Thema: **Ausgewählte Projekte Gemeinschaftsforschung - was erwartet uns in der Zukunft**

Forschungsstelle: Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, IWU Chemnitz
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. R. Neugebauer

Vortragender: Dr.-Ing. Reinhard Mauermann

Fraunhofer-Gesellschaft mit 58 Instituten

Fraunhofer IWU

- 160 Mitarbeiter
- 100 Studenten / Praktikanten
- 15 Mio. EURO Jahresetat
- 7 000 m² Fläche, davon 4 000 m² Versuchsfeldfläche in Chemnitz und Dresden

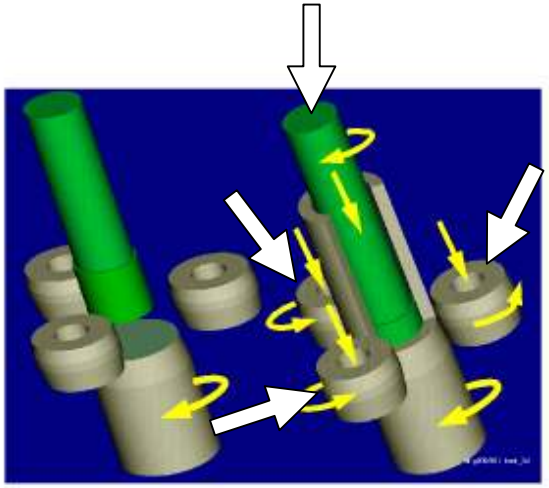
Im Verbund mit:

- Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse IWP der TU Chemnitz
- Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen
- Arbeitskreis Werkzeugmaschinen Sachsen/Thüringen
- Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen e.V.

Systeme

Produkte

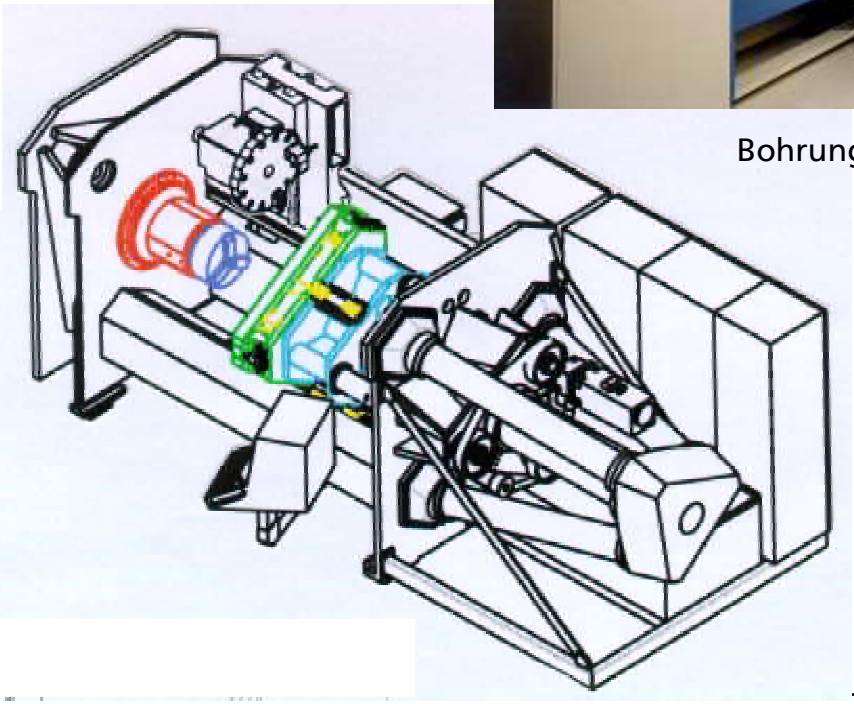
Prozesse

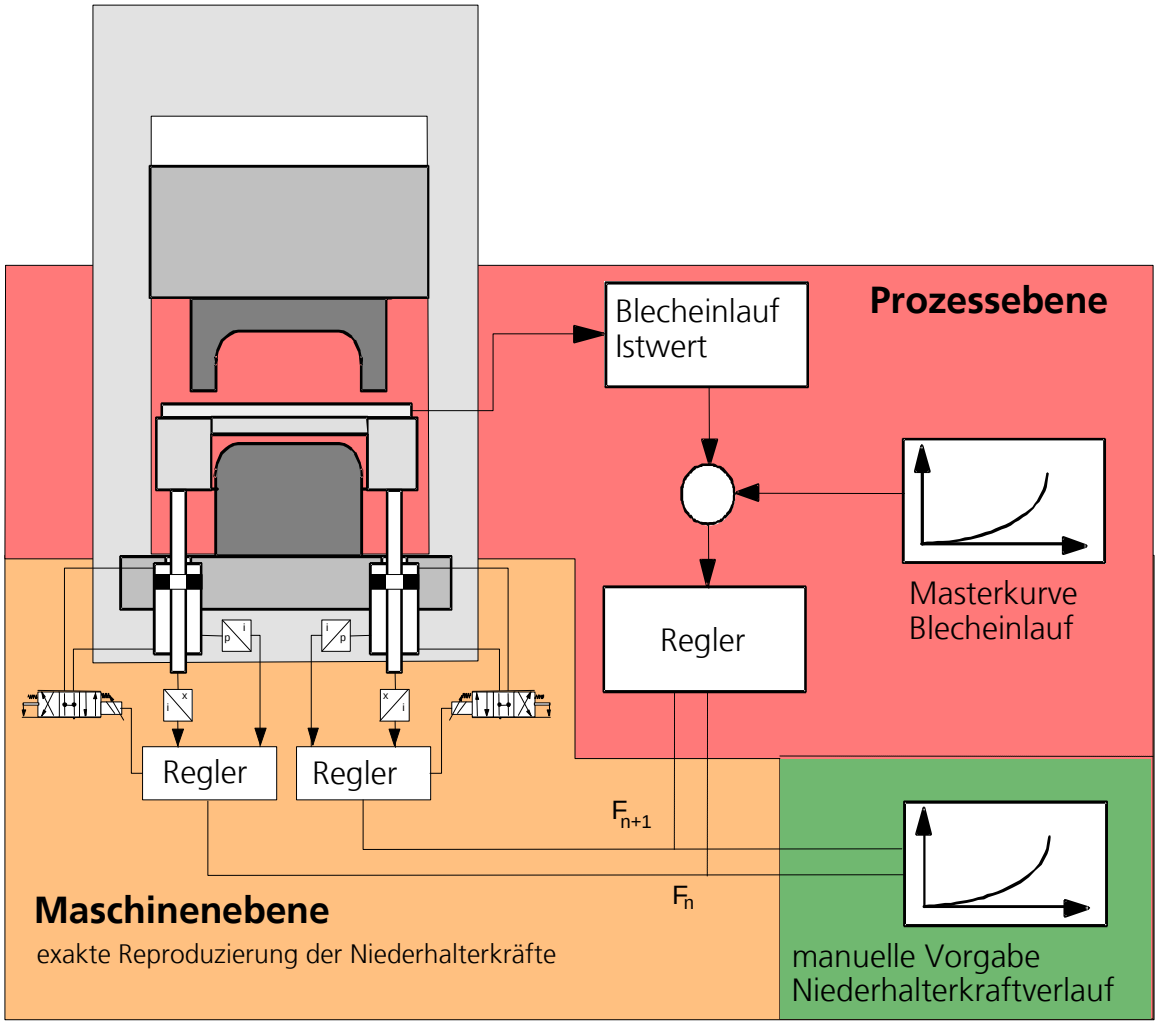


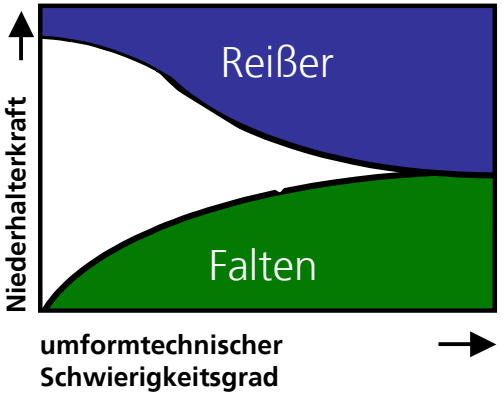
Verfahrensprinzip

Bohrungsdrückmaschine

Teilespektrum







geregeltes Tiefziehprozess

gesteuerter Tiefziehprozess

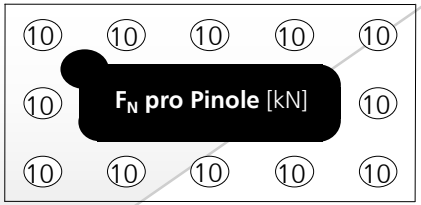
Versuchswerkstück: Behälterhälfte
Werkstoff: DC 04
Blechdicke: 0,8 mm

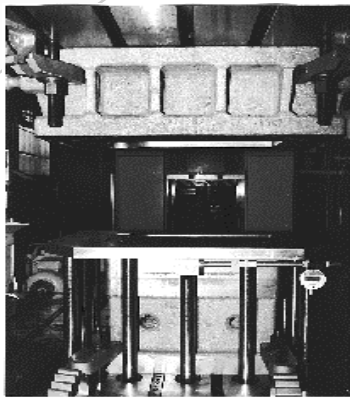
Elastische Niederhalterplatte Mehrpunktziehtechnik

