

ASPEKTE BEI DER MODELLIERUNG MEHRSTUFIGER UMFORMPROZESSE MIT EXP. UND IMP. METHODEN.

15. DEUTSCHES LS-DYNA FORUM 2018.



15.10.2018
Dr. M. Fleischer, Dr. I. Heinle, Dr. H. Grass,
Dr. J. Meinhardt, J.M. Saubiez



Rolls-Royce
Motor Cars Limited

GLIEDERUNG.

- Einleitung.
- Umformsimulation bei BMW – Stand der Technik.
- Simulation Folge-Operationen und Aufsprung.
- Modellinitialisierung und Kontakte.
- Zusammenfassung.

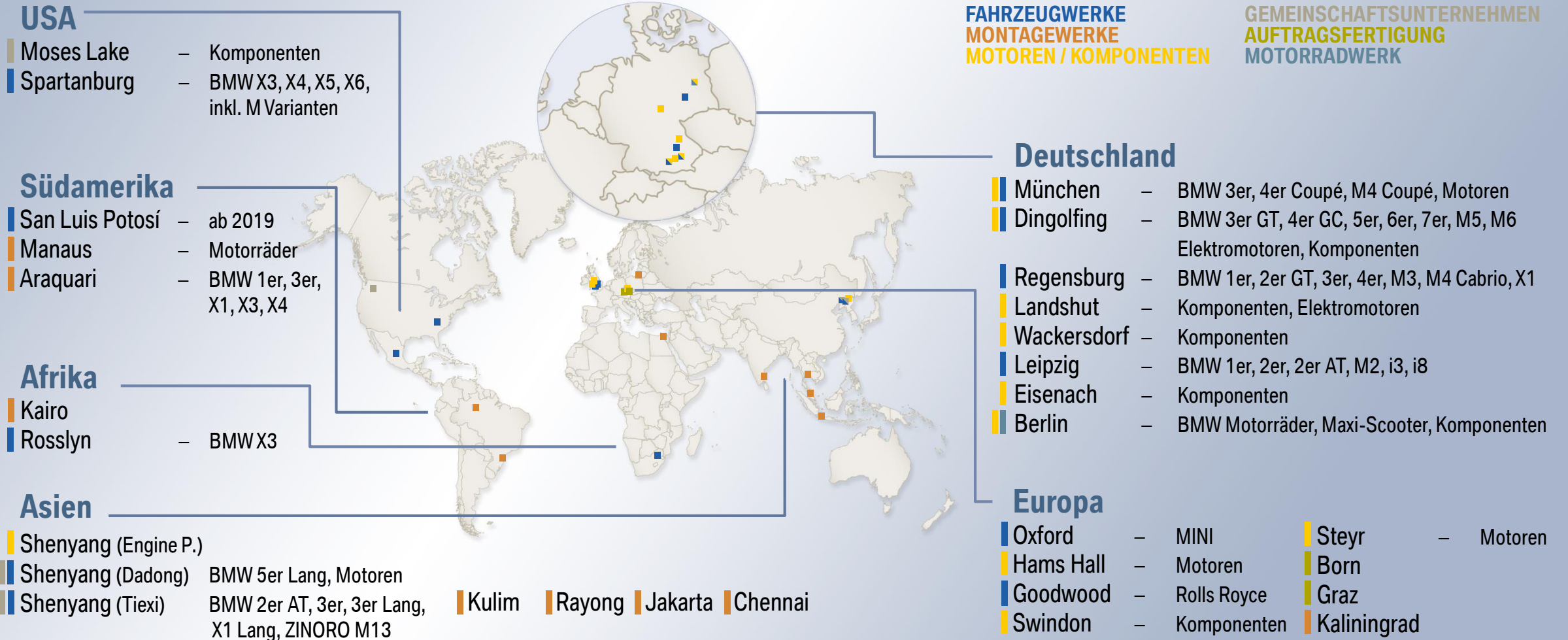


GLIEDERUNG.

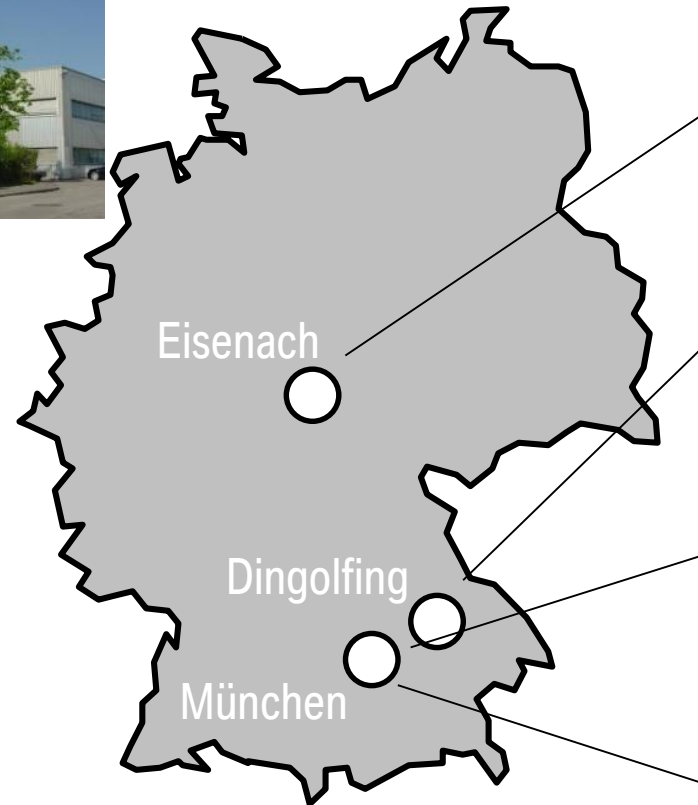
- Einleitung.
- Umformsimulation bei BMW – Stand der Technik.
- Simulation Folge-Operationen und Aufsprung.
- Modellinitialisierung und Kontakte.
- Zusammenfassung.



EINLEITUNG. BMW GROUP PRODUKTIONSNETZWERK.



EINLEITUNG. WERKZEUGBAUTEN DER BMW GROUP.



Eisenach - Werkzeugbau:
Prozessgestaltung
Konstruktion Werkzeuge
Fertigung Werkzeuge

Dingolfing - Werkzeugbau:
Prozessgestaltung
Konstruktion Werkzeuge
Fertigung Werkzeuge
Serienbetreuung

München - Werkzeugbau:
Prozessgestaltung
Konstruktion Werkzeuge
Fertigung Werkzeuge

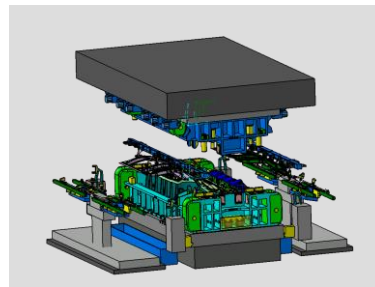
München - FIZ-Verbund:
Prozessgestaltung
Methodenkonzept
Entwicklung Werkzeuge
Konstruktion Werkzeuge
Prozessabsicherung

EINLEITUNG. VOM DESIGN ZUM PROZESS UND HIN ZUM ENGINEERING SOWIE FERTIGUNG.

– Fahrzeugdesign.



