

# InfoTag **DYNAFORM in Attendorn**

12.03.2014

Markus Künzel

DYNAmore GmbH

# Überblick (1)

- **Warmumformen in DYNAFORM 5.9.2**
  - Schwerkraftsimulation
  - Materialmodell MAT\_244
  - Anpassung der Benutzeroberfläche
  - Thermische Solvereinstellungen
  - Presshärten
  - Optimierung des LS-DYNA Inputs
  - Live Demo: Warmumformen mit DYNAFORM 5.9.2
  - Zusammenfassung Warmumformen

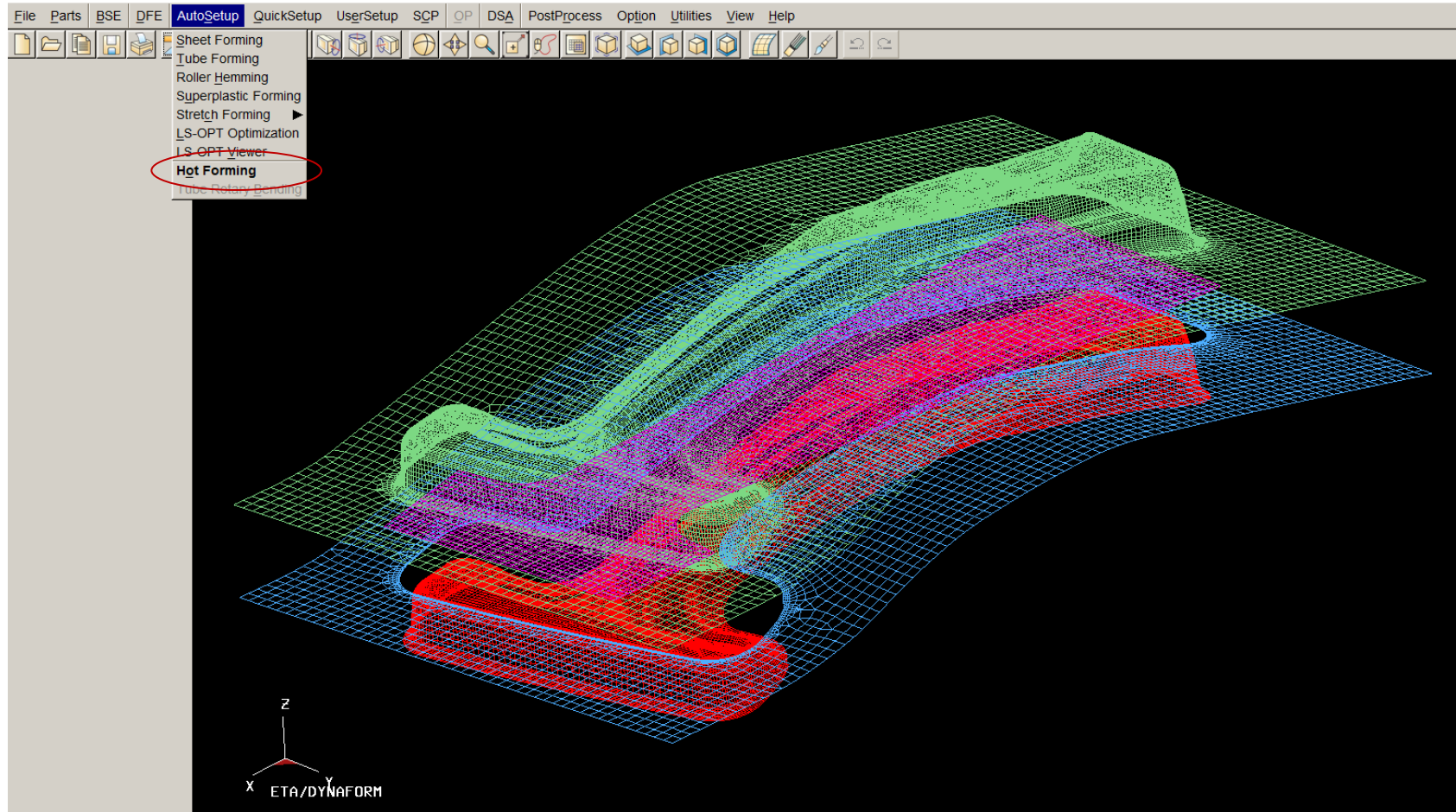
# Überblick (2)

- **Tipps und Tricks in DYNAFORM**
  - Reduktion der Elementanzahl
  - Vermeiden unnötiger Werkzeugwege
  - Wahl des Elementtyps
  - Einfluss der Werkzeuggeschwindigkeit
  - Einstellen der Massenskalierung
  - Einstellen der adaptiven Netzverfeinerung
  - Beispiel Rechenzeiten D-Werkzeug
  - Zusammenfassung Tipps und Tricks

# Warmumformen in DYNAFORM 5.9.2

# Thermische Schwerkraftsimulation

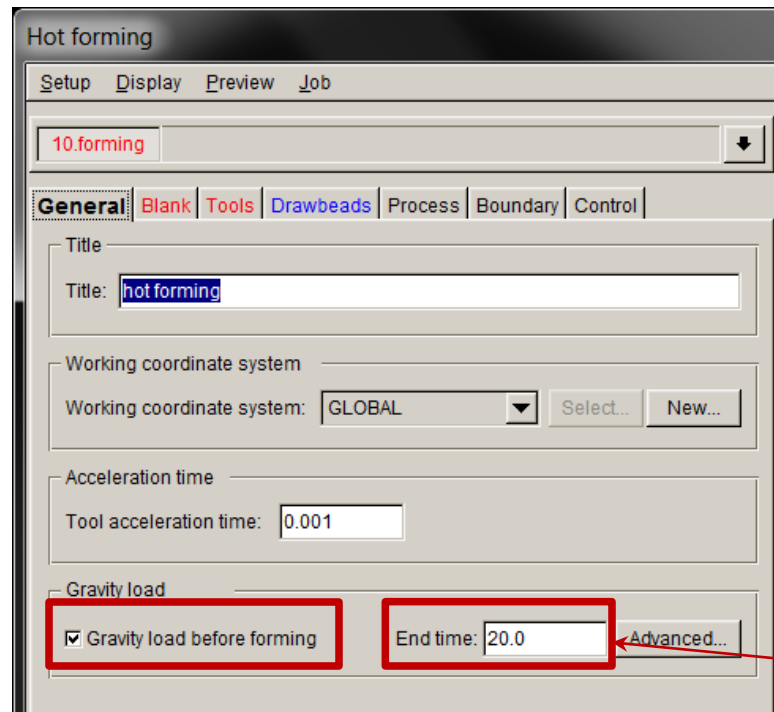
## Neue Option im AutoSetup: Hot Forming



# Schwerkraftsimulation

# Thermische Schwerkraftsimulation

In DYNAFORM 5.9.2 ist die thermisch gekoppelte Schwerkraftsimulation möglich.



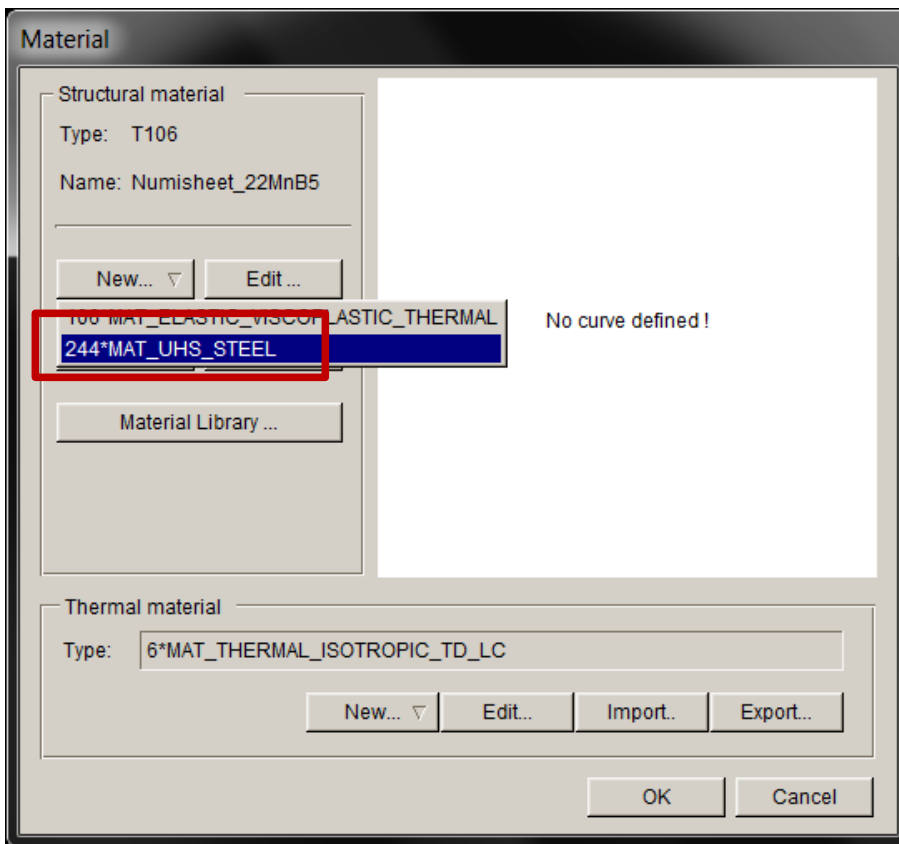
Liegezeit der Platine im Werkzeug

# Neues thermisches Materialmodell zur Vorhersage der Gefügeänderung



# Materialmodell MAT\_244

In DYNAFORM 5.9.2 wird das Materialmodell MAT\_244 zur Vorhersage der Gefügemwandlung unterstützt.