Ziehtiefe 110 mm

Elastische Niederhalterplatte

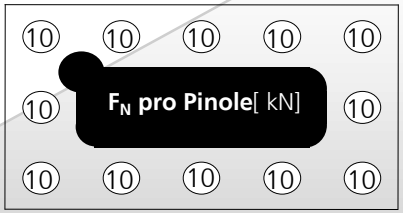
Ziehtiefe 90 mm

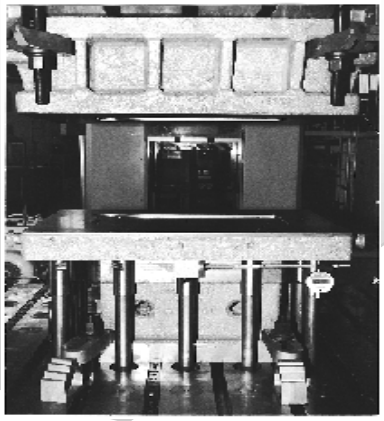




„Starre“ Niederhalterplatte

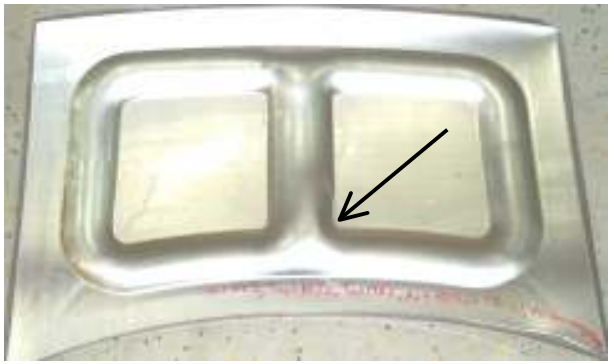
Ziehtiefe 70 mm



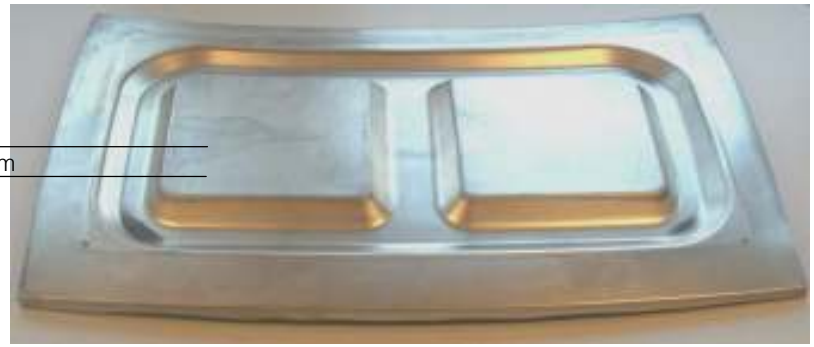


Ergebnisse Modellmotorhaube

Werkstoff: AZ31B
Blechdicke: 1,3 mm



gerissenes Bauteil
T_{Fluid} = 150 °C



Gutteil

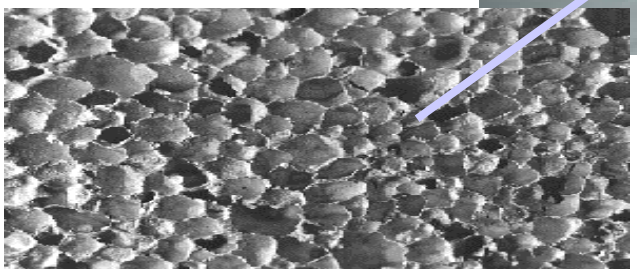
T_{Fluid} = 210 °C; $T_{Werkzeug}$ = 170 °C; Schließkraft = 40 000 kN; Druck = 800 bar

Problemstellung

Gewährleistung der Aufprallsicherheit bei mindestens gleichem Gewicht

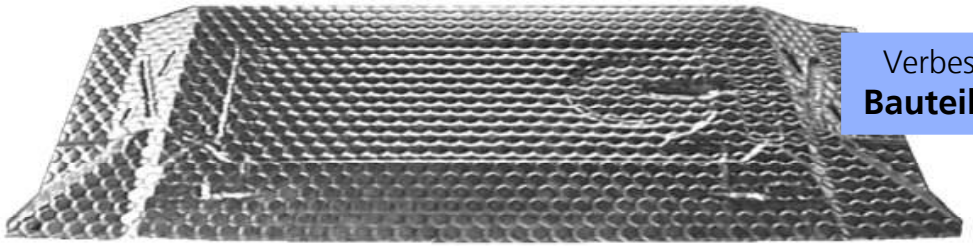
Effekte

- Erhöhung der Steifigkeit bei geringerer Masse
- Erhöhung des Insassen- und Passantenschutzes
- bessere Schwingungs- und Schallabsorption
- kostengünstiger im Vergleich zu alternativen Lösungen

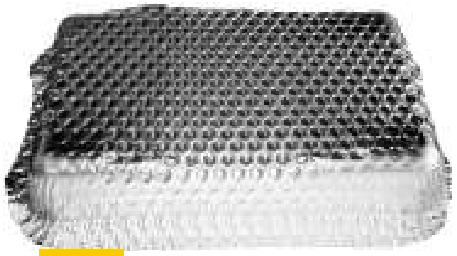


Verfahren gewährleistet die Umformbarkeit nach der Strukturierung

PKW-Bodengruppe (Audi A2)



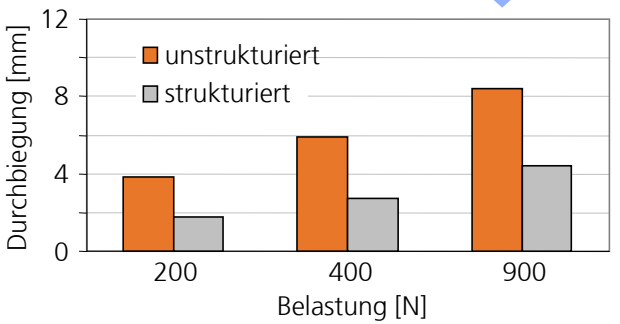
Verbesserung der **Bauteilsteifigkeit**



Abdeckwanne Renault

Effekte:

- Steifigkeit ⇧
- Nebenformen ⇩
- Werkzeugkosten ⇩



Handlungsfelder

- Strukturspezifisches Produktdesign
- Spezifische Umformtechnologien

Realisierte Prototypen

- Bodenblech Audi A2 (1400 x 700)
- Bodenblech „Opel-Concept-Car“ (1400 x 1200)
- Abdeckwanne Renault (800 x 700)

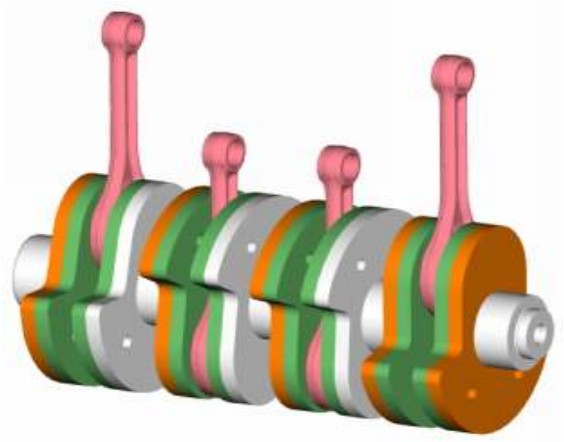
Halbzeuglieferant: Dr. Mirtsch GmbH

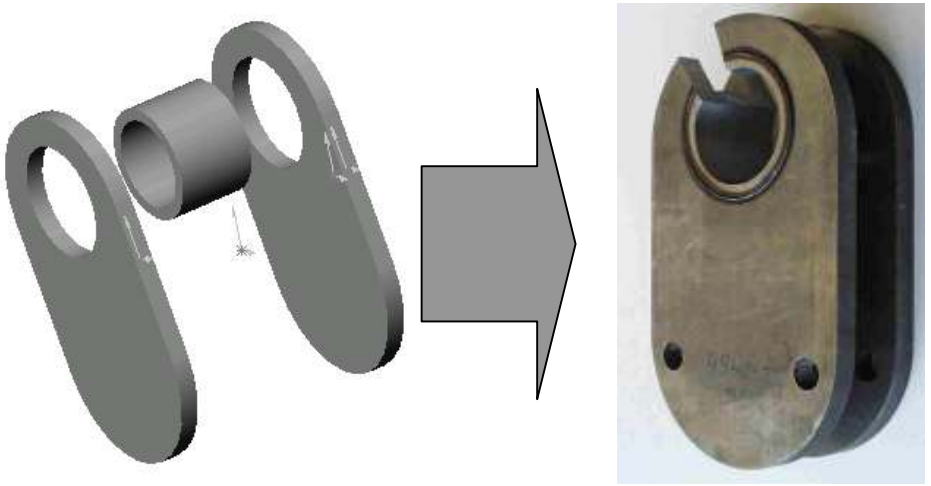
Beispiel: Getrieberad m = 2
z = 20, 30, 40
h_z = 4 mm

	Abwälzfräsen	Walzen
Werkzeugkosten	1:3	
Prozesszeit pro Rad	9:1	
Materialverlust	10 – 30%	0%
Verzahnungs-Qualität (DIN 3962)	gleich	
Oberflächenhärte	Grundhärte	Grundhärte +60%