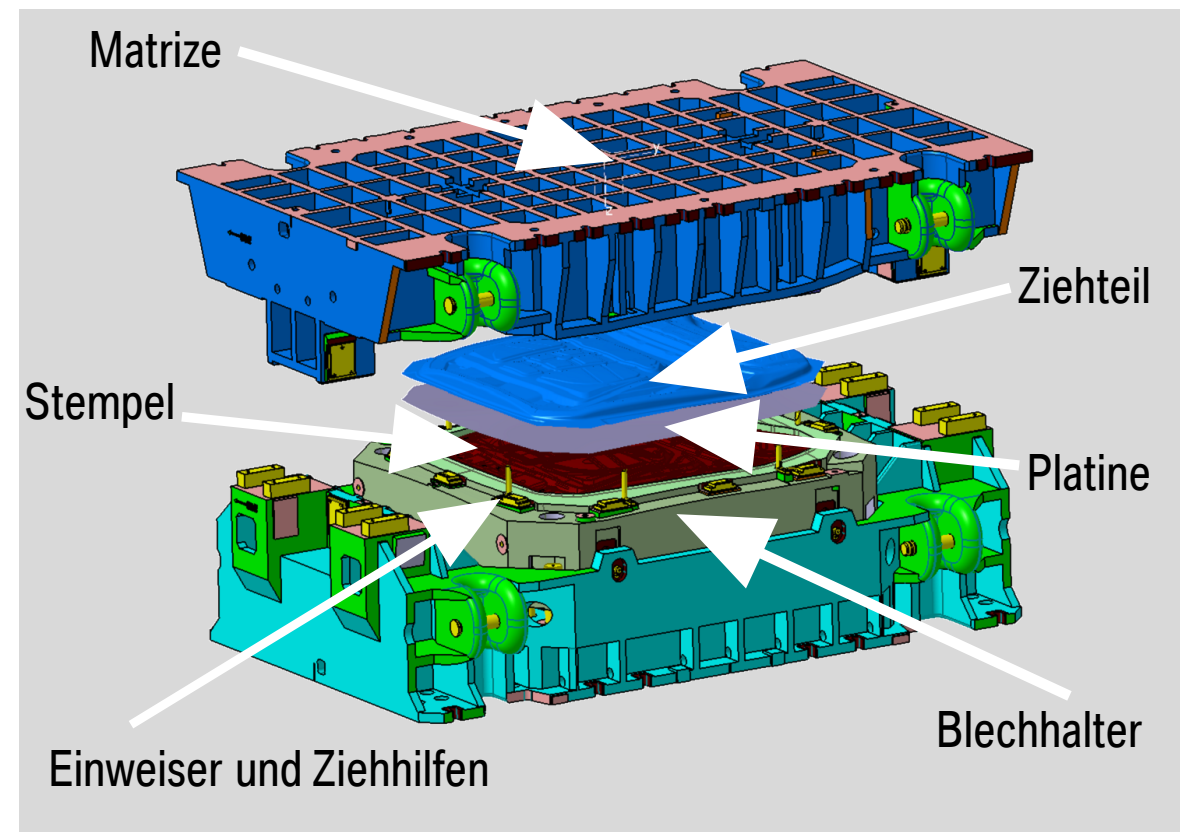
– Prozessauslegung.



– Bauteilproduktion.



– Exemplarischer Aufbau eines Umformwerkzeuges –
Innenblech einer Frontklappe.



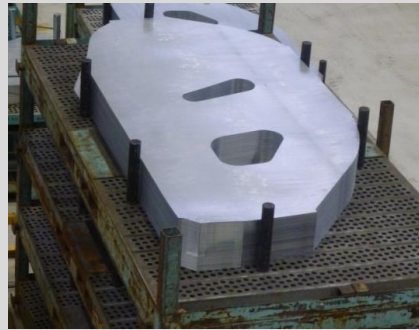
EINLEITUNG. PRODUKTION IM PRESSWERK UND KAROSSERIEBAU.

– Bauteilfertigung im Presswerk.

– Rohstoff / Halbzeug.



– Coil-Cut.



– Pressenlinie.



– Umformwerkzeug.



– Fertigung im Karosseriebau und anschließende Montage.

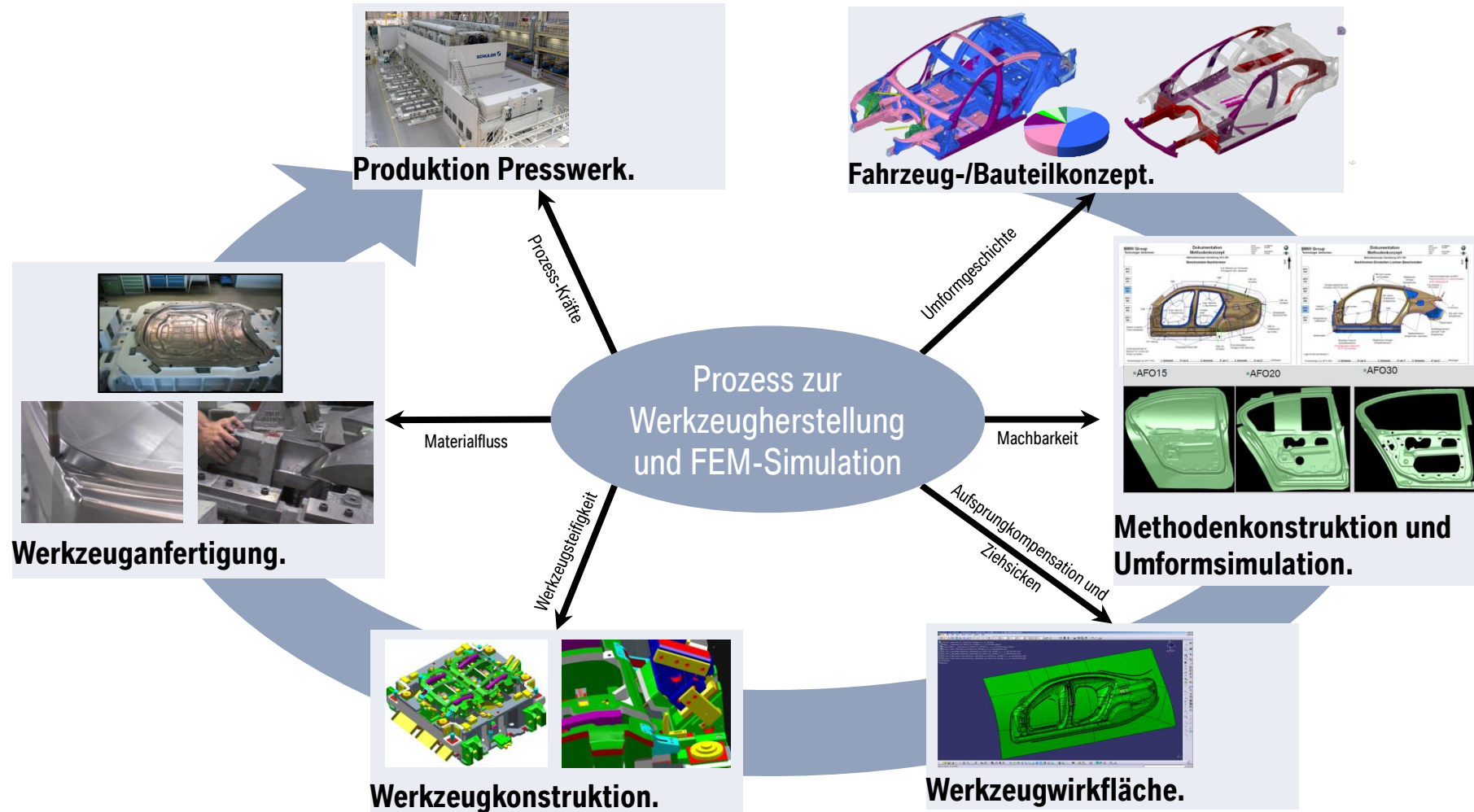


GLIEDERUNG.