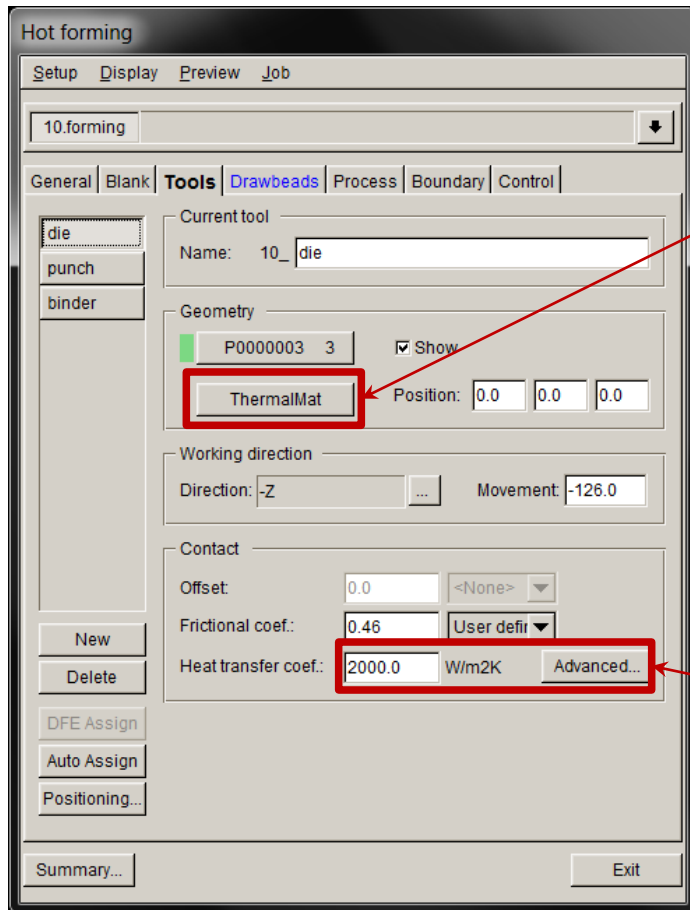
Das Materialmodell MAT\_244 ist speziell für das Presshärten entwickelt worden. Es bietet unter anderem folgende Features:

- Berechnung der Vickershärte
- Berechnung der Phasenanteile
  - Austenit
  - Ferrit
  - Perlit
  - Bainit
  - Martensit

# Anpassung der Benutzeroberfläche

# Anpassung der Benutzeroberfläche

## Definition der Werkzeuge in der Warmumformsimulation



Jedem Werkzeug kann ein anderes thermisches Materialmodell zugewiesen werden:

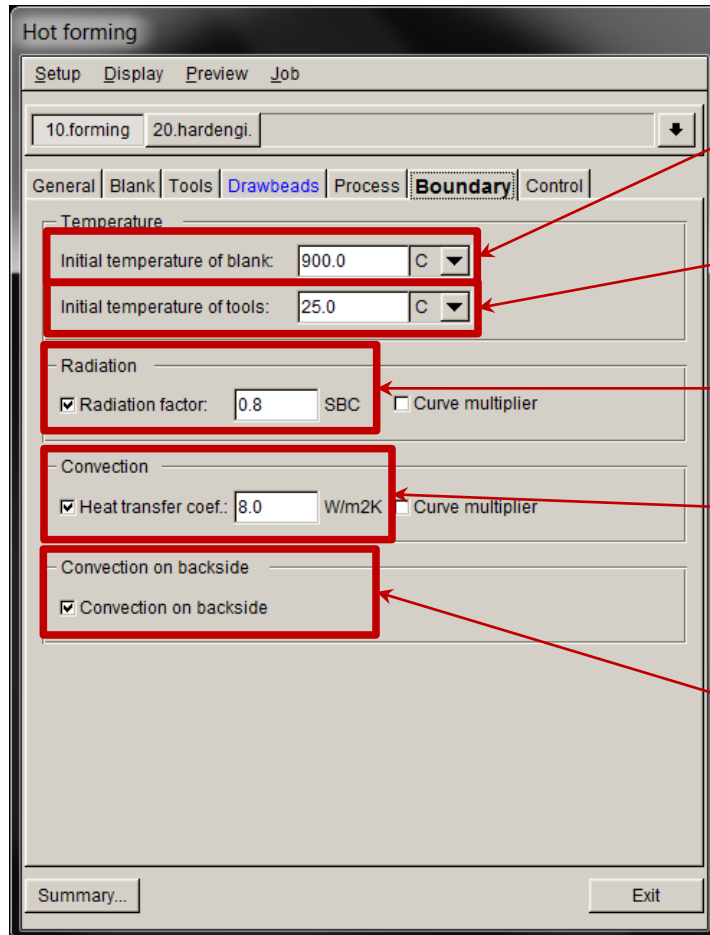
- Es können z.B. Einsätze mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit simuliert werden.

Thermische Einstellungen in bekannte Oberfläche integriert.

Erweiterte mechanische und thermische Kontakteinstellungen (z.B. druckabhängiger Wärmeübergang)

# Anpassung der Benutzeroberfläche

## Definition der thermischer Randbedingungen



Starttemperatur der Platine

Starttemperatur der Werkzeuge

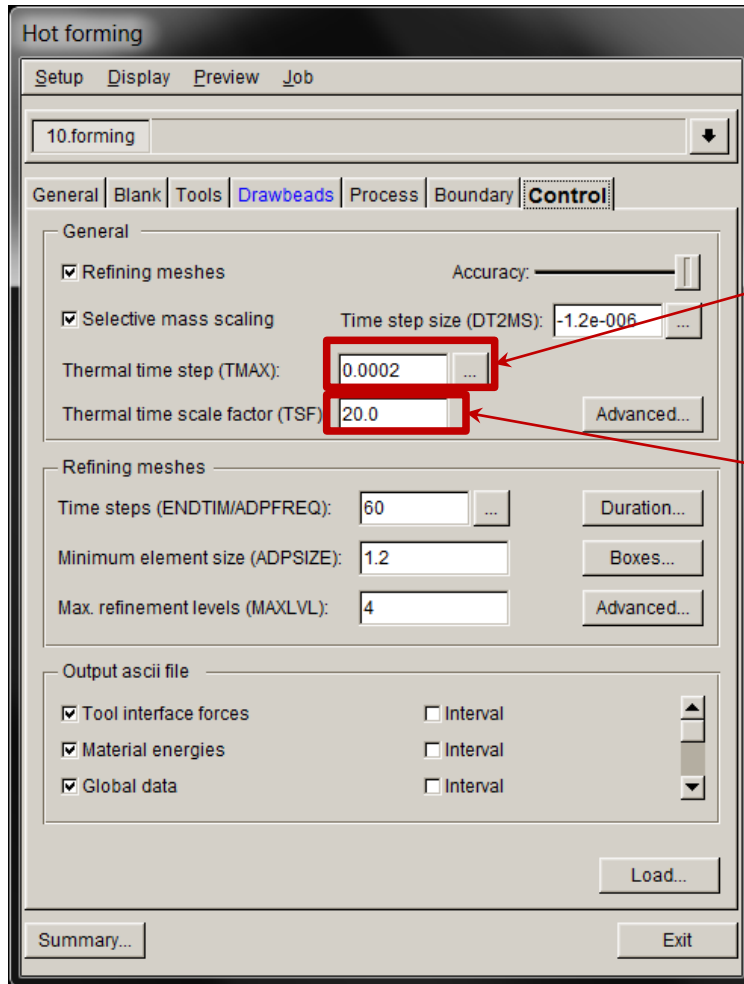
Wärmeverlust durch Strahlung

Wärmeverlust durch Konvektion

Zusätzliche, künstliche Konvektionsbedingung zur Erhöhung der Genauigkeit beim Presshärten

# Anpassung der Benutzeroberfläche

## Definition der Solvereinstellungen



Maximale thermische Zeitschrittweite

Thermischer Skalierungsfaktor

$$TSF = \frac{\text{Werkzeuggeschwindigkeit Simulation}}{\text{Werkzeuggeschwindigkeit realer Prozess}}$$

# Thermische Solvereinstellungen

# Anpassung der Benutzeroberfläche

## Optimierung der thermischen „default“ Einstellungen

Parameter	Value
SHELL(PROJ)	0
CONTACT(SLSFAC)	0.08
CONTACT(ISLCHK)	2
CONTACT(SHLTHK)	1
CONTACT(PENOPT)	4
CONTACT(THKCHG)	0
CONTACT(XPENE)	4.0
OUTPUT(NPOPT)	1
ACCURACY(OSU)	0
ACCURACY(INN)	1
SOLVER(ATYPE)	1
SOLVER(PTYPE)	2
SOLVER(SOLVER)	3
SOLVER(CGTOL)	1e-006
SOLVER(FWORK)	1e-010
TIMESTEP(TS)	1
TIMESTEP(ITS)	2e-005
TIMESTEP(TMIN)	2e-005
TIMESTEP(DTEMP)	30.0
DATABASE(THERM)	3

### Die thermischen „default“ Einstellungen wurden optimiert:

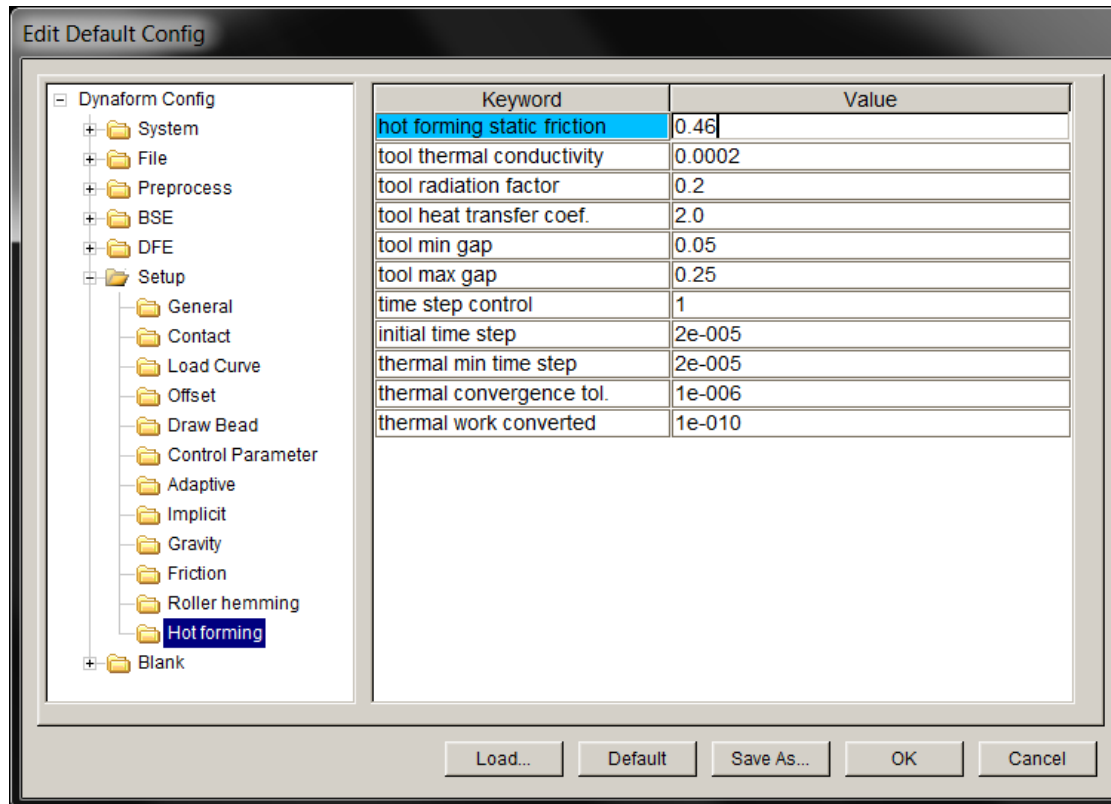
- Deutlich weniger Eingabegrößen notwendig
  - „Default“-Werte wurden optimiert
  - Nicht relevante Parameter aus den thermischen Einstellungen entfernt

- Die Ausgabe der Werkzeugtemperaturen ist nun für alle thermischen Schalenebenen möglich.

# Anpassung der Benutzeroberfläche

## Default Config:

Die Standardwerte für wichtige thermische Parameter können individuell angepasst werden.