Maschinenbau-Initiative Next Economy

Konstruktion Kurbelwelle

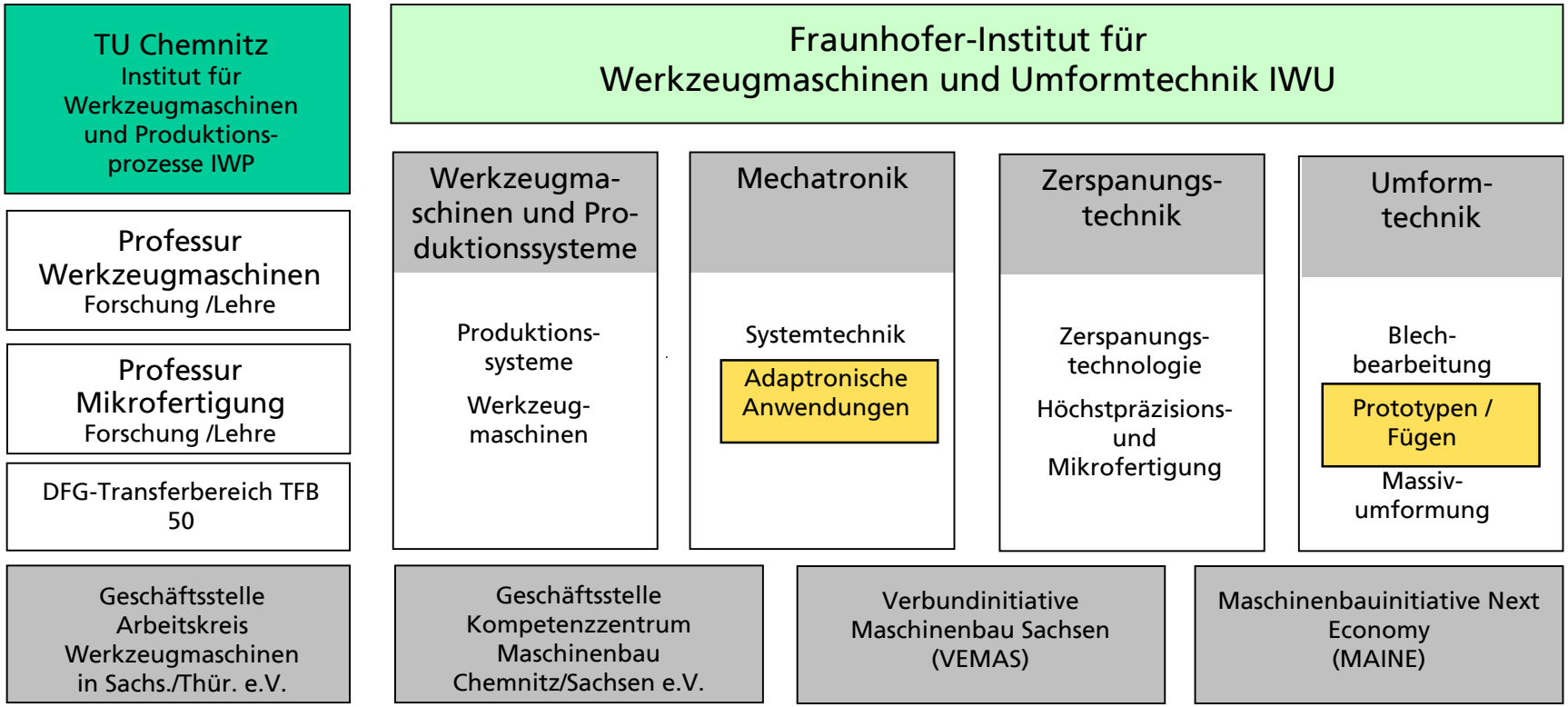




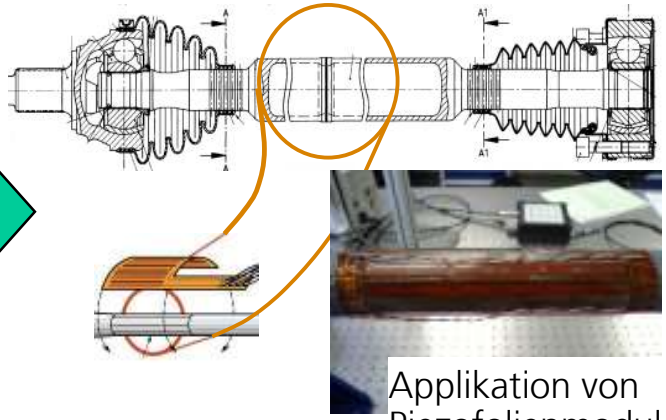
Wange + Pleuellager + Wange

Maschinenbau-Initiative Next Economy

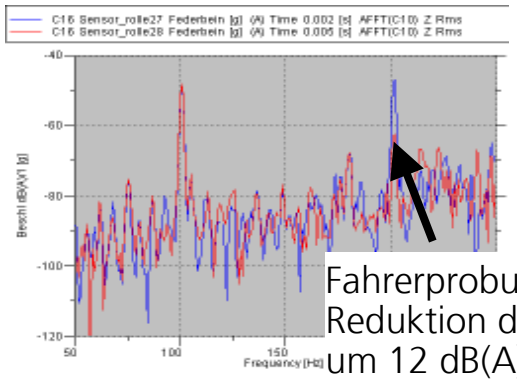
Warum Dresden ?
Adaptronik
Prototypen / Fügen


TU Chemnitz
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktions-prozesse IWP
Professur Werkzeugmaschinen
Forschung /Lehre
Professur Mikrofertigung
Forschung /Lehre
DFG-Transferbereich TFB 50
Geschäftsstelle Arbeitskreis Werkzeugmaschinen in Sachs./Thür. e.V.
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Werkzeugma-schinen und Pro-duktionssysteme
Produktions-systeme
Werkzeug-maschinen
Mechatronik
Systemtechnik
Adaptronische Anwendungen
Zerspanungs-technik
Zerspanungs-technologie
Höchstpräzisions- und Mikrofertigung
Umform-technik
Blech-bearbeitung
Prototypen / Fügen
Massiv-umformung
Geschäftsstelle Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen e.V.
Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen (VEMAS)
Maschinenbauinitiative Next Economy (MAINE)

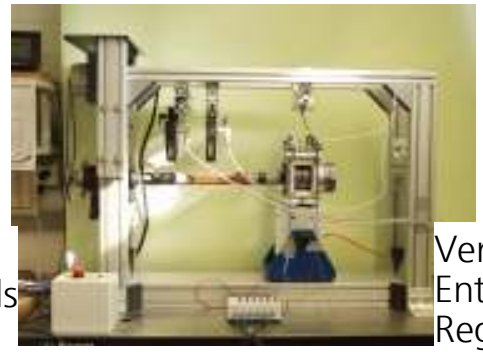
Zielstellung:
Reduzierung des 1. Biegeeigenmodes zur Verbesserung des akustischen Komforts