- Einleitung.
- Umformsimulation bei BMW – Stand der Technik.
- Simulation Folge-Operationen und Aufsprung.
- Modellinitialisierung und Kontakte.
- Zusammenfassung.

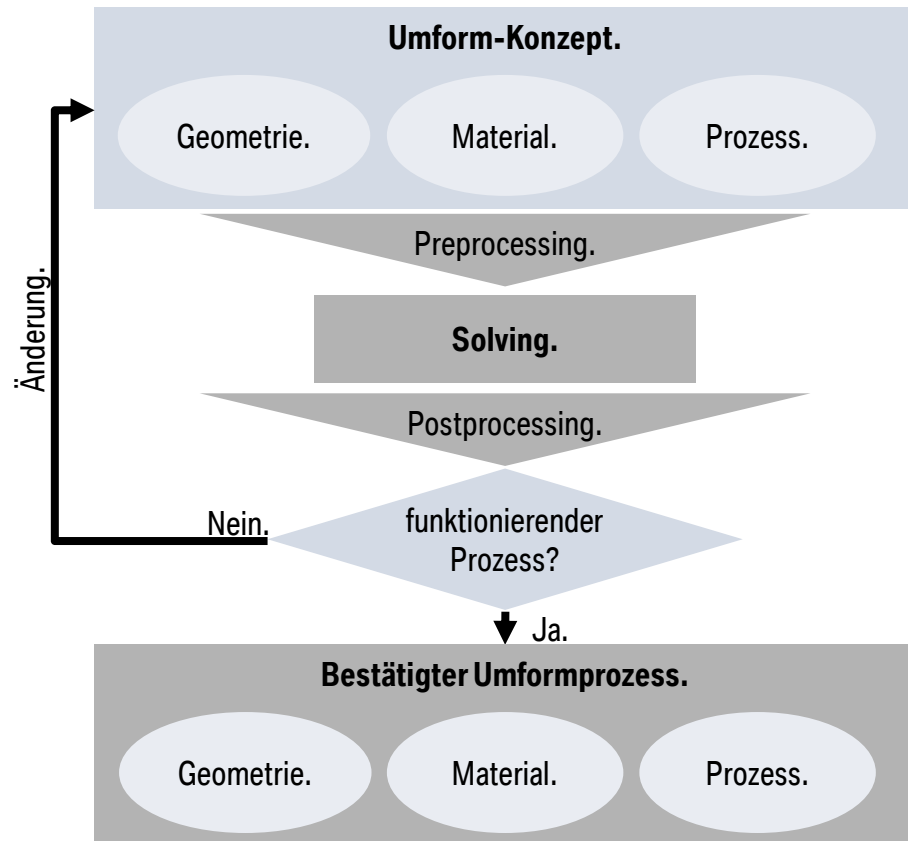


UMFORMSIMULATION BEI BMW – STAND DER TECHNIK. SIMULATION IM WERKZEUGENTWICKLUNGSPROZESS.



UMFORMSIMULATION BEI BMW – STAND DER TECHNIK. SOFTWAREKONZEPT UND VIRTUELL ABGEBILDETE PROZESSE.

– Modularer Aufbau des Prozesses.



– Einsatz der Simulation.

This block shows the application of simulation in forming. On the left, a screenshot of 'Software' (BMW-Group) shows a CAD model and simulation parameters. Below it, 'Materialdaten' includes a graph of k_f vs φ_v and a stress-strain diagram with σ_1 and σ_2 axes. 'Kaltumformung' features a 3D model of a car body part. 'Beschnitt' shows a cross-section of a material being formed. 'Umform-Simulation' is represented by a circular arrow. 'Aufsprungberechnung und -kompensation' shows a 3D model of a car body part with a color-coded stress distribution. On the right, 'Deformation von Presse und Werkzeug' shows a 3D model of a press and tool. 'Drapieren von CFK' shows a 3D model of a carbon fiber part being draped. 'Presshärten' shows a 3D model of a part being hardened.

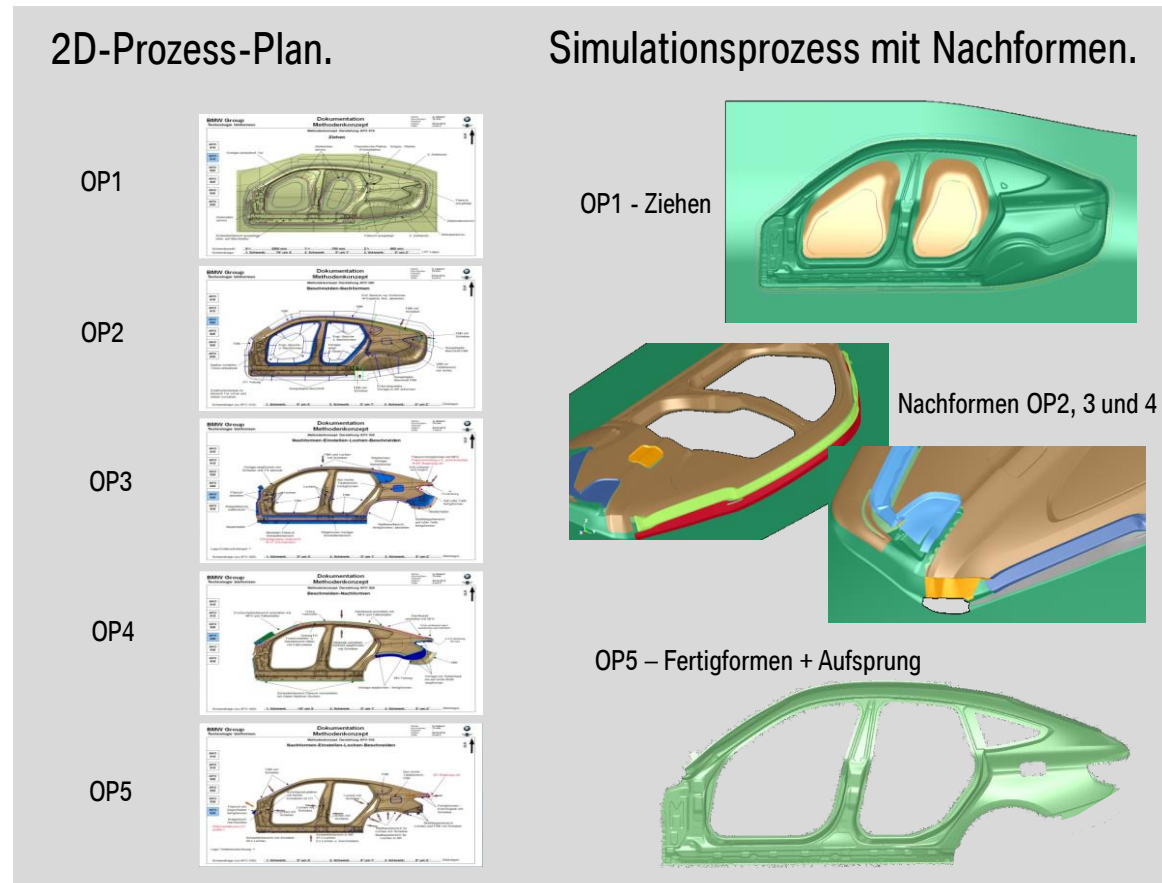
GLIEDERUNG.

- Einleitung.
- Umformsimulation bei BMW – Stand der Technik.
- **Simulation Folge-Operationen und Aufsprung.**
- Modellinitialisierung und Kontakte.
- Zusammenfassung.