# Presshärten

# Neuer Prozessschritt Presshärten

Neuer Prozessschritt für das Presshärten wurde hinzugefügt

The screenshot shows a software window titled "Hot forming" with a menu bar containing "Setup", "Display", "Preview", and "Job". Below the menu bar, there are two text boxes: "10.forming" and "20.hardengi.", with an upward arrow button to the right. Below these is a "Stage:" label followed by a text box containing "20", another text box containing "hardening", and a dropdown menu showing "<FORM>". To the right of these are a checked "Active" checkbox, a "Delete" button, and a "New..." button.

The main area of the window has a tabbed interface with "General" selected. Other tabs are "Blank", "Process", and "Control".

Under the "General" tab, there are three sections:

- Title:** A text box containing "press hardening".
- Working coordinate system:** A dropdown menu showing "GLOBAL", with "Select..." and "New..." buttons to its right.
- Acceleration time:** A text box labeled "Tool acceleration time:" containing the value "0.001".

At the bottom of the window, there are two buttons: "Summary..." on the left and "Exit" on the right.

# Neuer Prozessschritt Presshärten

## Prozessdefinition Presshärten

Hot forming

Setup Display Preview Job

10.forming 20.hardengi. ↑

Stage: 20 hardenging <FORM>  Active Delete New...

General Blank **Process** Control

hardening

Current step  
Name: 20\_ hardening  Hydro

Tool control

Tools	Action & Value
die	Force 600000.0 Constant U
punch	Stationary
binder	Stationary

Duration

Type: Time

Time: 7.0

D3plot  
Total number = 15 Edit...

New  
Delete  
SPCs(0)

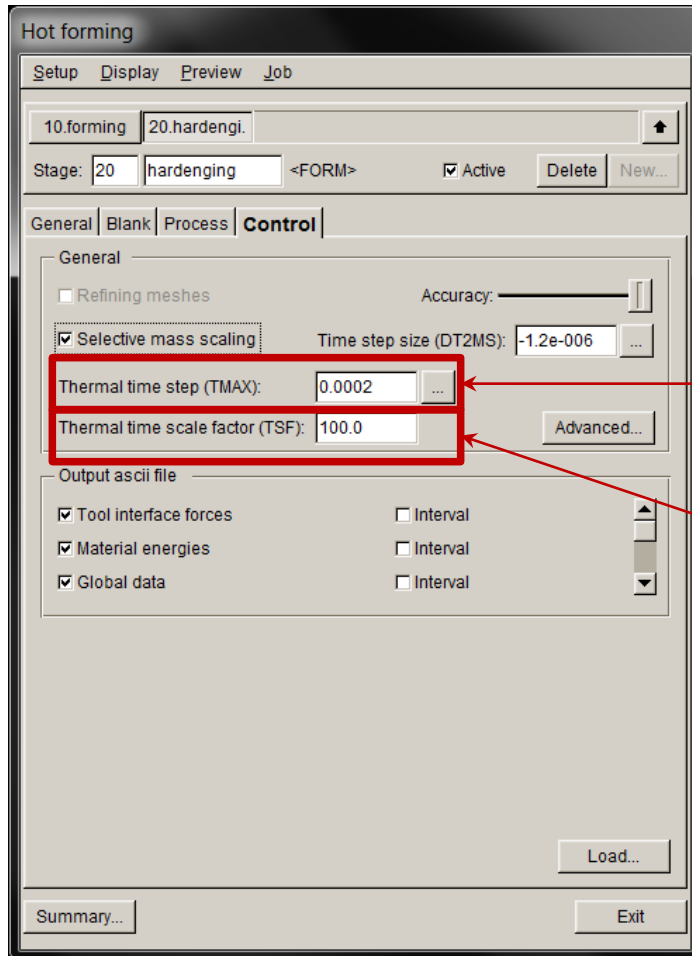
Summary... Exit

Definition der Presskraft

Definition der Presszeit

# Neuer Prozessschritt Presshärten

## Solvereinstellungen für das Presshärten



Thermische Zeitschrittweite

Faktor für die Zeitskalierung  
(In diesem Fall als konstanter Wert)

# Optimierung der LS-DYNA Inputdecks

# Optimierung der LS-DYNA Inputdecks

Die Werkzeuge erwärmen sich jetzt durch den Kontakt mit dem Bauteil:

Warum ist das wichtig?

$$\dot{Q} = \alpha A(T_1 - T_2)$$

$\dot{Q}$  = Wärmestrom

$\alpha$  = Wärmeübergangskoeffizient

A = Kontaktfläche

$T_1$  = Bauteiltemperatur

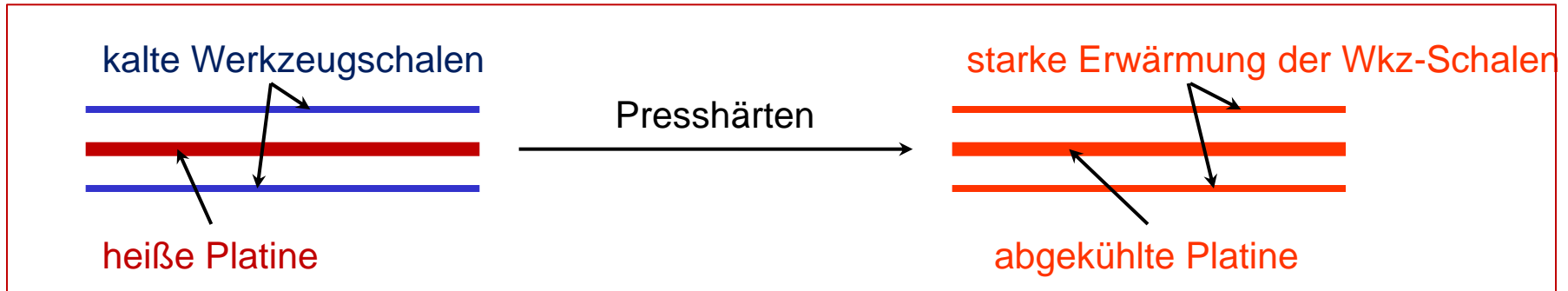
$T_2$  = Werkzeugtemperatur

- Konstante Werkzeugtemperaturen liefern einen zu optimistischen Temperaturverlauf beim Presshärten.
- Wird die Erwärmung der Werkzeuge berücksichtigt steigt die Genauigkeit.

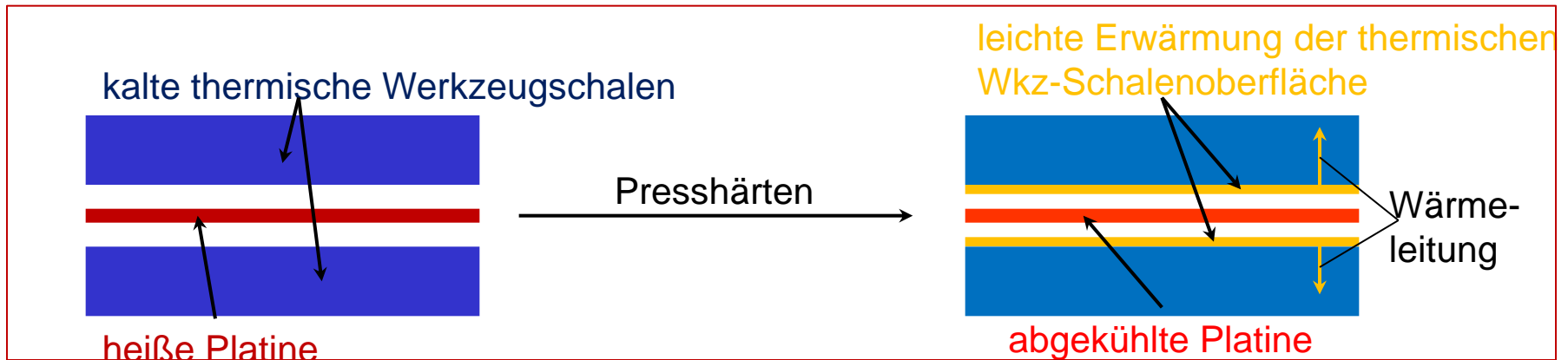
# Optimierung der LS-DYNA Inputdecks

## Dicke der thermischen Werkzeugschalen

### Konventionelle Schalenelemente

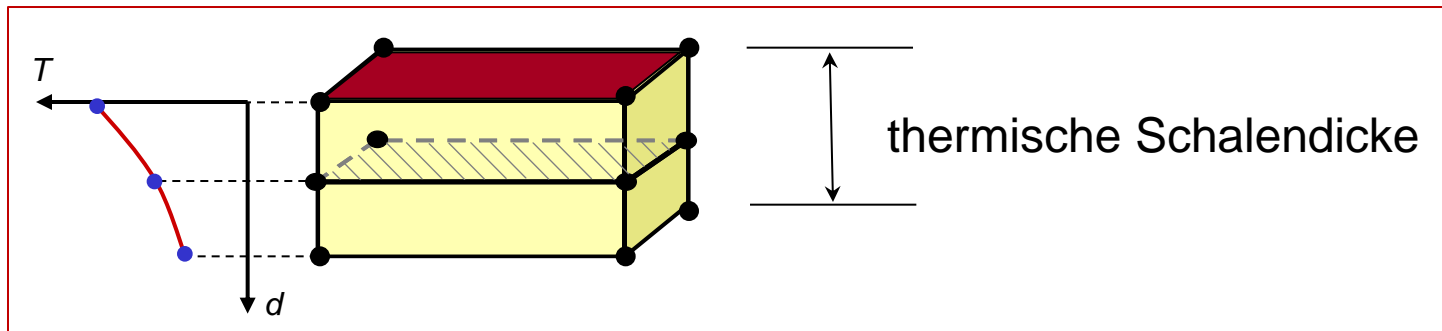


### Thermische dicke Schalenelemente



# Optimierung der LS-DYNA Inputdecks

## Berechnung der Dicke der thermischen Werkzeugschalen



Die Berechnung der Dicke der Werkzeugschale erfolgt automatisch in DYNAFORM 5.9.2 auf Basis der thermischen Materialkennwerte des Werkzeugs.

→ Kein zusätzlicher Input vom Anwender notwendig.





**Live Demo:**

**Aufbau einer Warmumformsimulation in  
DYNAFORM 5.9.2**

# Zusammenfassung der Warmumform-Features in DF5.9.2

- Der Prozessschritt „thermische Schwerkraftsimulation“ ist verfügbar.
- Das Materialmodell MAT\_244 zur Vorhersage der Bauteilhärte wird unterstützt.
- Die Benutzeroberfläche wurde für eine einfachere Definition des Warmumformprozesses optimiert.
- Der Prozessschritt „Presshärten“ wurde hinzugefügt.
- Erwärmung der Werkzeuge wird berücksichtigt > Höhere Genauigkeit.
- Die Überarbeitung vieler „default“ Einstellungen erhöht die Genauigkeit und Robustheit der thermischen Simulation.

# Tipps und Tricks in DYNAFORM

# Tipps und Tricks in DYNAFORM - Simulationsdauer

Die Simulationsdauer ist ein wichtige Größe in der Umformsimulation. Großen Einfluss auf die Simulationszeit nehmen folgende Größen:

## Software – LS-DYNA

- Elementanzahl
- Simulationsweg
- Werkzeuggeschwindigkeit
- Elementtyp
- Zeitschrittweite
- Ausnutzen der Bauteilsymmetrie

## Hardware

- Prozessor
- Lizenzanzahl ;-)

# Reduktion der Elementanzahl

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Elementanzahl (1)

Die maximale Elementanzahl lässt sich durch die Bauteilvernetzung und die Einstellungen der Adaptivität beeinflussen.