Applikation von Piezofolienmodulen



Fahrerprobung:
Reduktion des Schalldruckpegels um 12 dB(A) bei 212 Hz

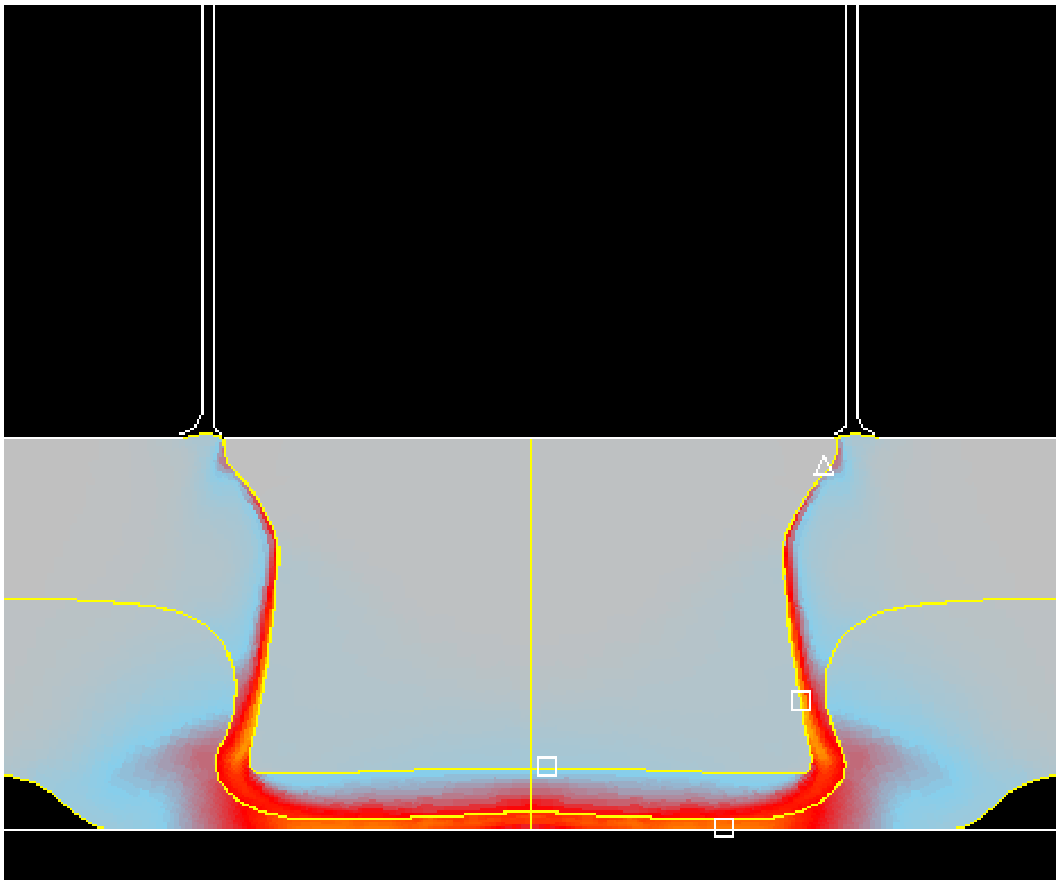


Versuchsstand zur Entwicklung des Regelungsalgorithmus

Wie begrüßen die AK Schiene und Fügen am 20./21.6.2006 im IWU Dresden

1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen

Matrizenloses Nietclinchen mit überlagerter Bewegung



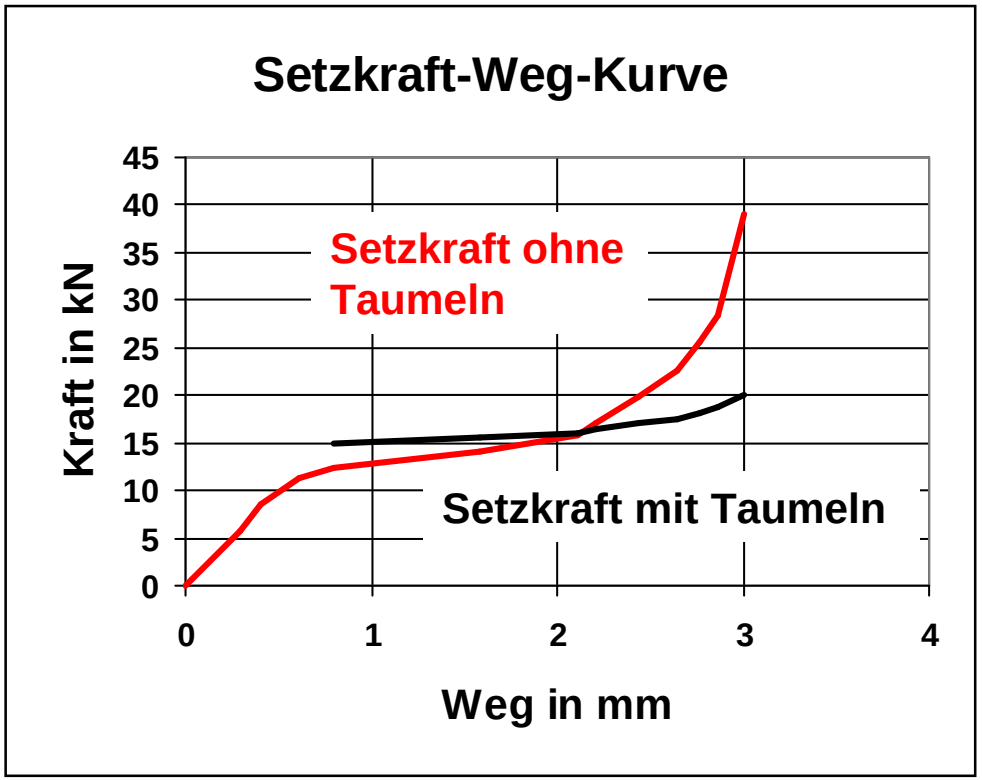
berechneter Vergleichsum-formgrad

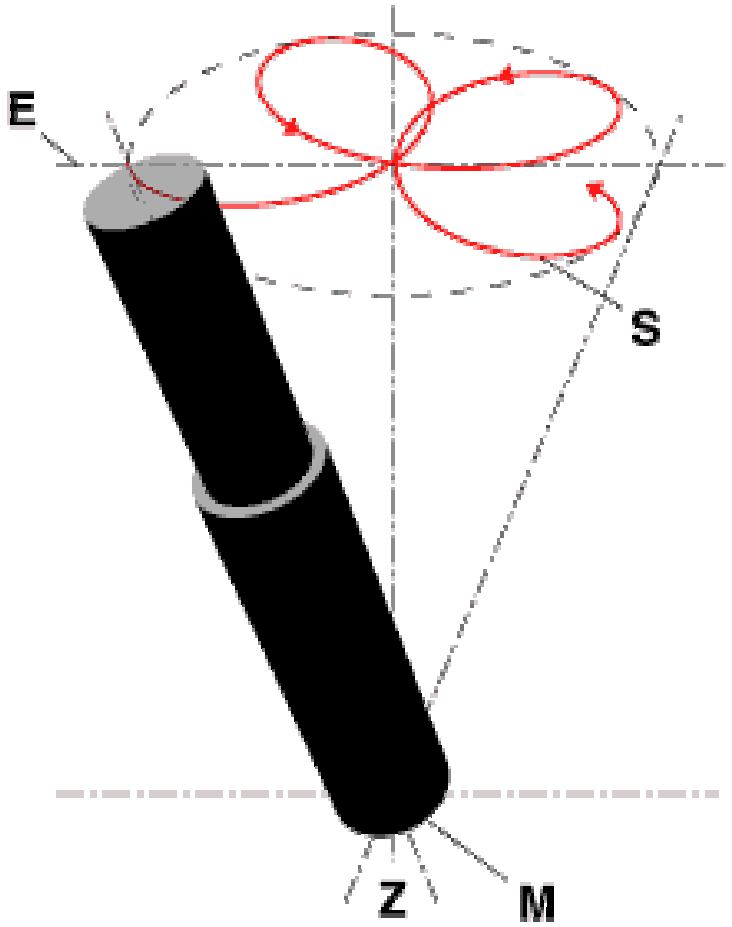
Paarung:

2x AlMg4.5Mn (t=1.5 mm)

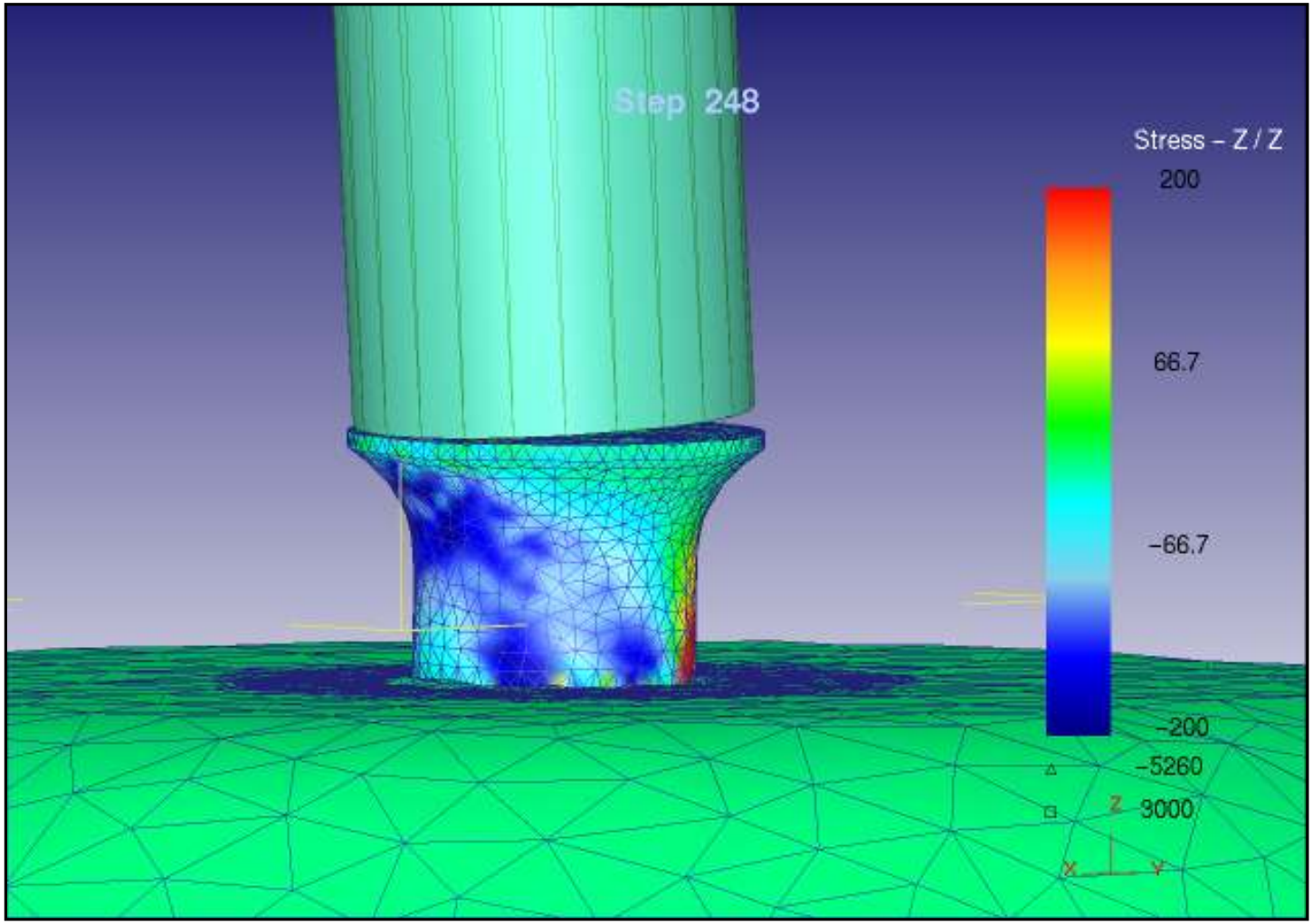
Niet: 4.3x3.8R5; 0.10; H4

Bildquelle: Flowdrill GmbH

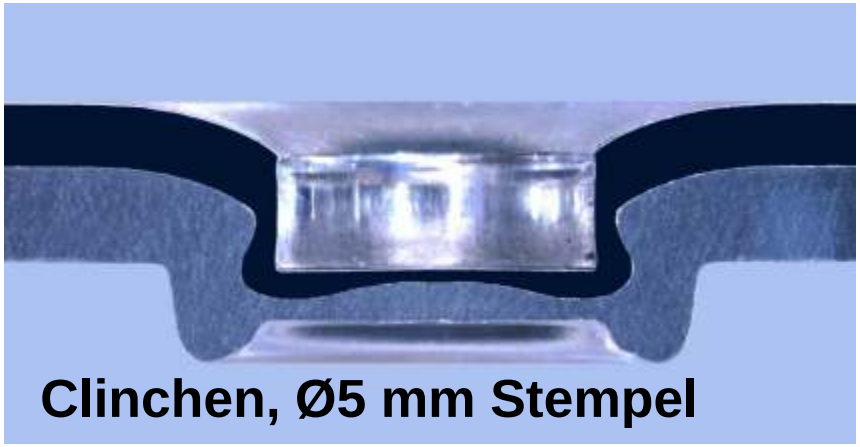




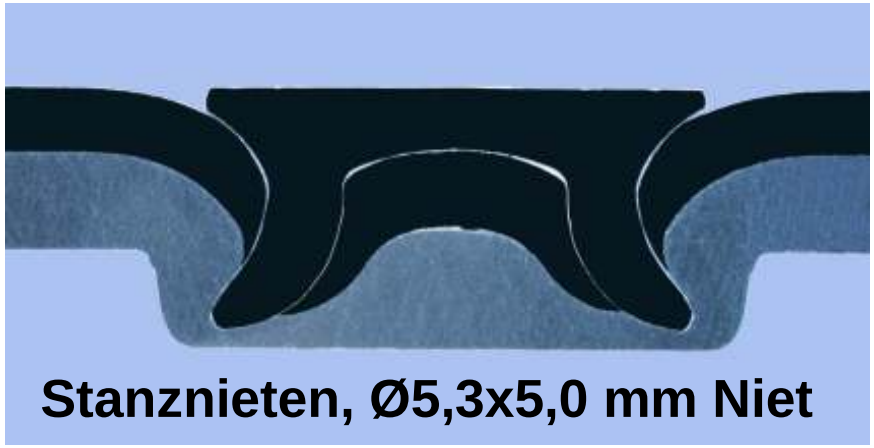
→ Taumeln führt zu einer Verringerung des Kraftbedarfs