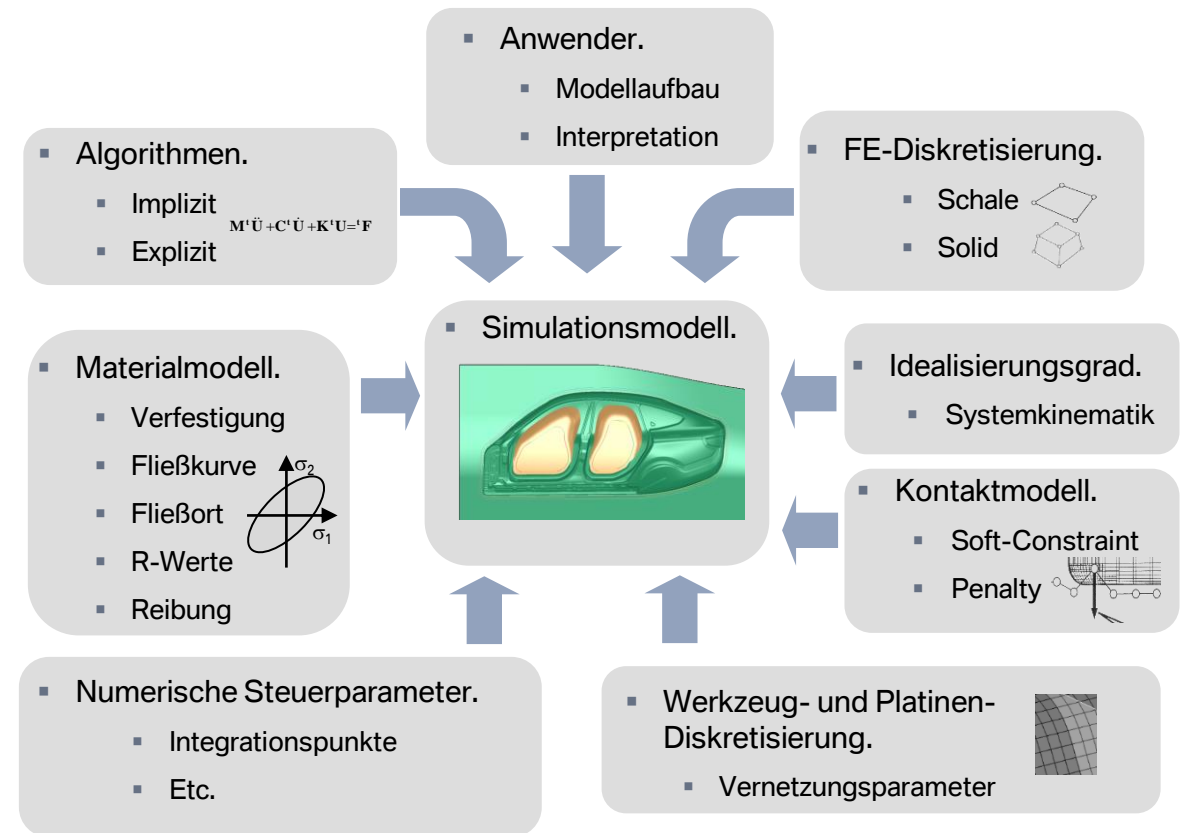


SIMULATION FOLGE-OPERATIONEN UND AUFSPRUNG. HERSTELLUNGSPROZESS, SIMULATIONSMODELL UND EINFLUSSFAKTOREN.

– Herstellungsprozess und virtuelle Abbildung.

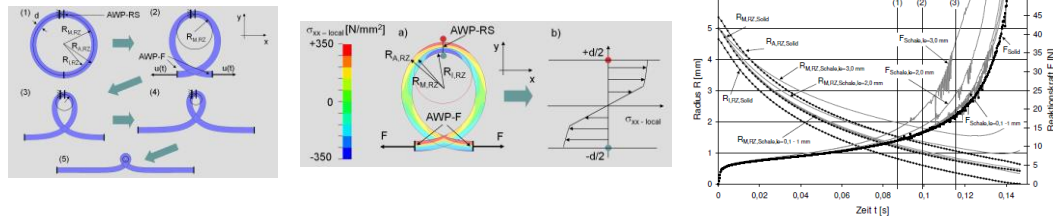


– Einflussfaktoren auf das Simulationsmodell.

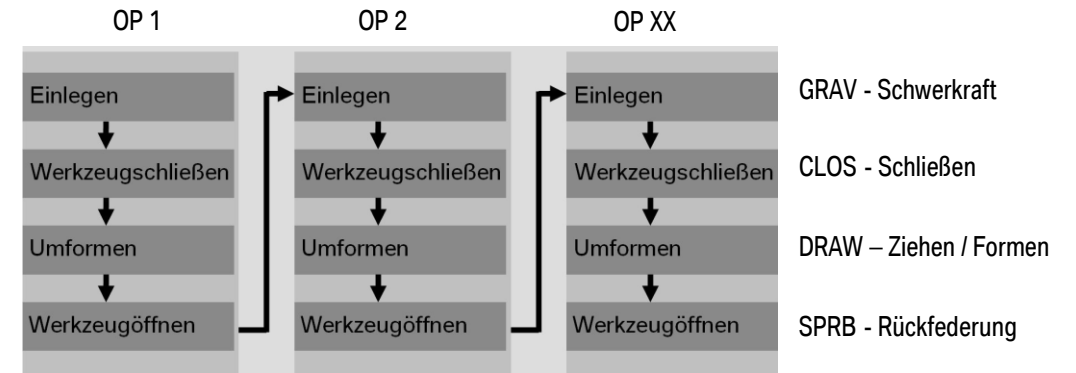


SIMULATION FOLGE-OPERATIONEN UND AUFSPRUNG. ERGEBNISAUSZUG AUS DISSERTATION [1].

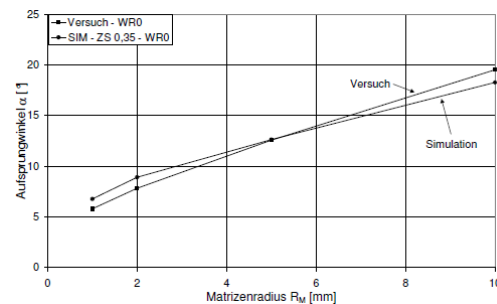
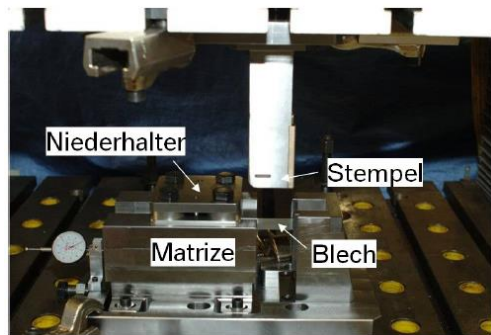
- Laboruntersuchungen.
- Ringzugversuch zur Ermittlung der Grenzen der Abbildungsfähigkeit von Schalenelementen.



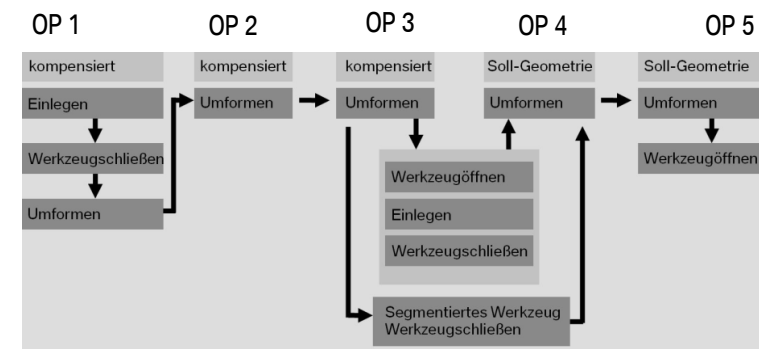
- Abbildung Realprozess im Simulationsmodell.
- Direkte Abbildung.