Faustformel für die Vernetzung der Platine:

**Mindestens 3 (bis 5) Elemente auf dem KLEINSTEN Radius der Werkzeuggeometrie!**

- Die meisten Bauteilgeometrien lassen sich mit einer minimalen Elementkantenlänge von **1mm** nach der Adaptivität ausreichend genau abbilden!
- **Aber:**  
Lassen die Radien im Bauteil auch eine gröbere Vernetzung zu, wird durch eine unnötig feine Vernetzung **wertvolle Rechenzeit verschenkt!**

## **Tipp:**

**Werkzeugradien prüfen und gegebenenfalls die Vernetzung der Platine anpassen.**

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Elementanzahl (2)

## Tipp Platinenvernetzung:

Blank mesh

Type

◆ Shell ◆ Thick Shell ◆ Solid

Parameter

Size

◆ Tool Radius 1.5

◆ Element Size 8.0

Thickness 1.00

Layers 5

OK Cancel

**Gültigkeit:**  
Kleinsten Werkzeugradius:  
3 - 5 mm

## Tipp Werkzeugvernetzung:

Maximale Elementgröße

Anzahl Elemente auf  
dem Werkzeugradius

Löcher in den Flächen  
werden ignoriert

Surface Mesh

Mesher

Tool Mesh

Connected  
 UnConnected

In Original Part  
 Boundary Check  
 Refine Sharp Angle  
 Re-mesh

Parameters

Max. Size 10.00000

Min. Size 0.50000

Chordal Dev. 0.15000

Angle 20.00000

Gap Tolerance 2.50000

Ignore Hole Size 1.00000

Set By Parts

Select Surfaces

Apply

Accept Mesh?

Yes No

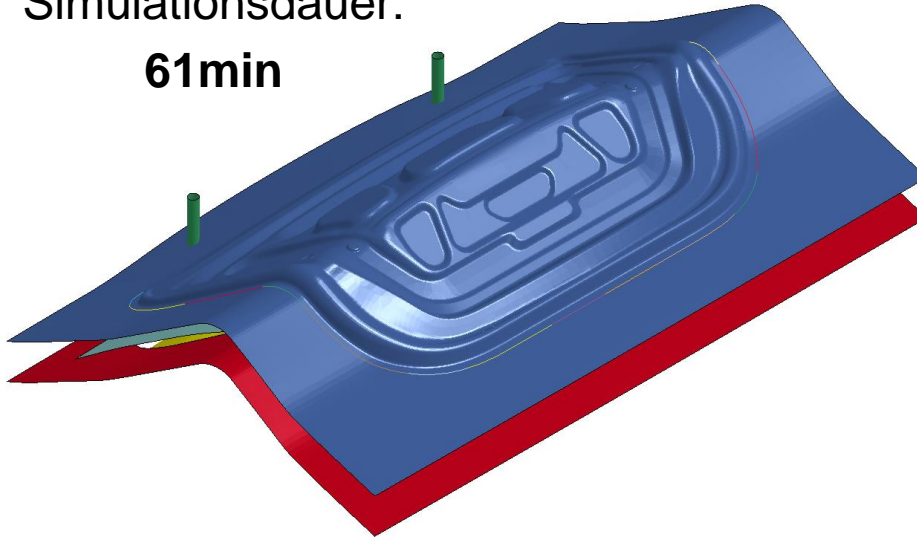
Exit

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Elementanzahl (3)

Bauteilsymmetrien unbedingt ausnutzen:

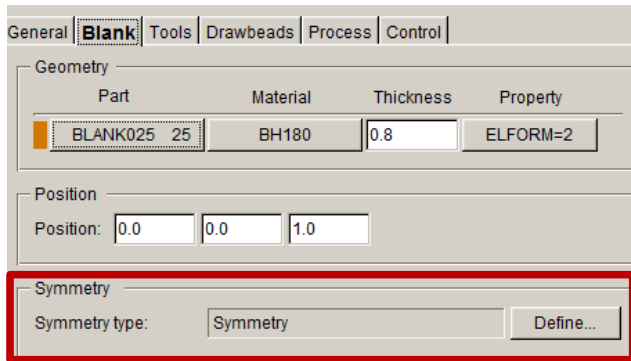
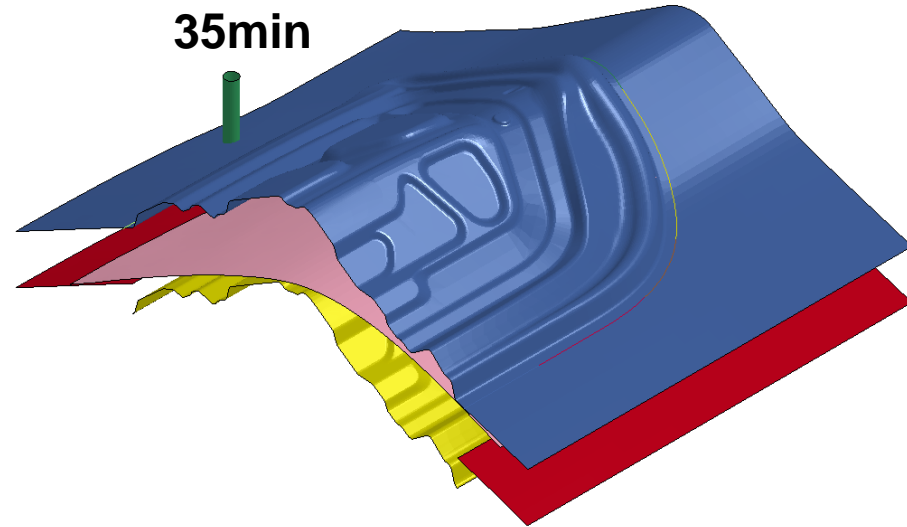
Simulationsdauer:

61min



Simulationsdauer:

35min



**Tipp:**

**Wenn möglich, Bauteilsymmetrien ausnutzen.**

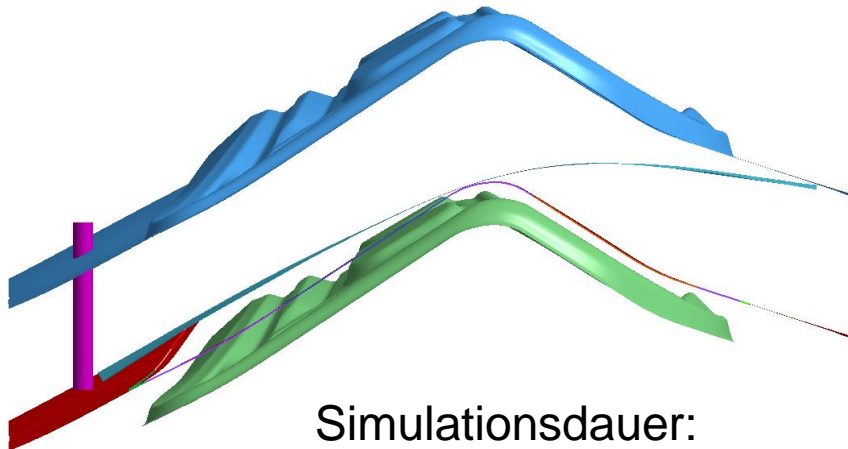


# Vermeiden unnötiger Werkzeugwege

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Simulationsweg

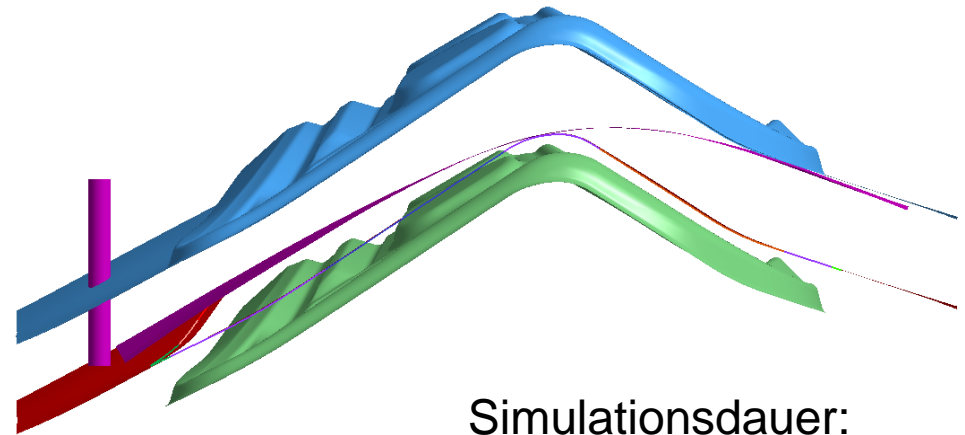
Häufig kann die Simulationszeit durch die Berechnung einer Schwerkraftsimulation reduziert werden. Beispiel:

Ohne Schwerkraftsimulation



Simulationsdauer:  
68min

Mit Schwerkraftsimulation



Simulationsdauer:  
61min

## **Tipp:**

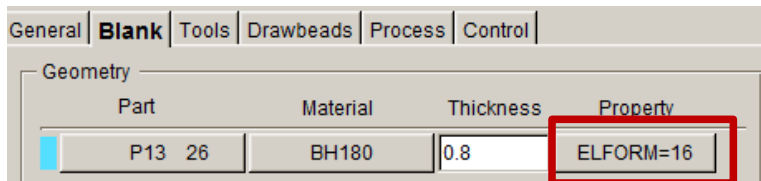
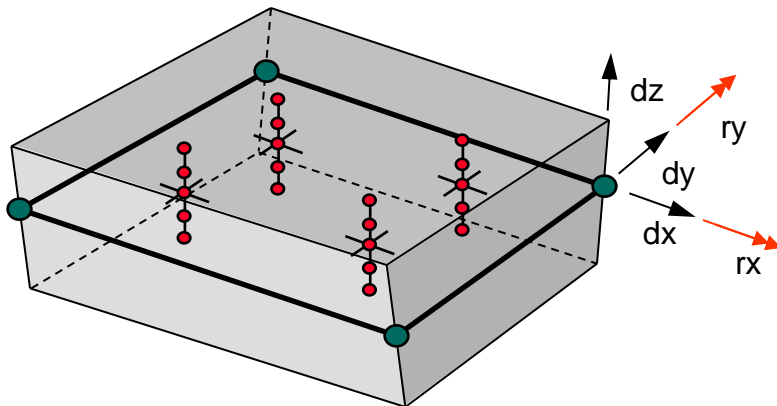
Verfahrwege der Werkzeuge minimieren und gegebenenfalls Schwerkraftsimulationen vor dem Umformprozess rechnen.

