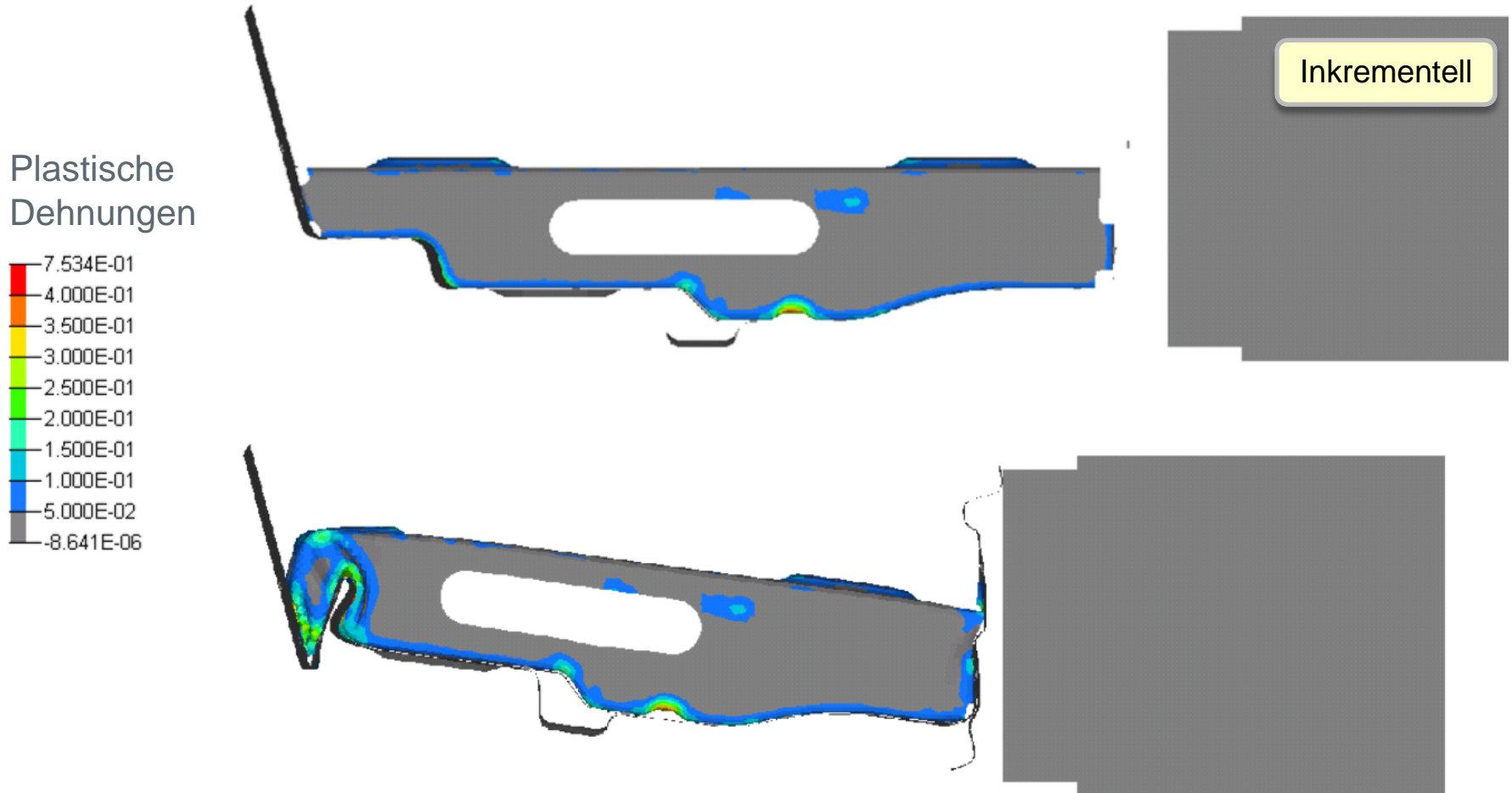
Ergebnis der Simulation (ohne Berücksichtigung des Herstellungsprozesses)