- Abkanten mit vor- und nicht vorgedehnten Blechen und Messung des Aufsprungs.



- Vereinfachte Abbildung.



Quelle [1]: Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen in der Umformtechnik, M. Fleischer, Dissertation, TU-München, 2009, Deutschland.

SIMULATION FOLGE-OPERATIONEN UND AUFSPRUNG.

- Fragestellungen.
 - Optimale Kombination von impliziten und expliziten Zeit-Integrationsverfahren zur Abbildung des gesamten Umformprozesses.
 - Initialisierung des Simulationsmodells im dynamischen Gleichgewicht beim Übergang von impliziten und expliziten-Zeit-Integrations-Verfahren und Veränderungen der Werkzeuggeometrie oder der Werkzeug-Netze.
 - Optimale Nutzung von Soft-Constraint- (SOFT=4) und Penalty-Kontakten (SOFT=0) sowie deren Eigenschaften.

GLIEDERUNG.

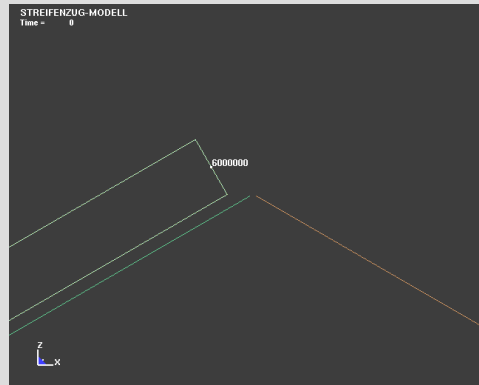
- Einleitung.
- Umformsimulation bei BMW – Stand der Technik.
- Simulation Folge-Operationen und Aufsprung.
- **Modellinitialisierung und Kontakte.**
- Zusammenfassung.



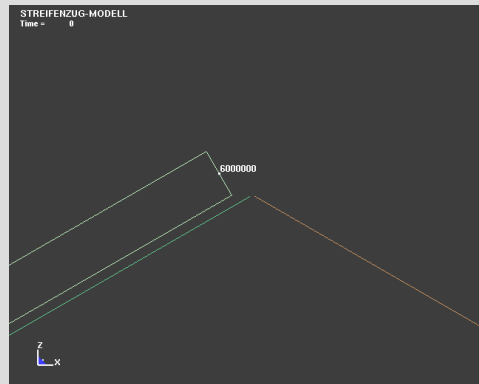
MODELLINITIALISIERUNG UND KONTAKTE. KONTAKTE UND EIGENSCHAFTEN [2].

– Ergebnisse bei schräger Anstellung der Kontaktpartner.

– Penalty-Kontakt (SOFT=0).



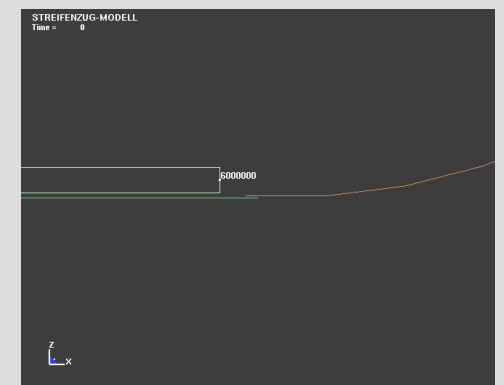
– Soft-Constraint (SOFT=4).



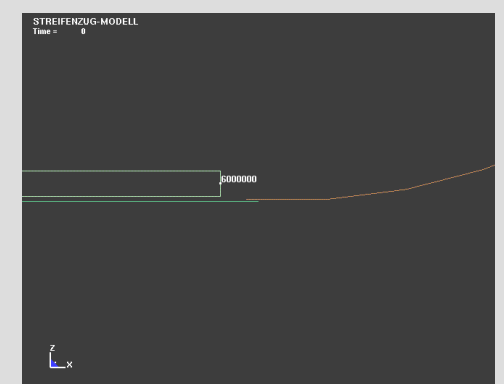
→ Soft-Constraint (SOFT=4) schiebt die Elemente nach seitlichem Eindringen in die Kontaktzone nicht heraus.

– Ergebnisse bei Überschneidung der Kontaktpartner.

– Penalty-Kontakt (SOFT=0).



– Soft-Constraint (SOFT=4).

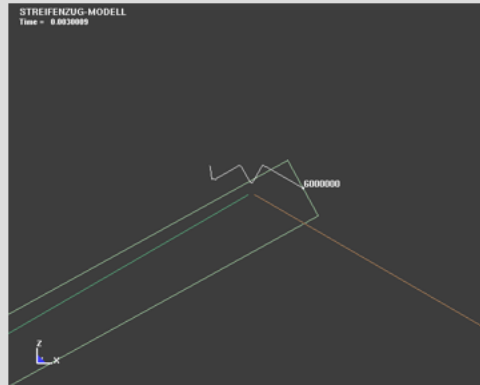


→ Soft-Constraint (SOFT=4) erzeugt keine erhöhten Rückstellkräfte bei überlappenden Elementen.

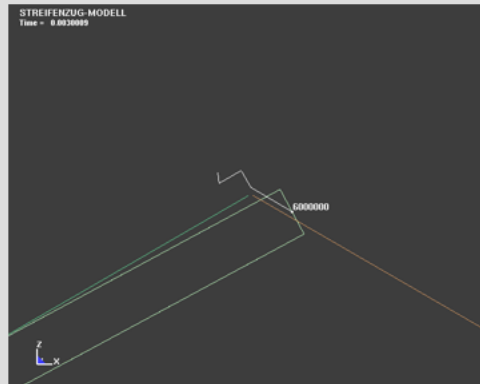
MODELLINITIALISIERUNG UND KONTAKTE. KONTAKTE UND EIGENSCHAFTEN [2].

– Ergebnisse bei schräger Anstellung der Kontaktpartner.

– Penalty-Kontakt (SOFT=0).



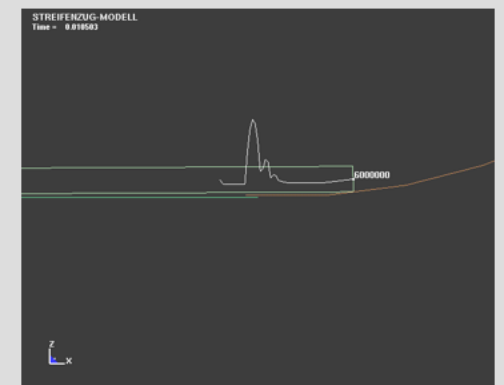
– Soft-Constraint (SOFT=4).



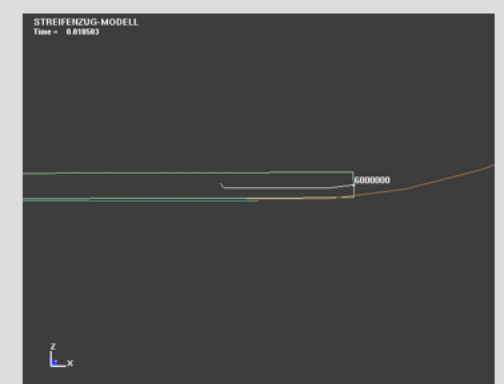
→ Soft-Constraint (SOFT=4) schiebt die Elemente nach seitlichem Eindringen in die Kontaktzone nicht heraus.