# Wahl des Elementtyps

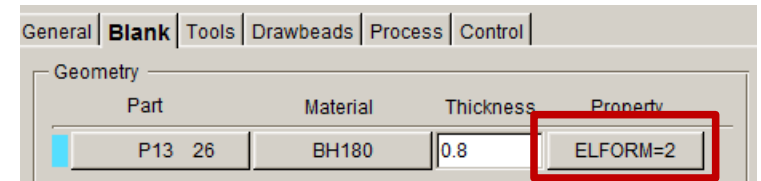
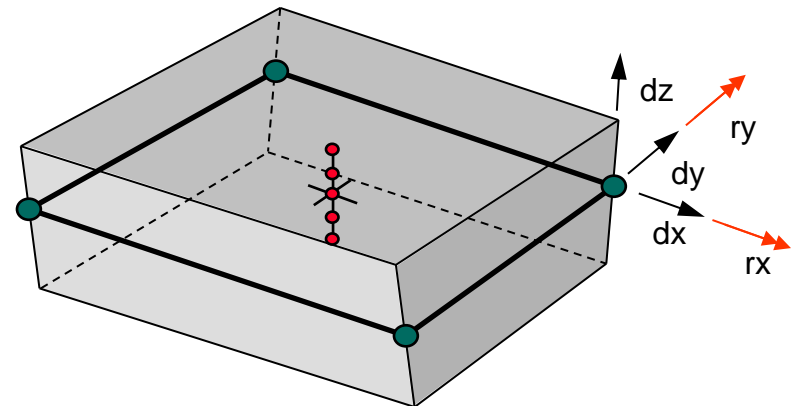
# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Elementtyp

Insbesondere der verwendete Elementtyp hat großen Einfluss auf die Simulationsdauer:

Vollintegrierter Elementtyp  
ELFORM = 16



Unterintegrierter Elementtyp  
ELFORM = 2





# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Elementtyp

Wann sollte welcher Elementtyp verwendet werden?

**Vollintegrierter Elementtyp**

**ELFORM = 16**

**Einsatzgebiet:**

- Rücksprungsimulation
- Schwerkraftsimulation
- Implizite Simulationen

**Unterintegrierter  
Elementtyp ELFORM = 2**

**Einsatzgebiet:**

- Umformoperationen allgemein,  
außer Rückfederung und  
Schwerkraftsimulation

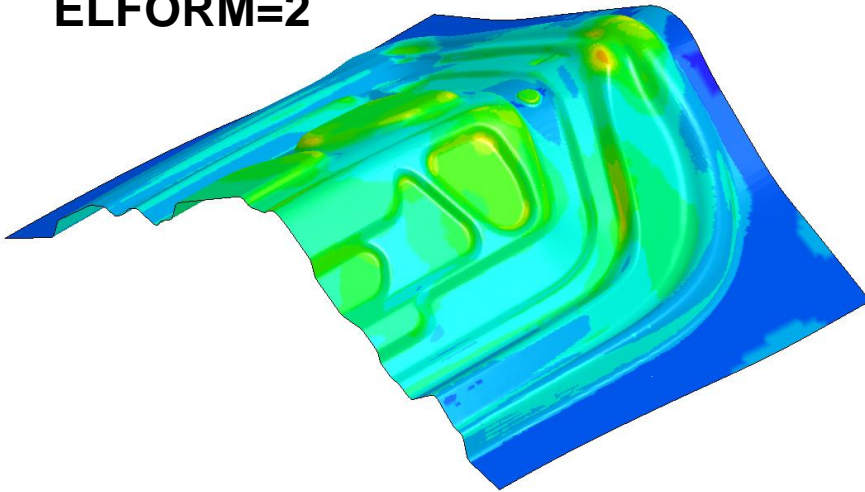
**Tipp:**

**Den vollintegrierten Elementtyp 16 nur verwenden, wenn es notwendig ist.**

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Elementtyp

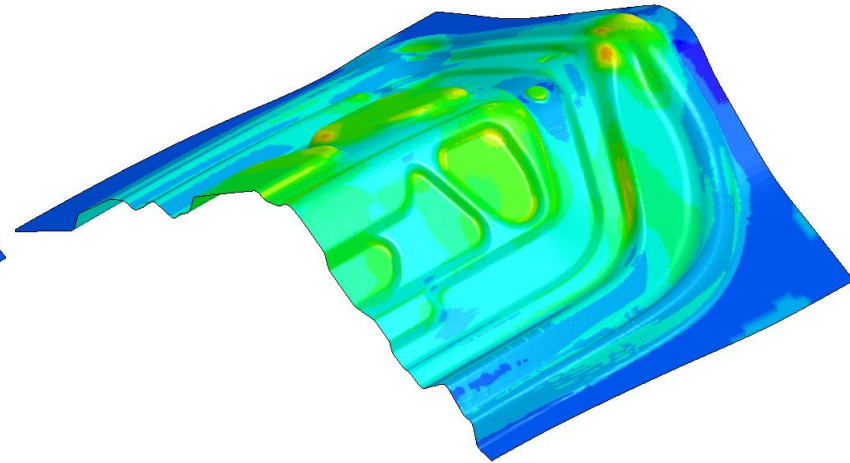
Vergleich der Simulationszeit des voll-, und unterintegrierten Elementtyps (ELFORM = 2/ 16):

ELFORM=2



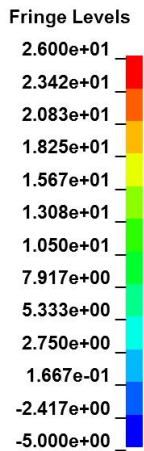
Simulationsdauer:  
**31min**

ELFORM=16



Simulationsdauer:  
**53min**

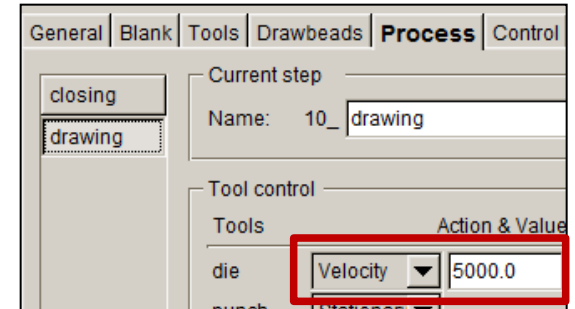
Blechdicken-  
reduktion:



# Einfluss der Werkzeuggeschwindigkeit

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Werkzeuggeschwindigkeit

Auch die Werkzeuggeschwindigkeit hat großen Einfluss auf die Simulationsdauer. Doppelt so hohe Werkzeuggeschwindigkeit bedeutet etwa halb so lange Simulationsdauer.



Anhaltswerte/ Empfehlungen:

Einspannverhältnis	Operation	Empfohlene Werkzeuggeschwindigkeit:
Eingespannt	Wkz schließen	2000 mm/s
Eingespannt	Umformen	5000 mm/s
Frei	z.B. Flansch umstellen	500 – 1000 mm/s

**Eine Erhöhung der Werkzeuggeschwindigkeiten kann zur Reduktion der Rechenzeit eingesetzt werden. Allerdings müssen hierbei unbedingt einige Simulationsgrößen während/ nach der Rechnung geprüft werden!**



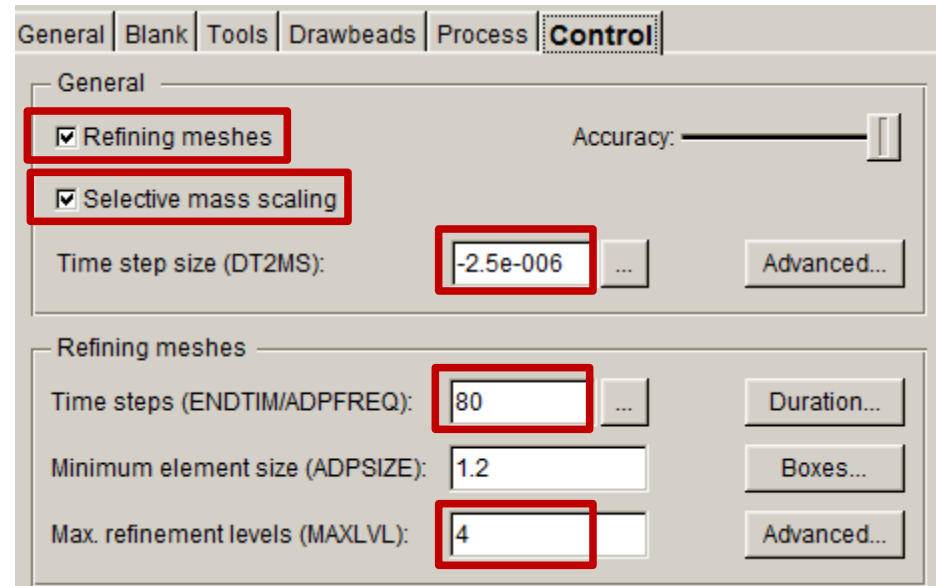
# Einstellen der Massenskalierung

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

Durch die Solvereinstellungen lässt sich die Simulationsdauer stark beeinflussen.

**Wichtige Eingabegrößen sind:**

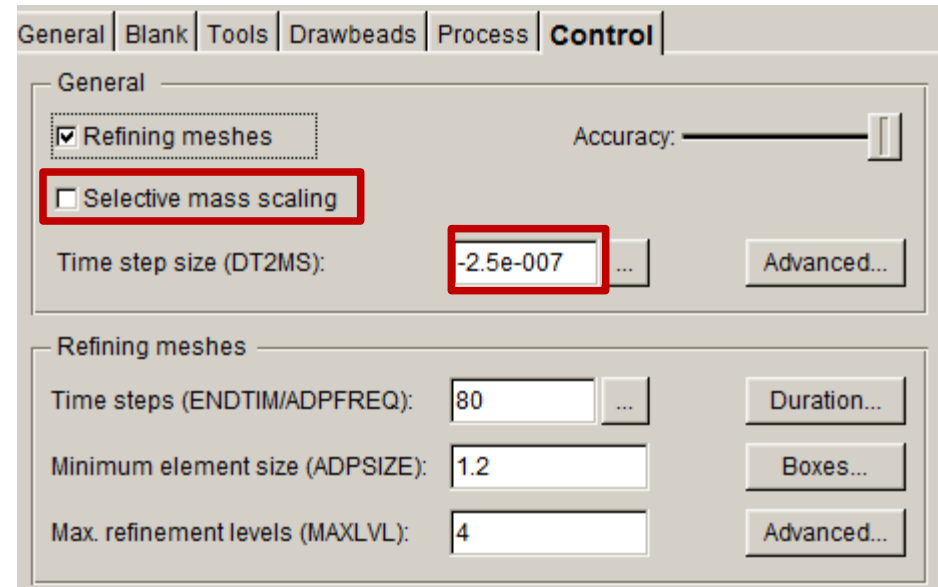
- Zeitschrittweite
- Konventionelle Massenskalierung oder selektive Massenskalierung
- Wird Netzverfeinerung verwendet
- Anzahl an Verfeinerungsstufen
- Anzahl an Überprüfungen der Verfeinerung



# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

## Konventionelle Massenskalierung (MS)

Konventionelle Massenskalierung wird insbesondere dann empfohlen, wenn höchste Genauigkeit gewünscht ist, wie z.B. bei der **Rückfederungs-berechnung**.



minimale Elementkantenlänge	MS
1mm	-5.2e-7 bis -1.2e-7

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

## Automatische Berechnung der konventionelle Massenskalierung (MS)

General

Refining meshes Accuracy:

Selective mass scaling

Time step size (DT2MS):  ...