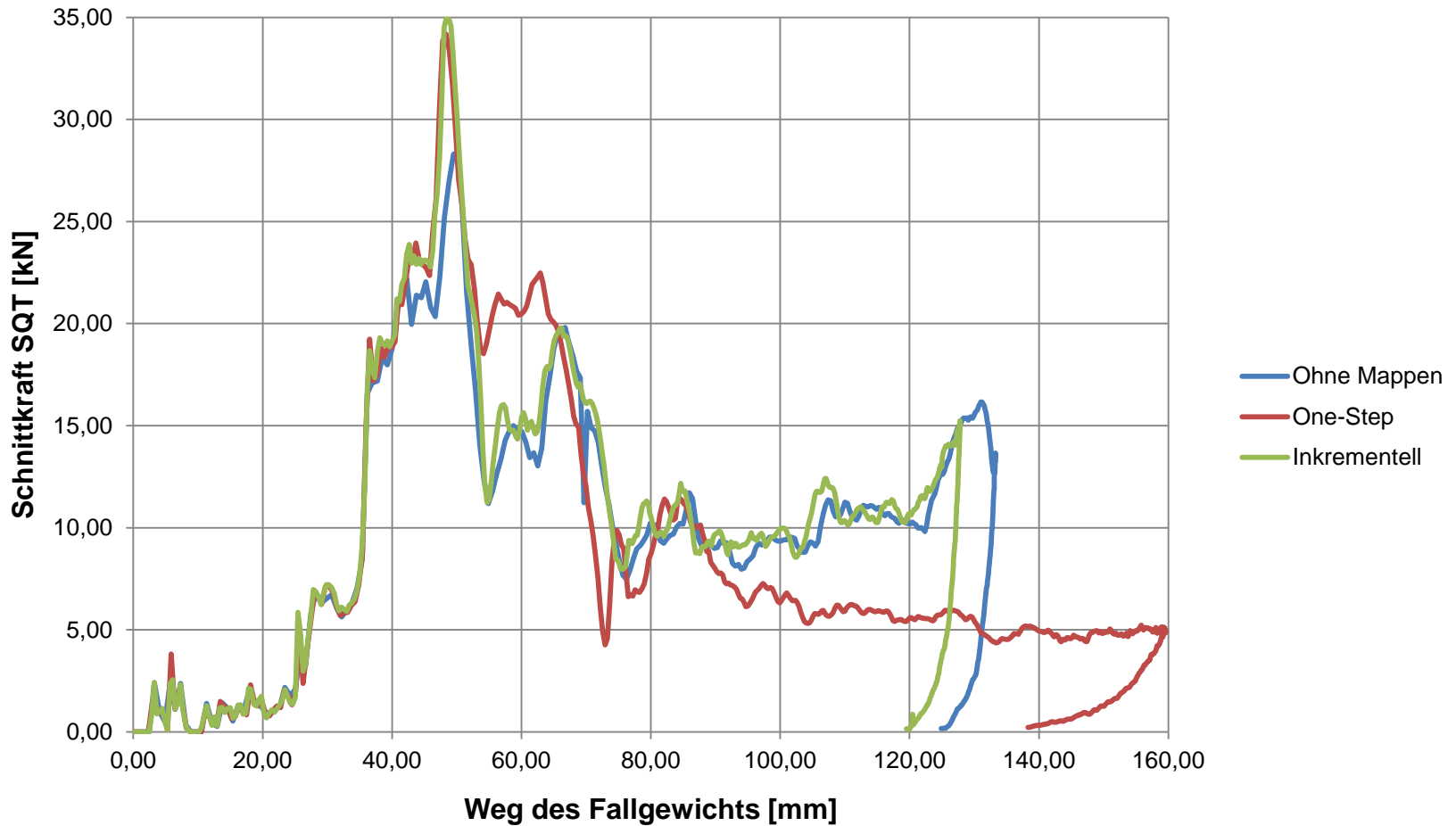
Ergebnis der Simulation (mit Berücksichtigung des Herstellungsprozesses, One Step)



Ergebnis der Simulation (mit Berücksichtigung des Herstellungsprozesses, Inkrementell)



Ergebnis der Simulation (Kraft-Weg-Diagramme)



Zusammenfassung und Fazit

- Potential moderner (Leichtbau-) Werkstoffe wird oftmals nicht vollständig genutzt.
- Eine Ursache dafür ist, dass der Herstellprozess oftmals unzureichend in eine FE-Struktursimulation berücksichtigt wird.

Aber:

Durchführung von gekoppelten Simulationen (Prozess und Funktionserfüllung) ist nur mit umfangreicher Erfahrung und „Know-How“ empfehlenswert!

Abhilfe: Zusammenarbeit der Fachabteilungen / Lieferanten / und natürlich der Hochschulen. muss intensiviert werden