– Ergebnisse bei Überschneidung der Kontaktpartner.

– Penalty-Kontakt (SOFT=0).



– Soft-Constraint (SOFT=4).

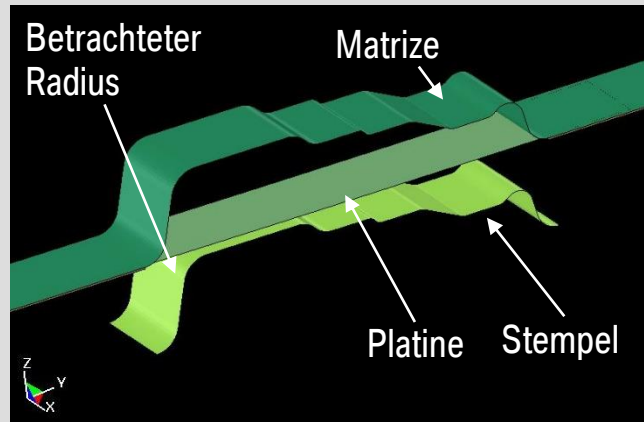
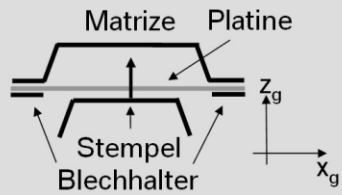


→ Soft-Constraint (SOFT=4) erzeugt keine erhöhten Rückstellkräfte bei überlappenden Elementen.

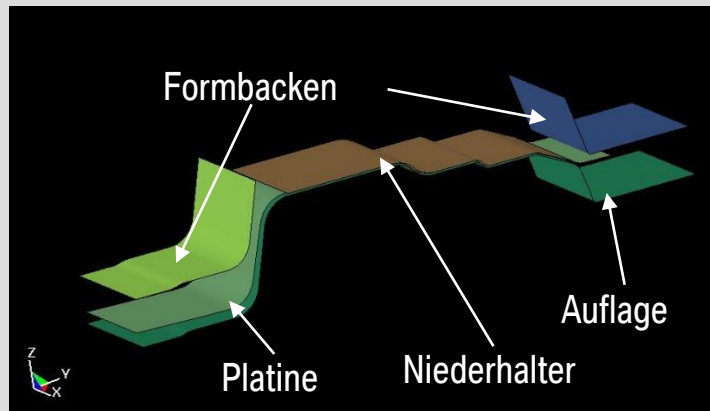
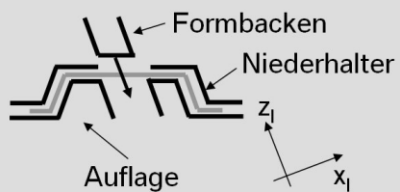
MODELLINITIALISIERUNG UND KONTAKTE. KONTAKTVERHALTEN BEIM INITIALISIEREN ZWISCHEN 2 BERECHNUNGEN [2].

– Modellaufbau anhand eines Bauteilbereiches / Ausschnitt.

– OP 1 - Ziehen.

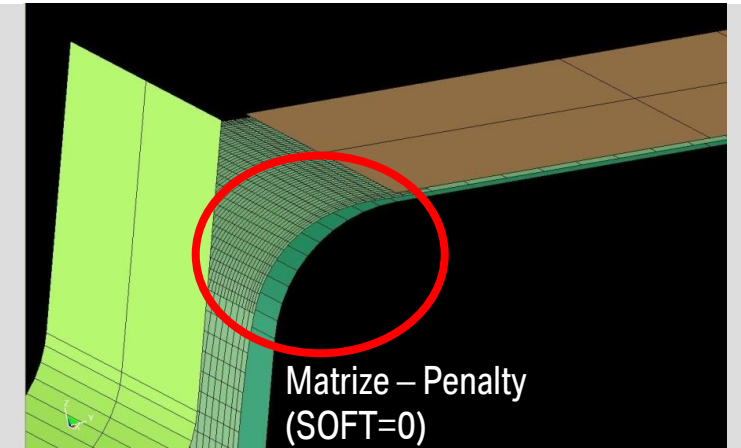


– OP 2 - Nachformen.

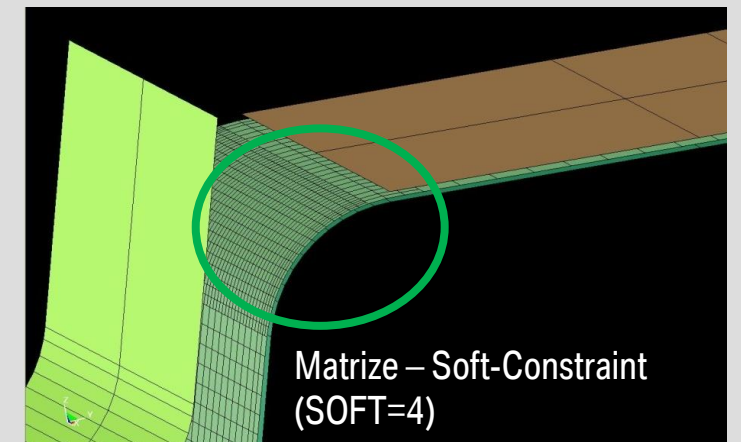


– Deformation der Platine direkt nach der Modellinitialisierung.

– OP 2 – V1.

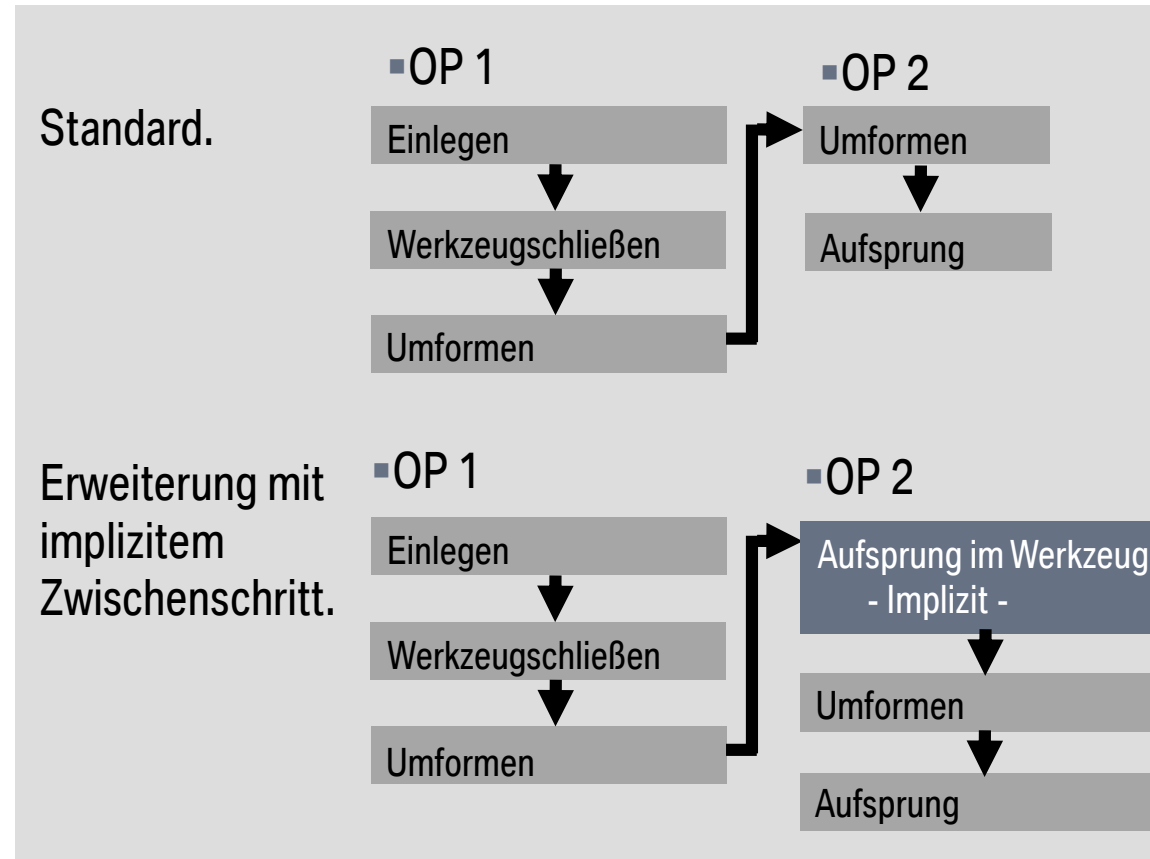


– OP 2 – V2.