Time step size

1.E2415324:	-2.21e-007
2.E2415321:	-2.21e-007
3.E2415320:	-2.21e-007
4.E2415317:	-2.21e-007
5.E2415316:	-2.21e-007
6.E2415313:	-2.21e-007
7.E2415312:	-2.22e-007
8.E2415309:	-2.22e-007
9.E2415308:	-2.22e-007
10.E2415323:	-2.22e-007
AVERAGE: -2.5e-007	

Original value:

New value:

Refining meshes

Time steps (ENDTIM/ADPFREQ):  ...

Minimum element size (ADPSIZE):

Max. refinement levels (MAXLVL):

Die Anzahl der Verfeinerungsstufen wird für die Berechnung berücksichtigt.

General

Refining meshes Accuracy:

Selective mass scaling

Time step size (DT2MS):  ...

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

Überprüfung der konventionellen Zeitschrittweite während der Simulation:

1. Rechnung starten
2. Etwas warten
3. „Strg + C“ gleichzeitig drücken
4. Im LS-DYNA DOS Fenster „sw2“ eingeben:

```
input of data is completed

Memory required to begin solution      :    26689947
Additional dynamically allocated memory:    5639078
                                         Total:    32329025
11309 t 2.5445E-02 dt 2.25E-06 flush i/o buffers

initialization completed

.enter sense switch:sw2_
```

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

Überprüfung der konventionellen Zeitschrittweite während der Simulation:

```
eroded hourglass energy..... 0.00000E+00
total energy..... 4.08912E+04
total energy / initial energy.. 1.02493E+00
energy ratio w/o eroded energy. 1.02493E+00
global x velocity..... 8.69611E+00
global y velocity..... 5.82326E+01
global z velocity..... -9.78612E+02
number of nodes..... 57983
number of elements..... 59312

number of shell elements that
reached the minimum time step.. 0
cpu time per zone cycle..... 67439 nanoseconds
average cpu time per zone cycle... 265 nanoseconds
average clock time per zone cycle.. 265 nanoseconds

estimated total cpu time      = 3286 sec ( 0 hrs 54 mins)
estimated cpu time to complete = 1842 sec ( 0 hrs 30 mins)
estimated total clock time    = 3285 sec ( 0 hrs 54 mins)
estimated clock time to complete = 1841 sec ( 0 hrs 30 mins)

added mass = 6.9241E+04
percentage increase = 2.4404E+00
```

Anhaltswert für die prozentuale Massenzunahme bei konventioneller Massenskalierung:

**~20 – 80 %**

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

## Selektive Massenskalierung (SMS)

Selektive Massenskalierung wird insbesondere empfohlen, wenn Machbarkeitsanalysen durchgeführt werden sollen.

The screenshot shows the 'Control' dialog box in DYNAFORM. The 'General' tab is selected. Under the 'Refining meshes' section, the 'Selective mass scaling' checkbox is checked and highlighted with a red box. The 'Time step size (DT2MS)' field is also highlighted with a red box and contains the value '-2.5e-006'. Other settings include 'Refining meshes' with 'Time steps (ENDTIM/ADPFREQ): 80', 'Minimum element size (ADPSIZE): 1.2', and 'Max. refinement levels (MAXLVL): 4'. There are buttons for 'Advanced...', 'Duration...', 'Boxes...', and 'Advanced...'.

minimale Elementkantenlänge	SMS
1mm	~ -1.0e-6

# Selektive Massenskalierung

**konventionelle Massenskalierung:**  $\Delta \mathbf{m}_e = \frac{\Delta m_e}{n} I$

- Das Hinzufügen der zusätzlichen (konzentrierten) Elementmasse beeinflusst alle Moden insbesondere die Starrkörpermoden in gleicher Weise
- Die daraus resultierenden Trägheitseffekte limitieren die maximale Menge der zusätzlichen Massen

**selektive Massenskalierung:**  $\Delta \mathbf{m}_e = \frac{\Delta m_e}{n} \left( I - \sum_i \mathbf{e}_i \mathbf{e}_i^T \right)$

wobei für die Starrkörpermoden gilt:  $\Delta \mathbf{m}_e \mathbf{e}_i = 0 \longrightarrow$  **Geringer Einfluss auf die Starrkörpermoden**

- Nur hochfrequente Moden werden durch die zusätzliche Masse beeinflusst, welche nur einen geringen Einfluss auf die Strukturantwort besitzen
- Der Einfluss der zusätzlichen Masse auf die niederfrequenten Moden ist gering

**Selektive Massenskalierung ermöglicht das Hinzufügen von mehr zusätzlicher Masse bei geringem Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften was größere Zeitschritte ermöglicht**



# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

## Automatische Berechnung der selektiven Massenskalierung (SMS)

General | Blank | Tools | Drawbeads | Process | **Control**

General

Refining meshes Accuracy:

Selective mass scaling

Time step size (DT2MS): -2.5e-007 ...

Refining meshes

Time steps (ENDTIM/ADPFREQ): 80 ...

Minimum element size (ADPSIZE): 1.2

Max. refinement levels (MAXLVL): 4

mal 10

General | Blank | Tools | Drawbeads | Process | **Control**

General

Refining meshes Accuracy:

Selective mass scaling

Time step size (DT2MS): -2.5e-006 ...

Refining meshes

Time steps (ENDTIM/ADPFREQ): 80 ...

Minimum element size (ADPSIZE): 1.2

Max. refinement levels (MAXLVL): 4

Berechnung wie bei  
konventioneller  
Massenskalierung

**Tipp:**  
Für Machbarkeitsanalysen die selektive  
Massenskalierung verwenden.

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Solvereinstellungen

Überprüfung der selektiven Zeitschrittweite während der Simulation:

```
global x velocity..... 1.43699E-01
global y velocity..... 4.16763E+01
global z velocity..... -8.69454E+02
number of nodes..... 54595
number of elements..... 56204

number of shell elements that
reached the minimum time step.. 0
cpu time per zone cycle..... 871824 nanoseconds
average cpu time per zone cycle... 572 nanoseconds
average clock time per zone cycle.. 574 nanoseconds

estimated total cpu time = 1201 sec ( 0 hrs 20 mins)
estimated cpu time to complete = 751 sec ( 0 hrs 12 mins)
estimated total clock time = 1203 sec ( 0 hrs 20 mins)
estimated clock time to complete = 754 sec ( 0 hrs 12 mins)

added low frequency mass = -7.0781E-08
percentage increase = -2.5940E-04
added high frequency mass = 4.4713E-02
percentage increase = 1.5759E+02
```

Anhaltswert für die prozentuale Massenzunahme bei der selektiven Massenskalierung:

**~100 – 1000 % (high frequency mass)**

# Selektive Massenskalierung – Trouble Shooting



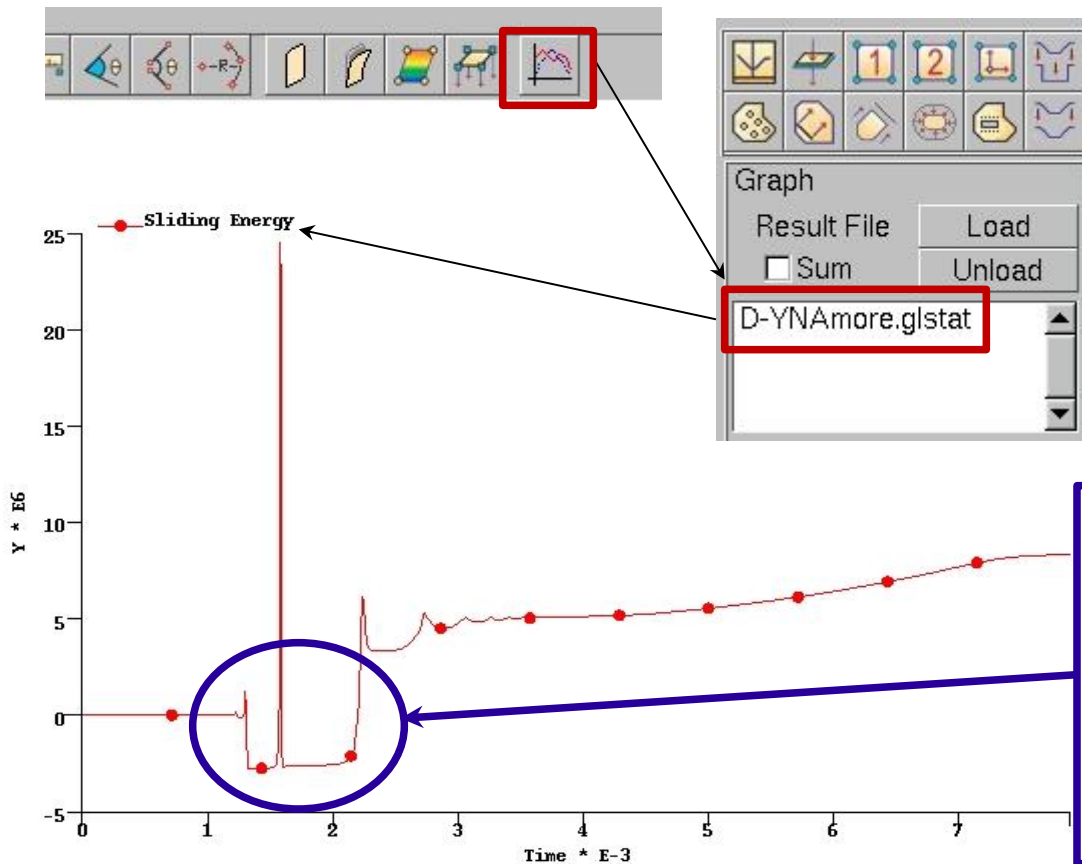
Selektive  
Massenskalierung  
Dt2ms = -5E-06  
SLSFAC = 0.08

- Häufig treten Kontaktprobleme auf, welche häufig in Form von Beulenbildung oder Knotenschießern im Modell erkennbar sind.
- In den meisten Fällen bricht die Simulation daraufhin mit folgender Fehlermeldung ab:

```
*** Error 41158 (SOL+1158)  
Mass scaling acceleration error unable to converge,  
Try reducing the time step size for, dt2ms,  
in *CONTROL_TIMESTEP for mass scaled solutions.
```

# Selektive Massenskalierung – Trouble Shooting

In seltenen Fällen sind die Kontaktprobleme allerdings nicht optisch anhand der d3plot-Daten erkennbar. Daher sollte bei großen Zeitschritten zusätzlich die Kontaktenergie betrachtet werden!



Sliding Energy darf keine negativen Werte annehmen, keinen stark oszillierenden Verlauf besitzen und nur Sprünge enthalten, wenn diese auf den Prozessablauf zurückzuführen sind.