Step 248
Stress - Z / Z
200
66.7
-66.7
-200
-5260
3000
Z
X
Y

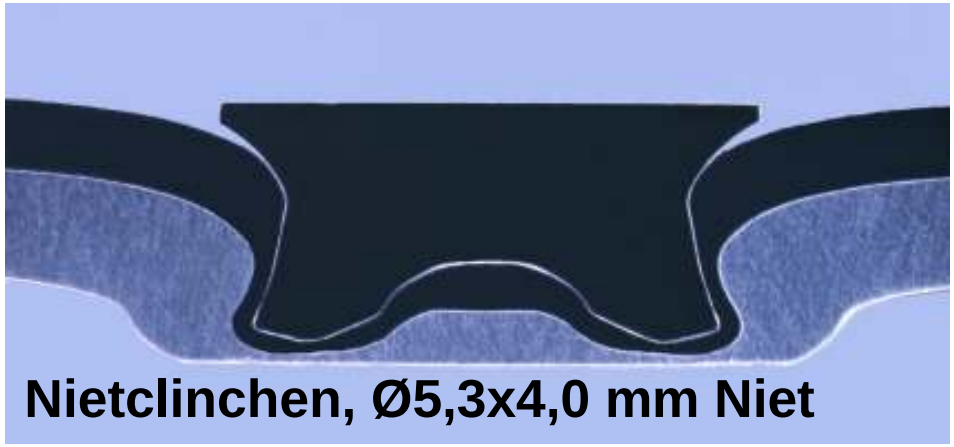
Fügepaarung DC04, 1,00 mm+ AlMg3, 1,50 mm