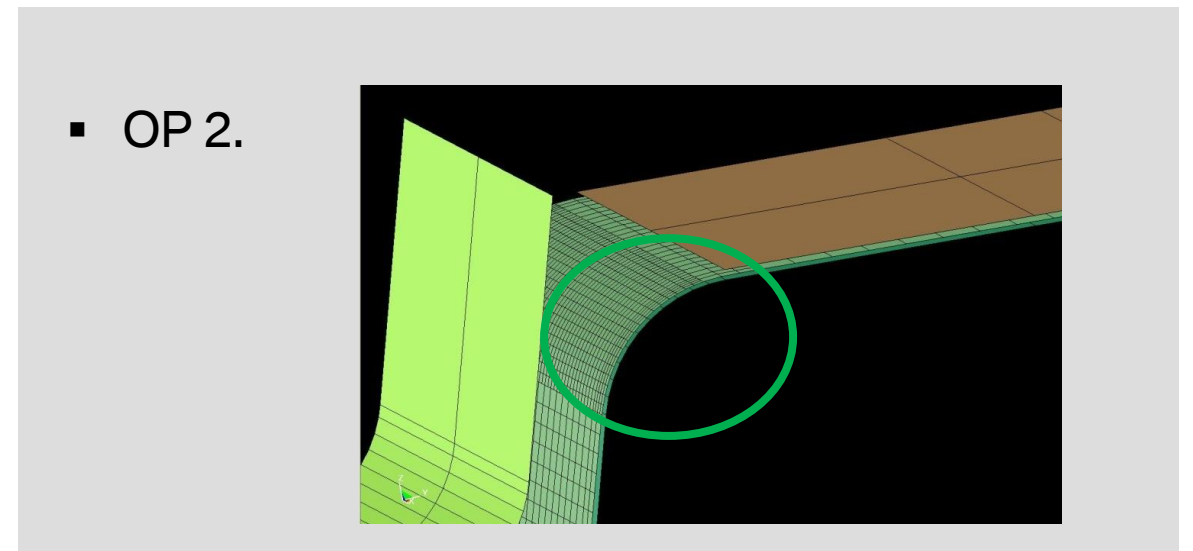


MODELLINITIALISIERUNG UND KONTAKTE. KONTAKTVERHALTEN BEIM INITIALISIEREN ZWISCHEN 2 BERECHNUNGEN [2].

- Einsatz eines impliziten Zwischenschritts zur Herstellung des Gleichgewichts: Spannungszustand – Geometrie – Kontakte.

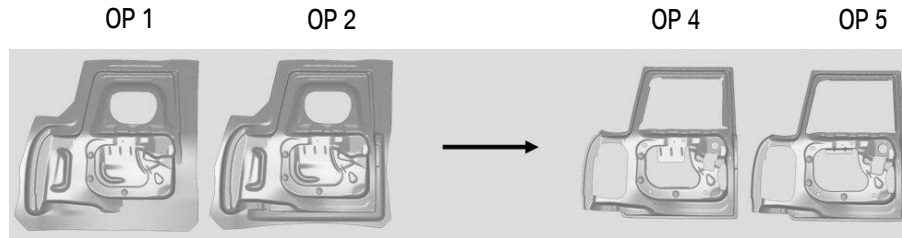


- Modellinitialisierung OP2 Schritt Umformen:
 - Nach einer impliziten Zwischenrechnung befindet sich die Platine im Gleichgewicht.
 - Spannungszustand – Geometrie – Kontakte.
 - Bei den Kontakten zur Matrize treten keine negativen Effekte auf, z. B. vom Kontakt verursachte Deformation, etc.

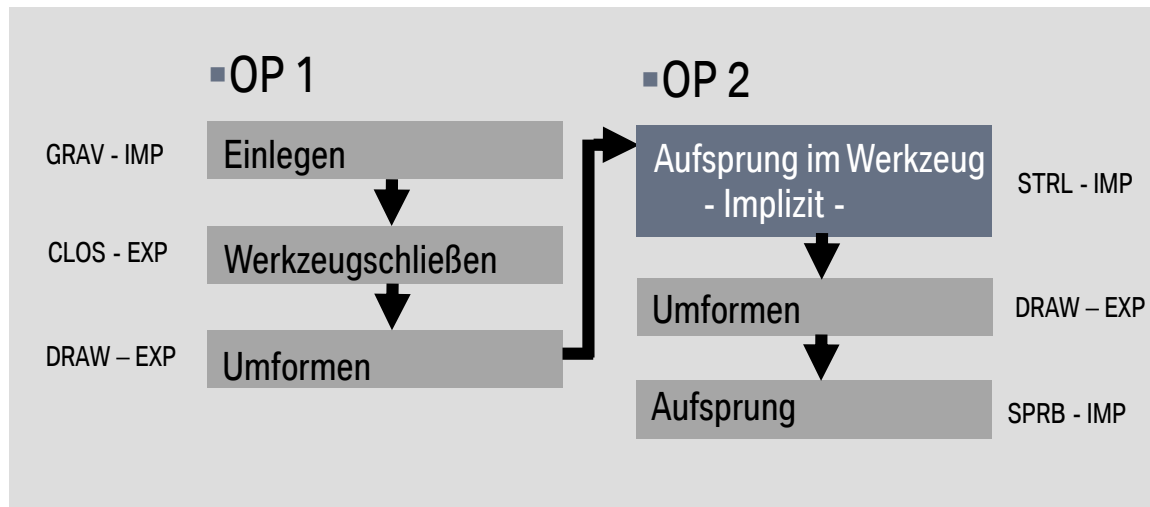


MODELLINITIALISIERUNG UND KONTAKTE. ANWENDUNG AM SERIENBAUTEIL [1] – BETRACHTUNG SPANNUNGSZUSTAND.