# Einstellen der adaptiven Netzverfeinerung

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Netzverfeinerung

Großen Einfluss auf die Simulationszeit hat auch die Anzahl der Überprüfungen ob eine Netzverfeinerung nötig ist. Diese Anzahl ist von der Ziehtiefe abhängig und kann von DYNAFORM automatisch berechnet werden:

The image illustrates the process of adjusting the number of mesh refinement checks in DYNAFORM. It shows three main components:

- Control Dialog Box:** Located on the left, it contains the 'Control' tab. Under the 'Refining meshes' section, the 'Time steps (ENDTIM/ADPFREQ):' field is set to 40. This field is highlighted with a red box.
- eta/DYNAFORM Question Dialog Box:** Located in the center, it asks 'Accept time steps < 182 > ?'. The 'OK' button is highlighted with a red box.
- Refining meshes Dialog Box:** Located on the right, it shows a zoomed-in view of the 'Refining meshes' section. The 'Time steps (ENDTIM/ADPFREQ):' field is now set to 182, which is highlighted with a red box.

Arrows indicate the flow of information: from the 'Time steps' field in the 'Control' dialog to the 'DYNAFORM Question' dialog, and from the 'OK' button in the 'DYNAFORM Question' dialog to the 'Time steps' field in the zoomed-in 'Refining meshes' dialog.



# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Netzverfeinerung

Warum benötigen wir so viele Überprüfung der adaptiven Netzverfeinerung?

- DYNAFORM sucht in 1mm Abstand zur Platine nach Werkzeugradien.
- Werden Radien gefunden, wird verfeinert.
- Bei 1mm Suchweite sollte bei einer Ziehtiefe von z.B. 150mm auch 150 mal überprüft werden ob eine adaptive Verfeinerung notwendig ist.



**Wird nun die Suchweite erhöht, kann die Anzahl an Überprüfungen reduziert werden.**

## **Tipp:**

**Die Suchweite der adaptiven Netzverfeinerung erhöhen und gleichzeitig die Anzahl der Überprüfungen reduzieren.**

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Netzverfeinerung

## Erhöhung der adaptiven Suchdistanz

General | Blank | Tools | Drawbeads | Process | **Control**

General

Refining meshes Accuracy:

Selective mass scaling

Time step size (DT2MS):  ...

Refining meshes

Time steps (ENDTIM/ADPFREQ):  ...

Minimum element size (ADPSIZE):

Max. refinement levels (MAXLVL):

Adaptive Meshing

TIMES(ENDTIM/ADPFREQ)	50
DEGREES(ADPTOL)	5.0
OPTIONS(ADPOPT)	2
LEVEL(MAXLVL)	4
MINIMUM SIZE(ADPSIZE)	1.2
PASS FLAG(ADPASS)	1
UNIFORM LEVEL(IREFLG)	0
<b>ADAPT MESH(ADPENE)</b>	<b>5.0</b>
REMESH THICK(ADPTH)	0.0
ORIENTATION(ORIENT)	0
ELEMENTS(MAXEL)	0
ELEMENTS(IADPE90)	-1
FUSION FREQUENCY(NCFREQ)	0
FISSION LEVEL(IADPCL)	1
FUSION DEGREES(ADPCTL)	0.0
INITIAL FACTOR(FACTIN)	1.0
INCREASE(DFACTR)	0.01

Refining meshes

Time steps (ENDTIM/ADPFREQ):  ...

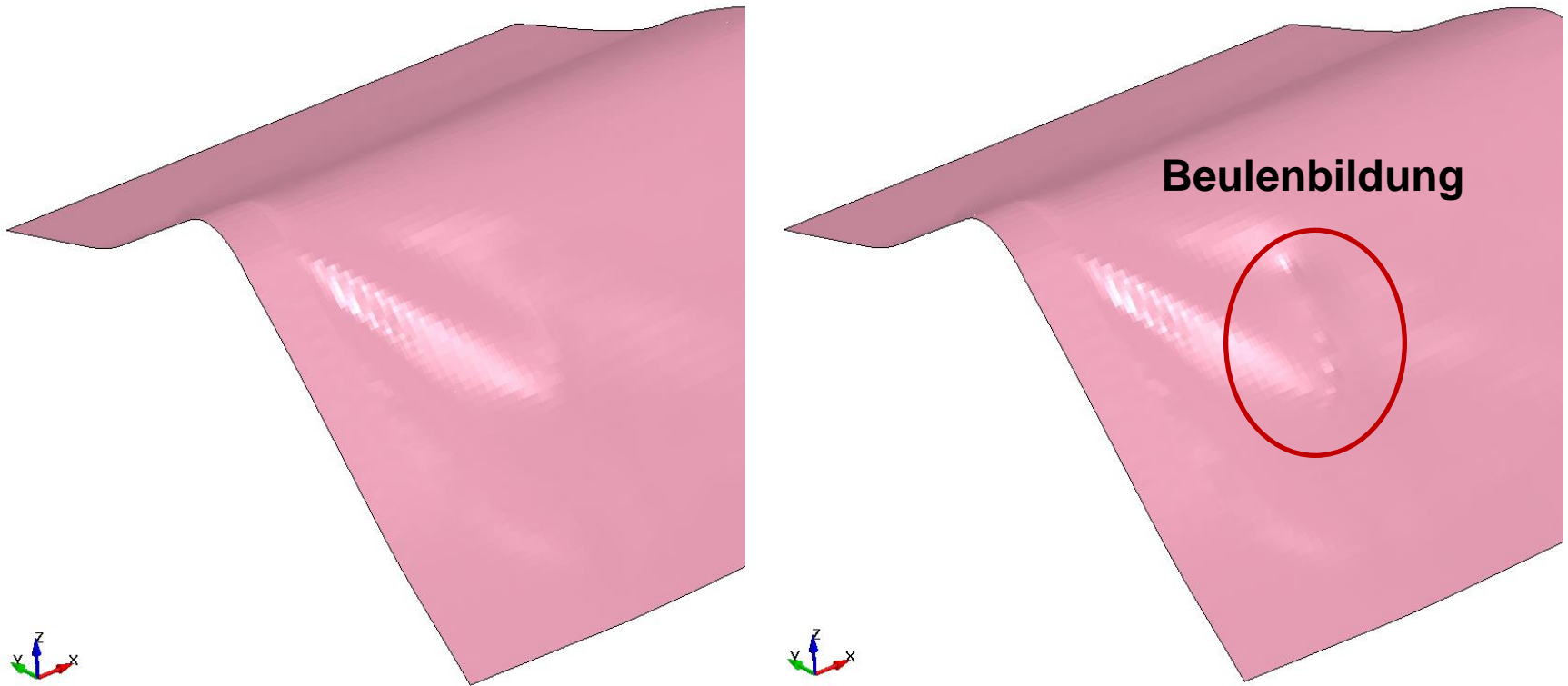
Minimum element size (ADPSIZE):

Max. refinement levels (MAXLVL):



# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Netzverfeinerung

Woran kann erkannt werden, dass die adaptive Suchfrequenz zu niedrig ist?

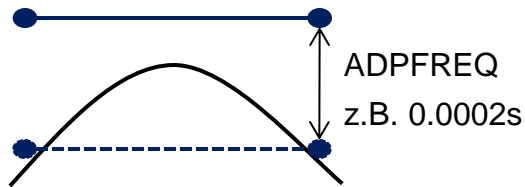


- Probleme mit einer zu niedrigen adaptiven Überprüfungsrate lassen sich durch plötzlich Beulenbildung identifizieren.

# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Netzverfeinerung

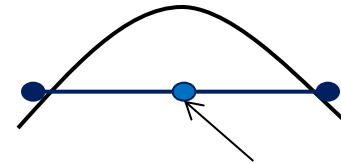
## Hintergrund der „Beulenbildung“

1) Adaptiver Schritt n



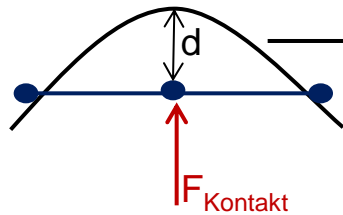
2) Adaptiver Schritt n + 1

Netz wird zu spät verfeinert



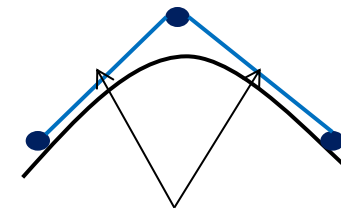
Neuer Knoten wird erzeugt

3) Asymmetrischer Kontakt  
erkennt Durchdringung



F proportional zu d:  
große Durchdringung  
↓  
großes  $F_{\text{Kontakt}}$

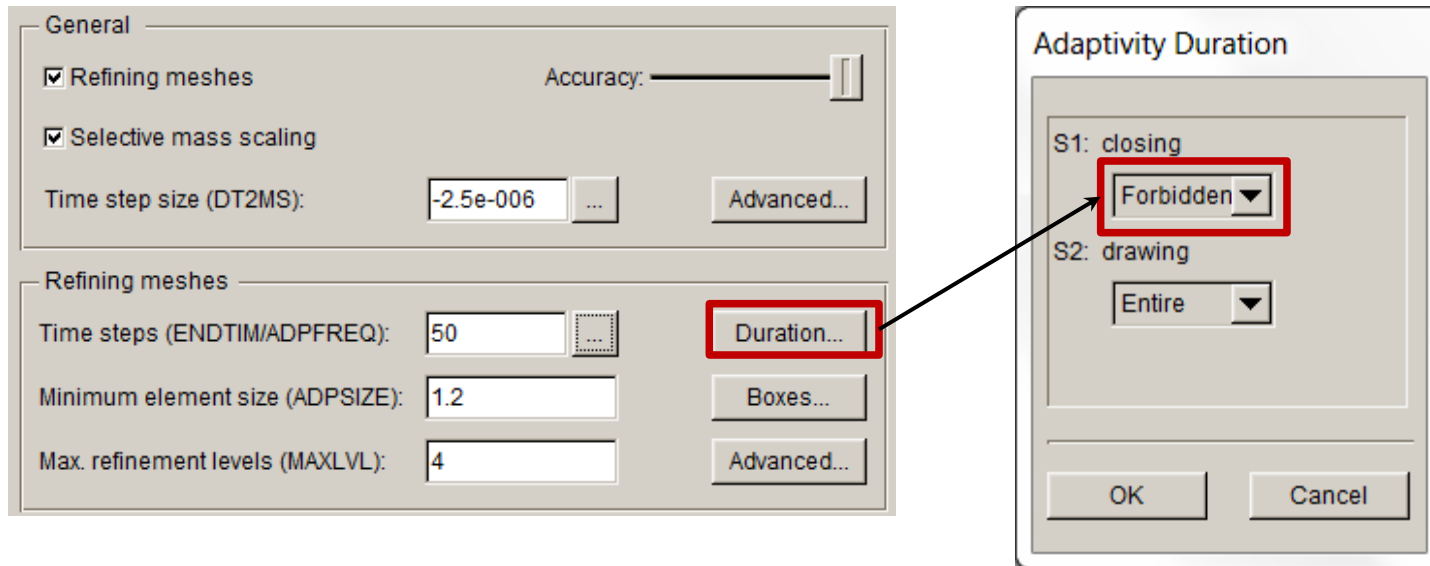
4)