Clinchen, Ø5 mm Stempel

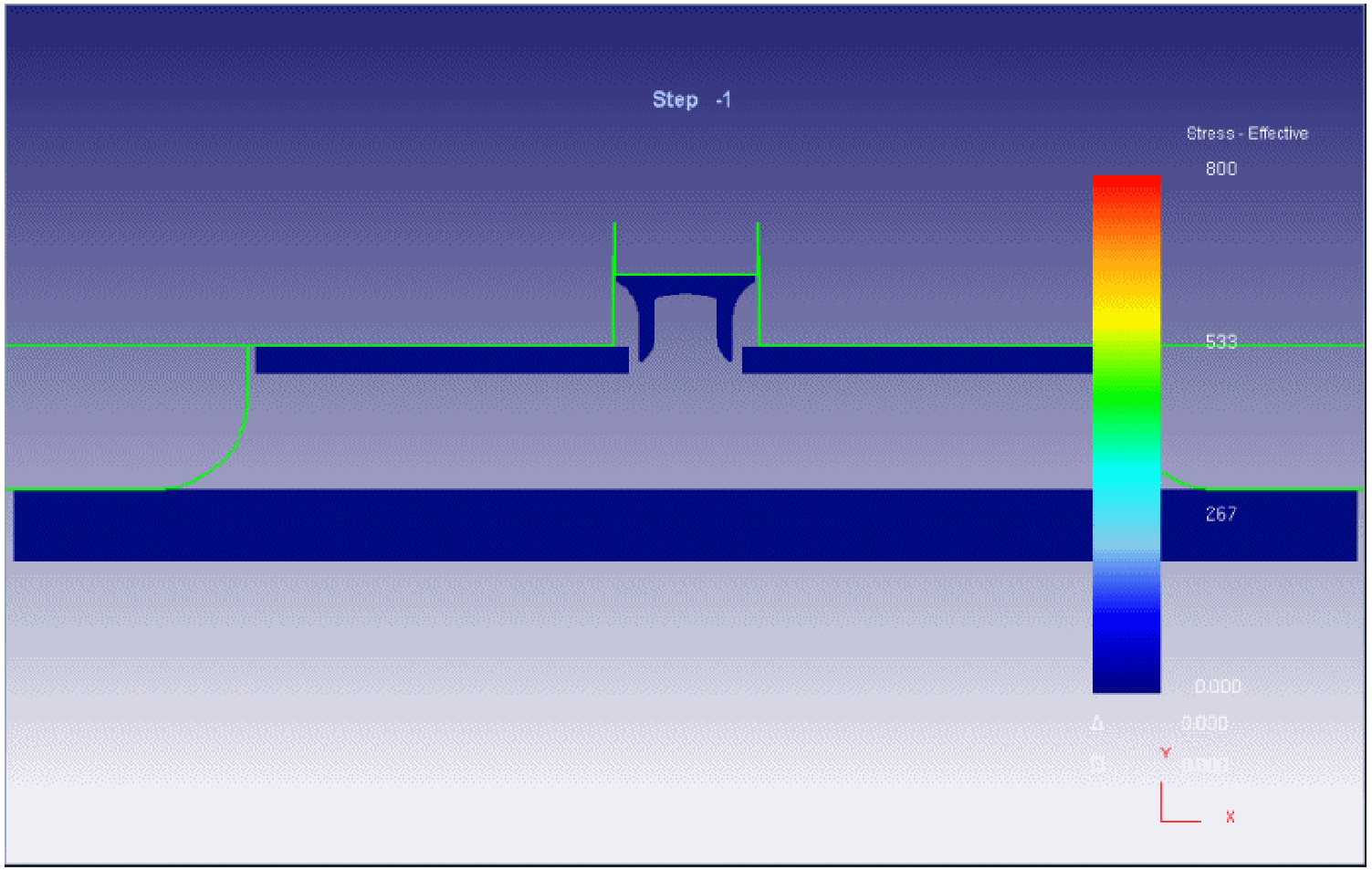


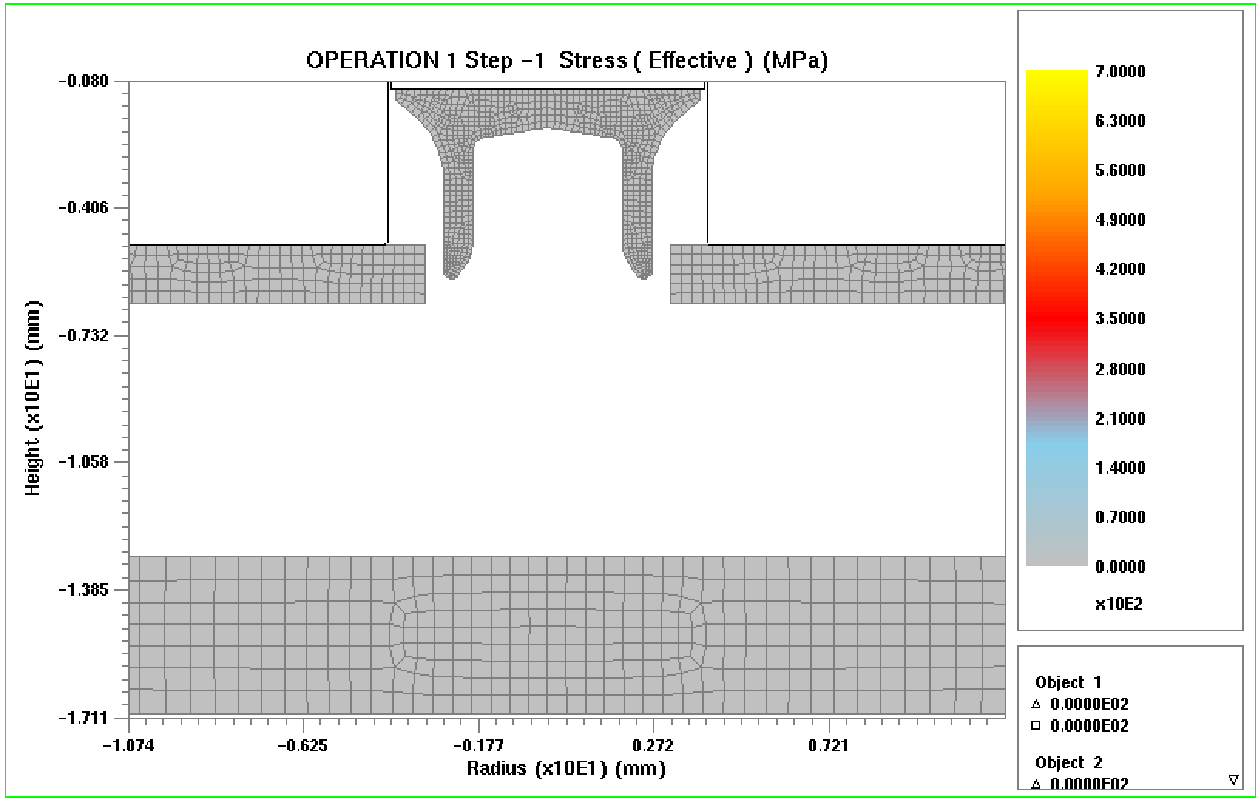
Stanznieten, Ø5,3x5,0 mm Niet

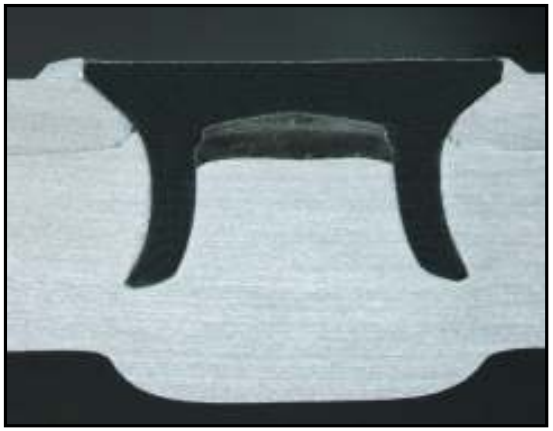


Nietclinchen, Ø5,3x4,0 mm Niet

1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen


Step -1
Stress - Effective
800
533
267
0.000
0.000
Y
X

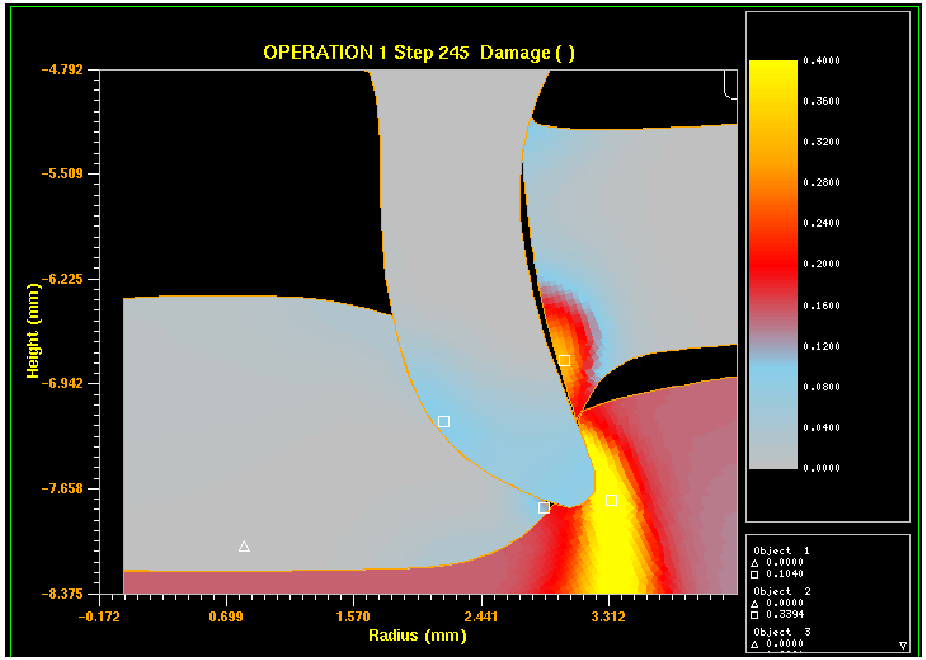




Blech:	**AA6181A T4 / 4mm**
Ronde:	**AA5754 / 1,5mm**
Druck:	**1200 bar**
Niet:	**Böllhoff 5,3x3,8x5mm**
	H2
	45° Fußfase
	keine Vorspreizung

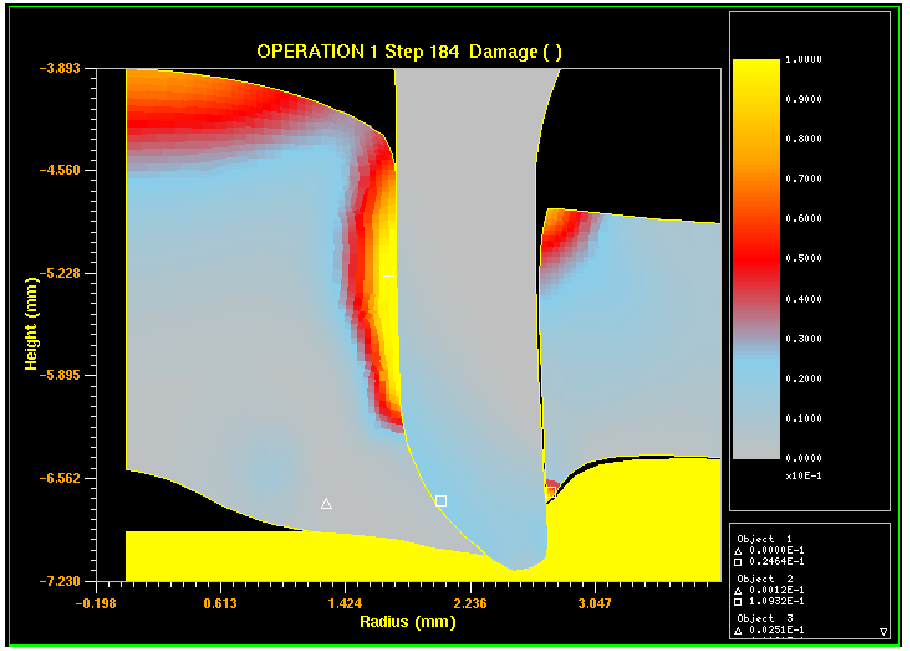
Schädigungsmodell von Cockroft und Latham: $$C = \int_0^{\bar{\varepsilon}} \sigma_1 d\bar{\varepsilon}$$

700 bar



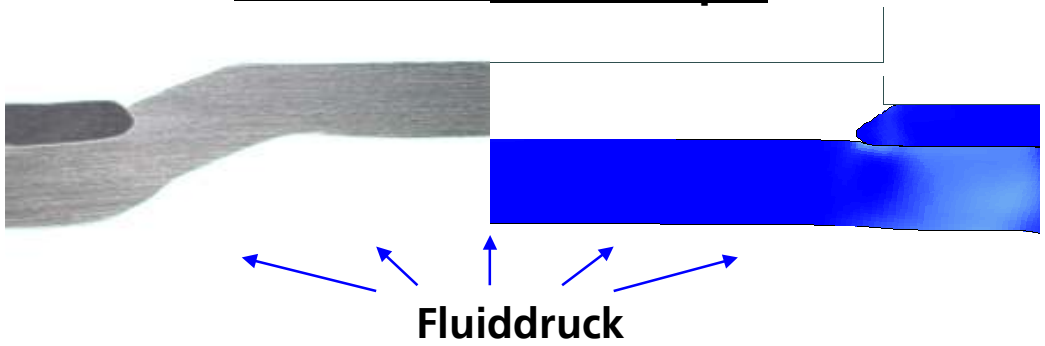
AlMg4.5Mn Niet H2-5x35

1000 bar



Ecodal / AlMg3 Niet H2-5x35

Passiv – starrer Stempel



AlMg3 / AlMg4,5Mn

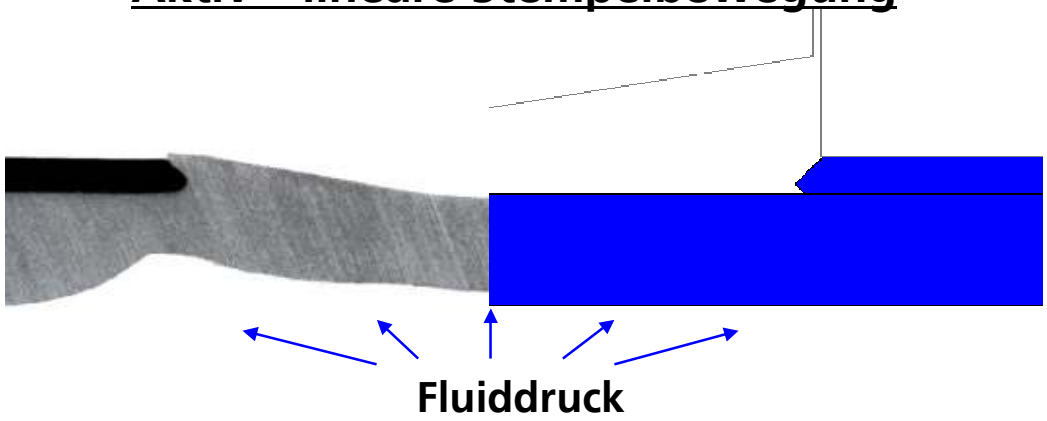
3.0 mm / 1.5 mm

Flache Stempelform

Ø Fügepunkt 19.0 mm

Druckanstieg 0 - 1800 bar

Aktiv – lineare Stempelbewegung



AlMg0.7Si / DC04-03

3.5 mm / 1.0 mm

10° Stempelstirnwinkel

Ø Fügepunkt 17.5 mm

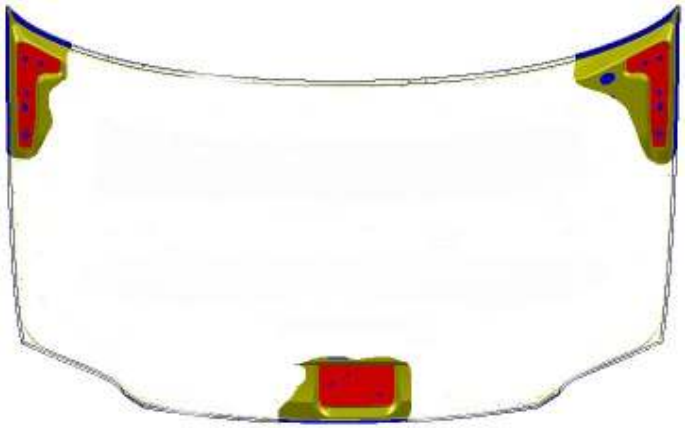
Druckanstieg 0 - 1000bar
Stempelrückzug 0.5 mm