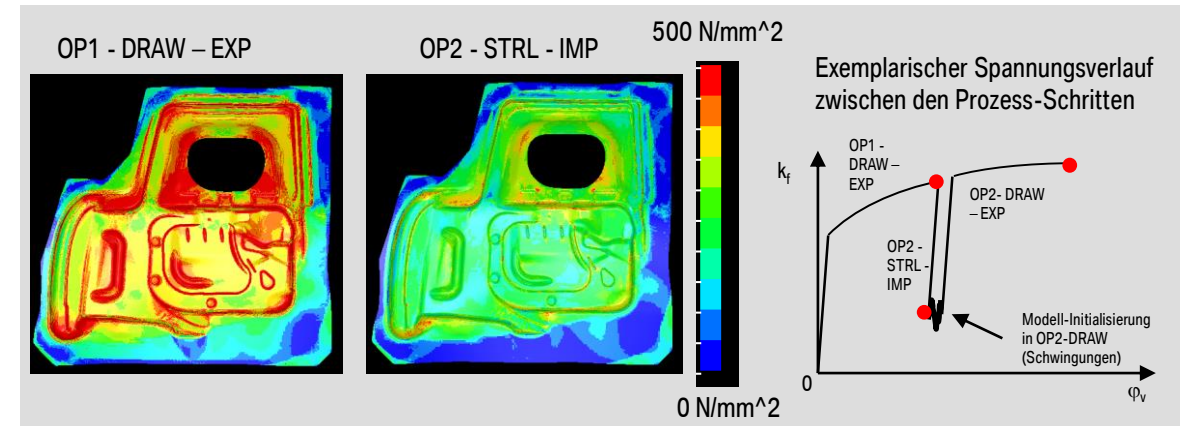
- Vereinfachte Abbildung des Prozesses.



- Berechnung des impliziten Aufsprungs im Werkzeug in OP2 vor dem Umformen.



- Darstellung des Spannungszustandes – 1. Hauptspannung.

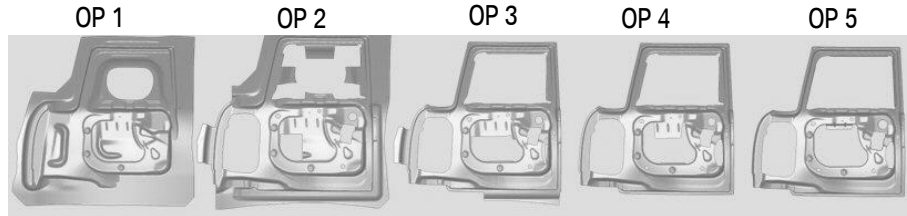


- Durch den impliziten „Aufsprung im Werkzeug“ fällt der Spannungszustand aus OP1 in den elastischen Bereich ab und das Bauteil befindet sich in OP2 mit der neuen Werkzeuggeometrie/Netze im Gleichgewicht.

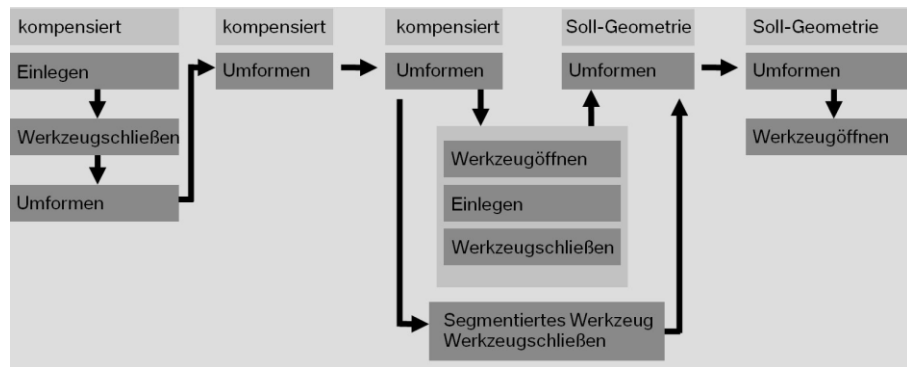
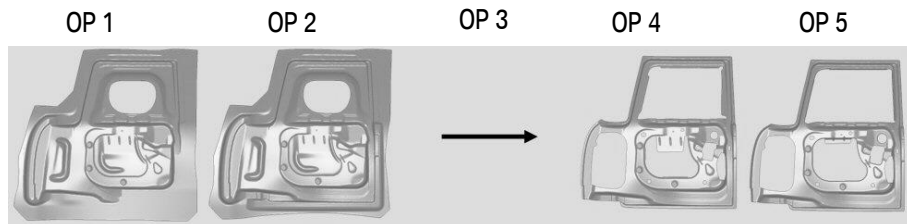
→ Dadurch kann das Modell mit Kontakten im elastischen Spannungsbereich initialisiert werden kann, ohne dass negative Effekte im Spannungszustand und somit im Materialmodell (Schwingung und Plastifizierung) auftreten.

MODELLINITIALISIERUNG UND KONTAKTE. ANWENDUNG AM SERIENBAUTEIL [1] – ERGEBNISSE DER RÜCKFEDERUNG.

- Abbildung des Herstellungsprozesses nach Methodenplan.

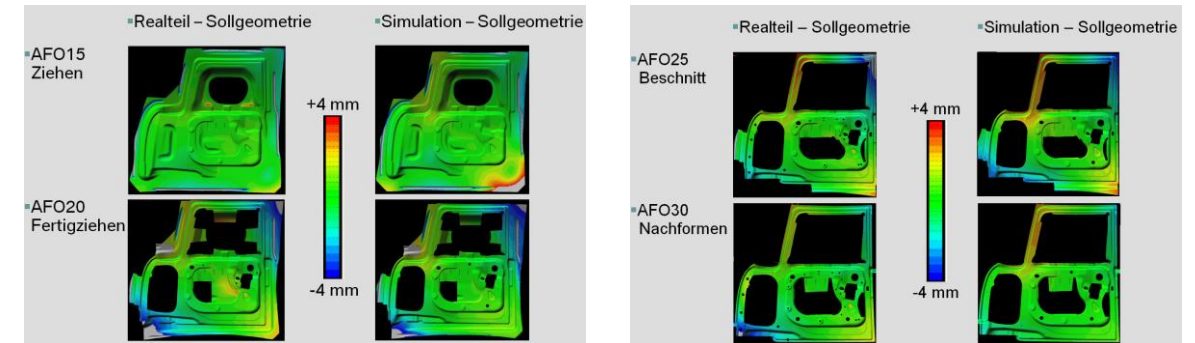


- Vereinfachte Abbildung des Prozesses.



- Ergebnisse Rückfederung.

- Darstellung der Abweichung von Soll-Geometrie zur Messung (jeweils links).
- Darstellung der Abweichung von Soll-Geometrie zur Simulation (jeweils rechts).



→ Mit dem Einsatz des impliziten Zwischenaufsprungs im Werkzeug vor jedem expliziten Umformen konnte die Rückfederung aller Stationsteile mit hoher Übereinstimmung zu realen Messergebnissen berechnet werden.

GLIEDERUNG.

- Einleitung.
- Umformsimulation bei BMW – Stand der Technik.
- Simulation Folge-Operationen und Aufsprung.
- Modellinitialisierung und Kontakte.
- Zusammenfassung.



ZUSAMMENFASSUNG.

- FEM-Solver mit expliziter und impliziter Zeitintegration zur Abbildung von Umformprozessen sind bei BMW im Serieneinsatz.
- Die Eigenschaften der Soft-Constraint- und Penalty-Kontakte wurden aufgezeigt sowie deren Kontaktverhalten bei der Modellinitialisierung beim Übergang zwischen einzelnen expliziten und impliziten Berechnungsschritten in mehrstufigen Umformprozessen dargestellt.
- Die Nutzung einer impliziten „Aufsprungberechnung“ im geschlossenen Werkzeug zur Herstellung des Gleichgewichts von Spannungszustand, Geometrie und Kontakten beim Übergang zwischen einzelnen expliziten Berechnungsschritten wurde dargestellt.
- Das aufgezeigte Berechnungsverfahren stellt somit einen effizienten Weg dar, um den Aufsprung nach mehreren Folgeoperationen abbilden zu können, ohne pro Operation den Aufsprung des Stationsteils, das Bauteileinlegen und Werkzeugschließen berechnen zu müssen.

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT.