plastische  
Deformation

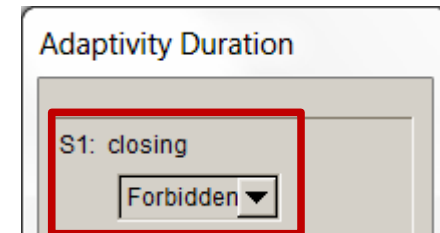
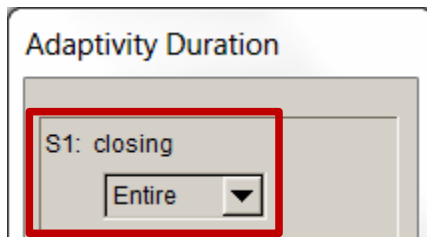
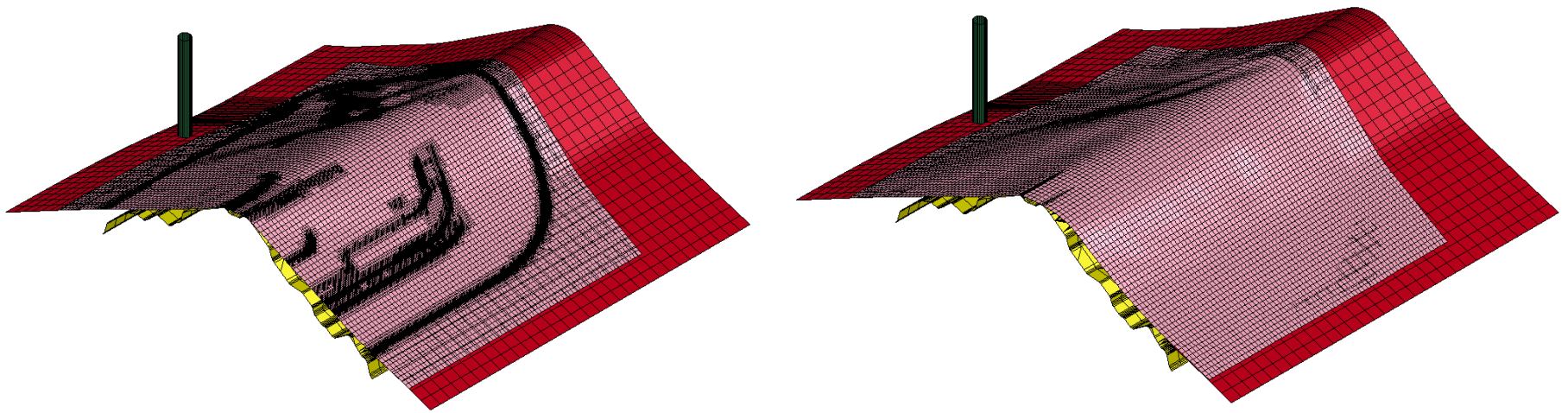
# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Netzverfeinerung

Die Netzverfeinerung kann auch für einzelne Prozessschritte deaktiviert werden:



# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Netzverfeinerung

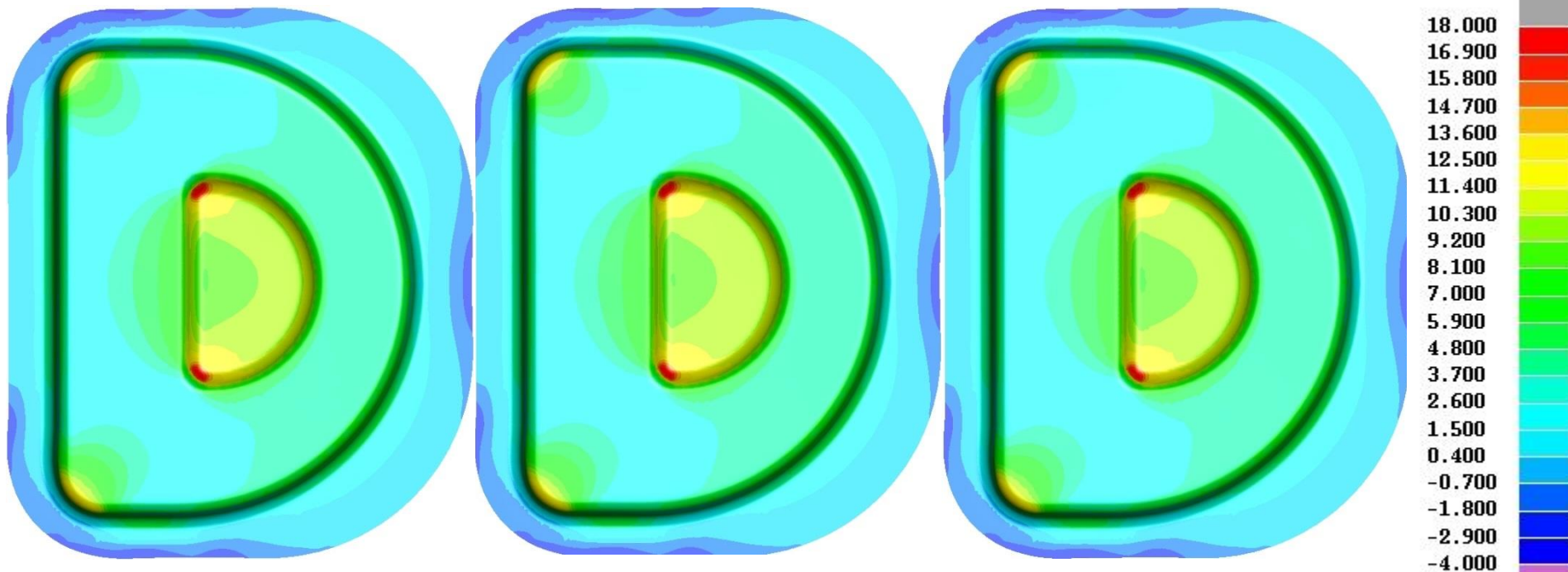
Deaktivierte Netzverfeinerung beim Werkzeugschließen (closing):



# Beispiel Rechenzeiten D-Werkzeug

# Vergleiche SMS und konventionelle Massenskalierung

## Beispiel : DYNAmore Werkzeug – Blechdickenreduktion (OP10)



Konvent. Massenskalierung

**Dt2ms = -3.2E-07**

Rechenzeit = **30min 49sek\***

Konvent. Massenskalierung

**Dt2ms = -6.2E-07**

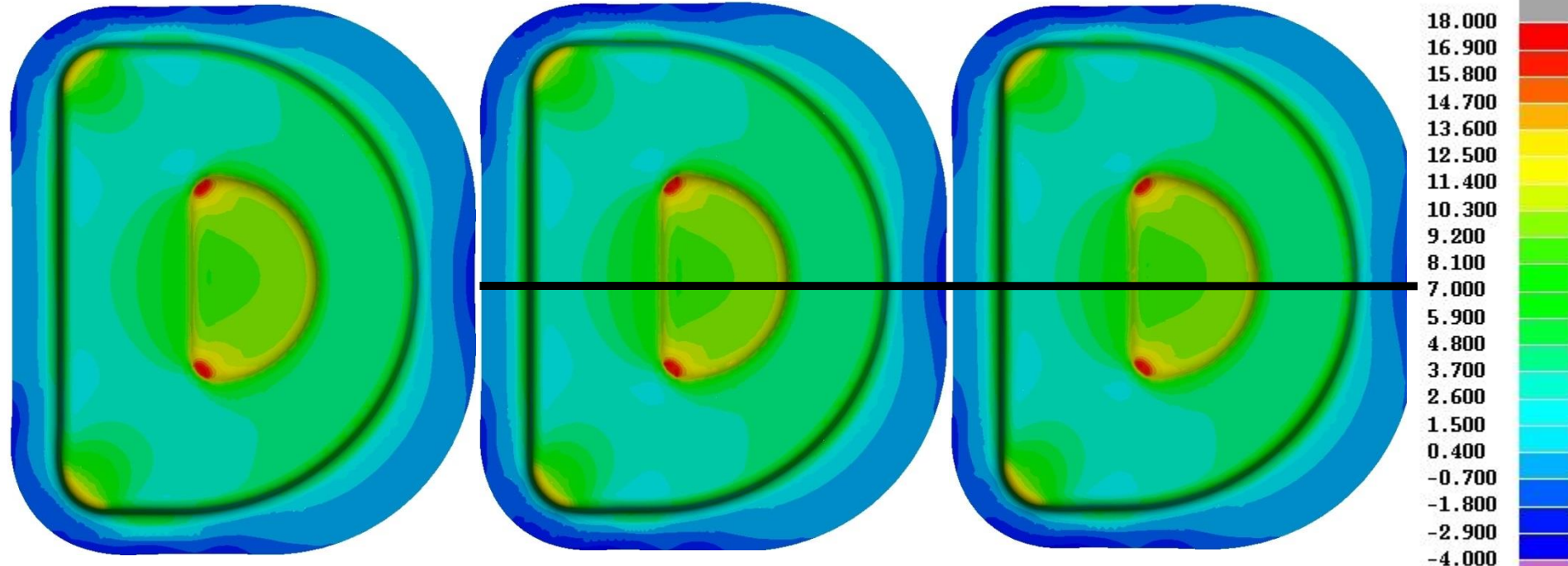
Rechenzeit = **9min 25sek\***

Selektive Massenskalierung

**Dt2ms = -2.0E-06**

Rechenzeit = **5min 48sek\***

# Mögliche Reduktion der Rechenzeit



Keine Massenskalierung

$\Delta t_{2ms} = 0.0$

min. Elementkantenl.= 1mm

**Rechenzeit = 52min 46sek\***

Selektive Massenskalierung

Bauteilsymmetrie

$\Delta t_{2ms} = -8.2e-07$

min. Elementkantenl.= 1mm

**Rechenzeit = 8min 52sek\***

Selektive Massenskalierung

Ausnutzung der Bauteilsymmetrie (\*)

$\Delta t_{2ms} = -2e-06$

min. Elementkantenl.= 2mm

**Rechenzeit = 1min 46sek\***

**[Mit Elementtyp=2: 1min 10sek]**

18.000  
16.900  
15.800  
14.700  
13.600  
12.500  
11.400  
10.300  
9.200  
8.100  
7.000  
5.900  
4.800  
3.700  
2.600  
1.500  
0.400  
-0.700  
-1.800  
-2.900  
-4.000

\*4 CPUs / SMP/ Intel i7 2600

## 4. Zusammenfassung



# Tipps und Tricks in DYNAFORM – Zusammenfassung

Durch die Berücksichtigung der folgenden Tipps, kann eine signifikante Reduktion der Simulationdauer erreicht werden:

- Werkzeugradialen prüfen und gegebenenfalls die Vernetzung anpassen.
- Wenn möglich, Bauteilsymmetrien ausnutzen.
- Fahrwege der Werkzeuge minimieren und gegebenenfalls Schwerkraftsimulationen vor dem Umformprozess rechnen.
- Den vollintegrierten Elementtyp 16 nur verwenden, wenn es notwendig ist.
- Für Machbarkeitsanalysen die selektive Massenskalierung verwenden.
- Die Suchweite der adaptiven Netzverfeinerung erhöhen und gleichzeitig die Anzahl der Überprüfungen reduzieren.