Druckanstieg 1000 - 2000bar
Stempelvorschub 2 mm

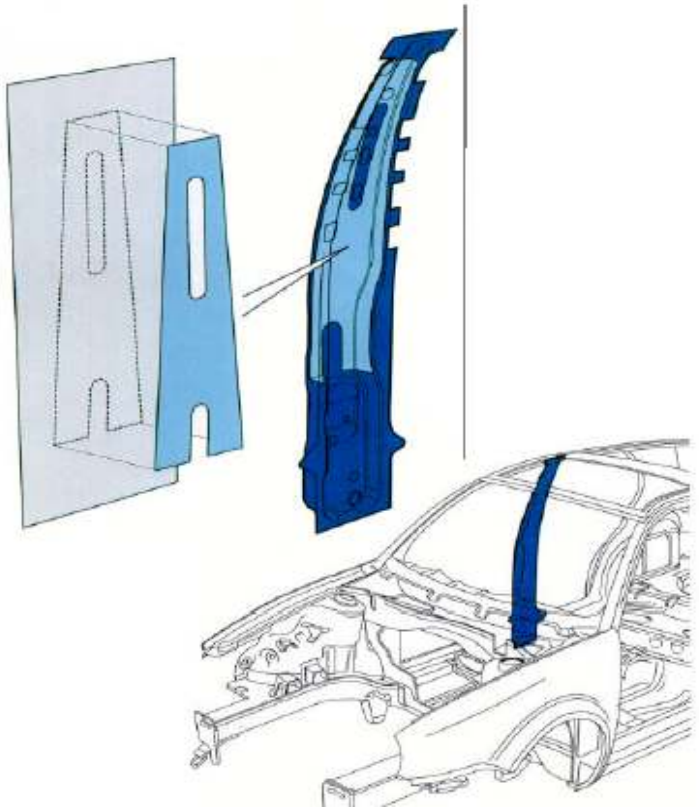
II. Hydrofügen (Hydrostanznieten; Hydroclinchen) – EFB-Nr. 14/200

Erster Projektteil	**-**	**6 Monate finanziert 6/2003 – 12/2003 Funktionsfähigkeit nachgewiesen**
Zweiter Projektteil	**-**	**18 Monate; Projektstart durch unbekanntes Verfahrensprozedere über Jahre verschoben**

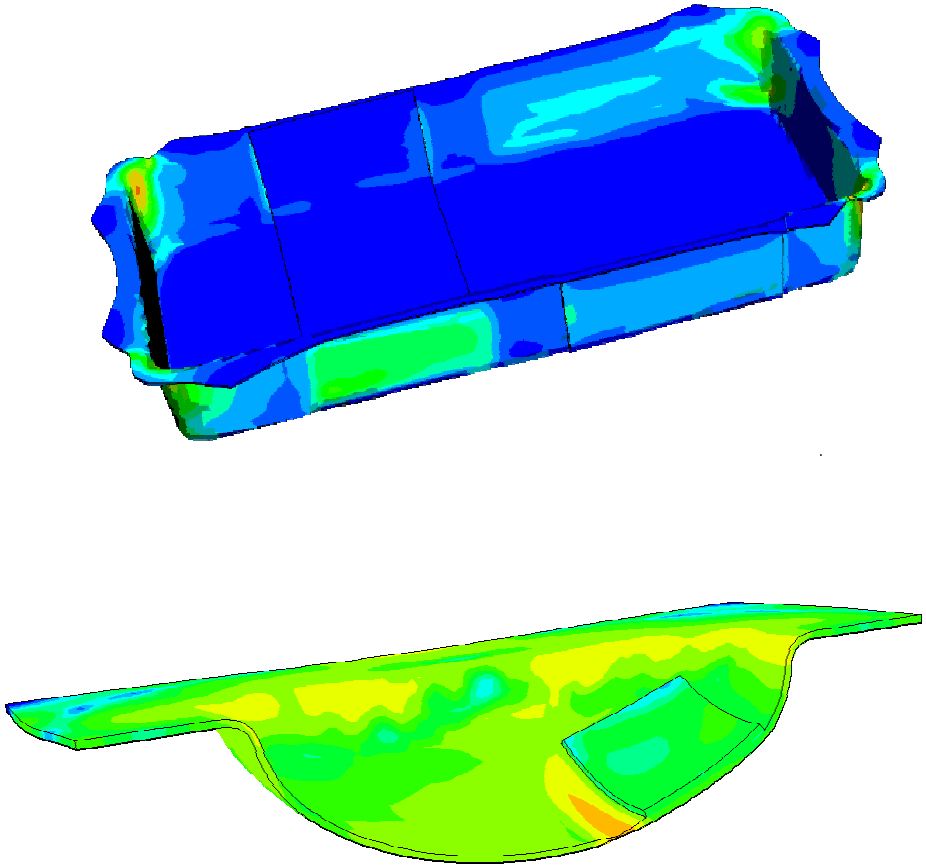
1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen

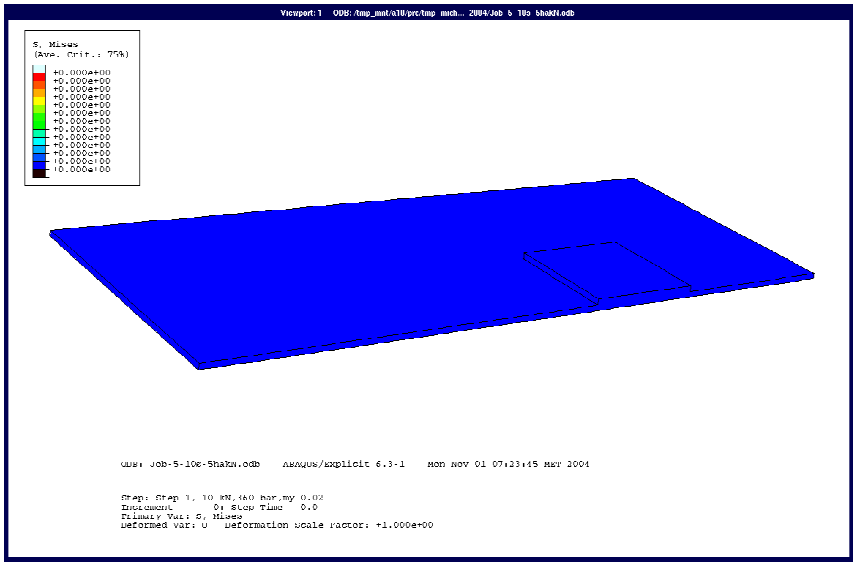


Motorhaube mit Patchworkblechen im Krafteinleitungsbereich Scharnier / Schloss

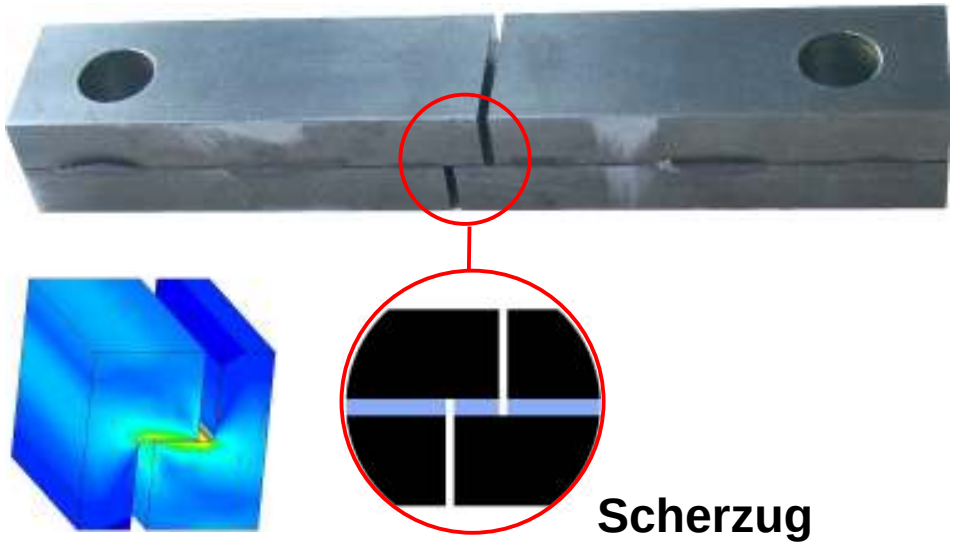


Beispiel B-Säule Quelle Audi

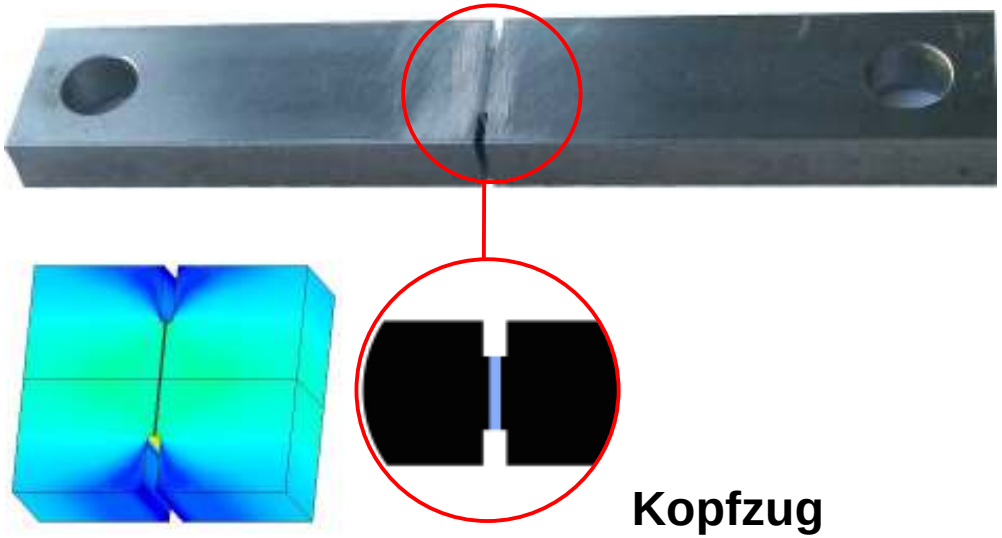



Viewport: 1
S, Mises
Abaqus/explicit 6.3-1
Mon Nov 01 07:23:45 MET 2004

Klebschicht-Kennwertermittlung für Umformsimulation



Scherzug



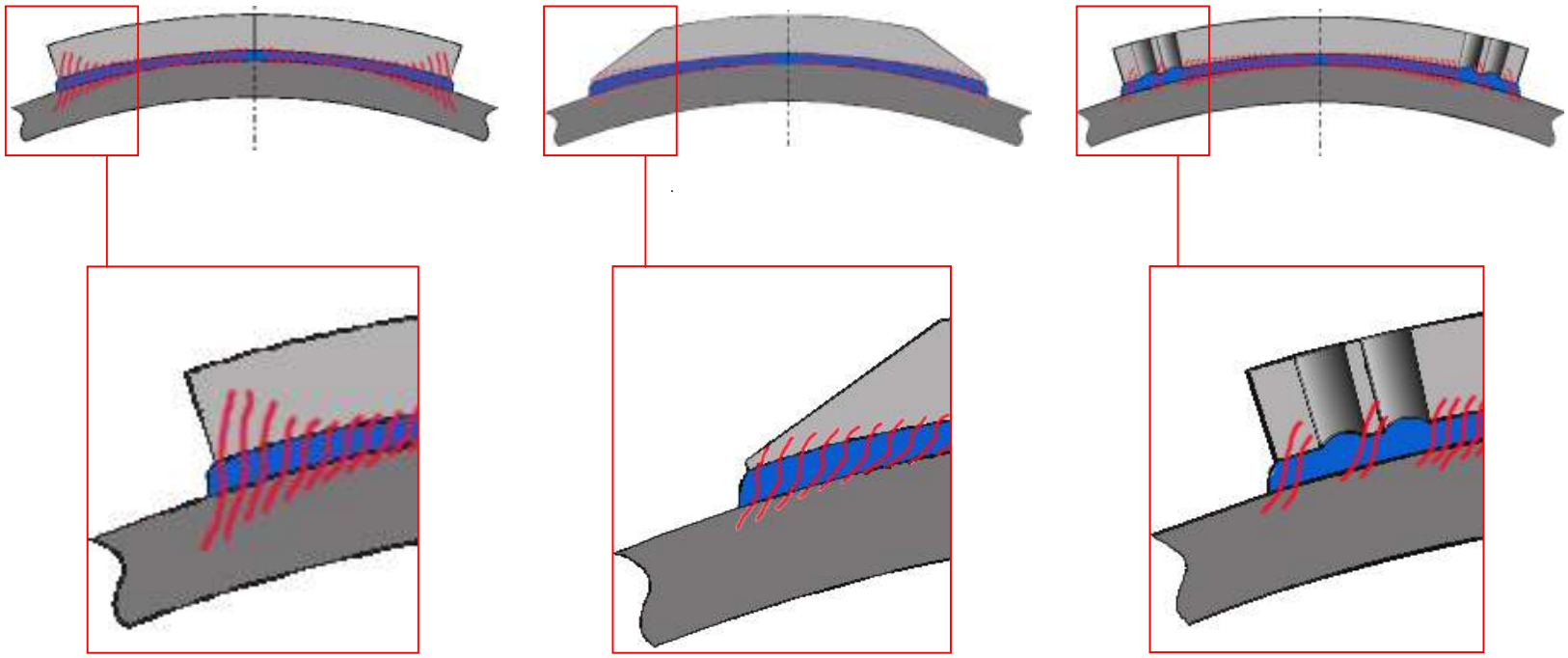
Kopfzug

Randentspannung

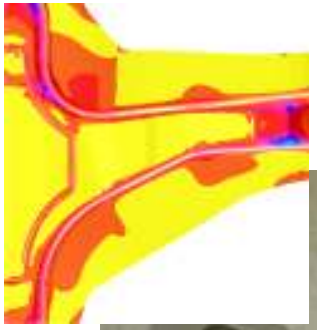
Patch ohne Randentspannung

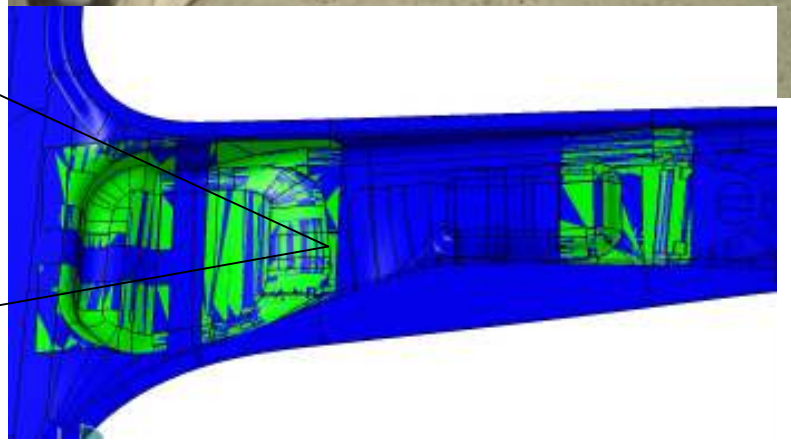
Abgeflachtes Patch

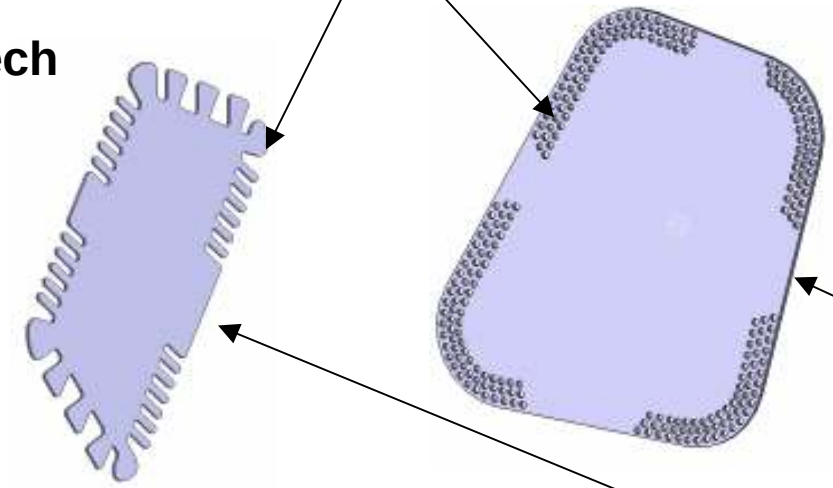
Patch mit Durchbrechungen



Lokale Randentspannung am Verstärkungs-blech

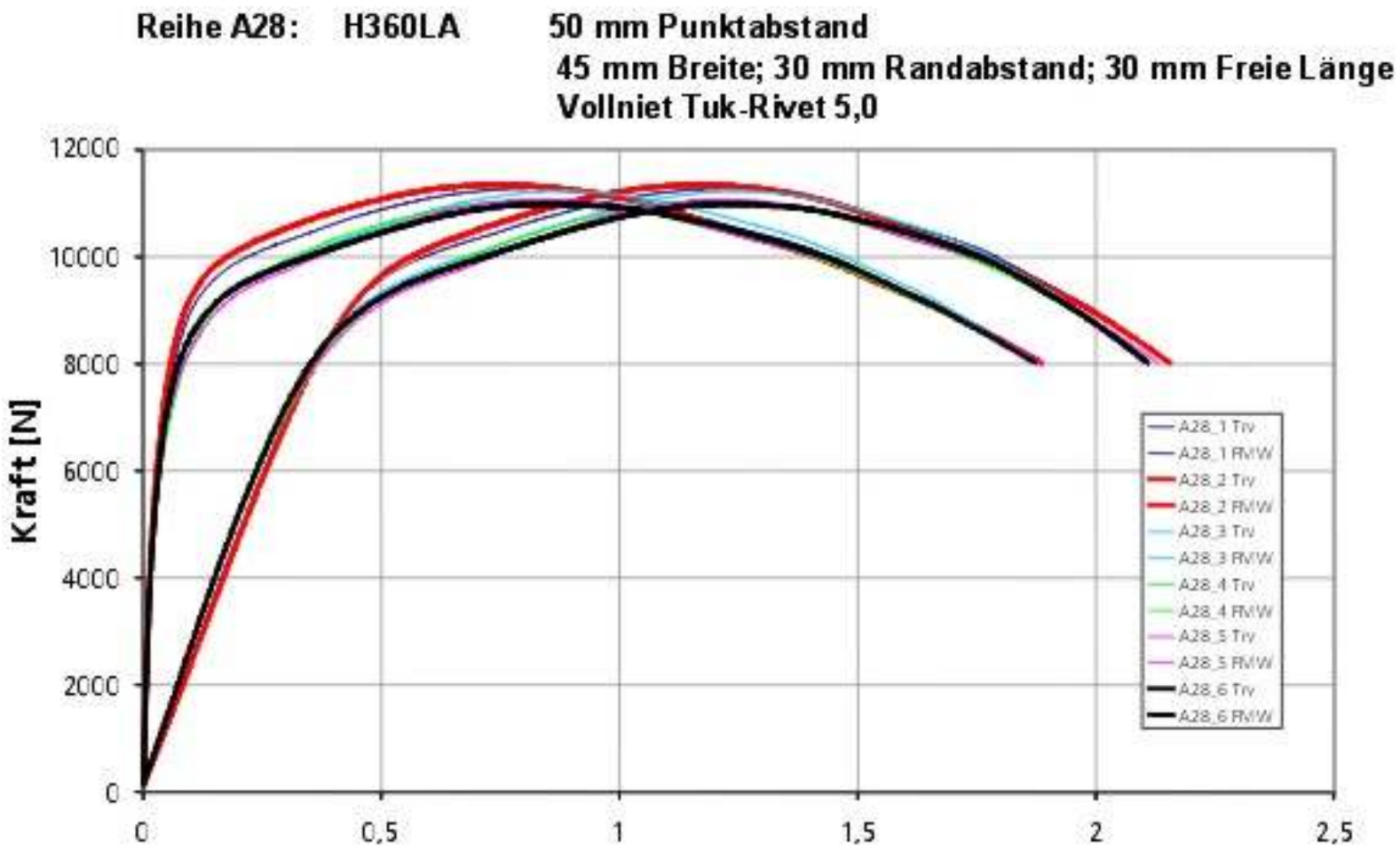


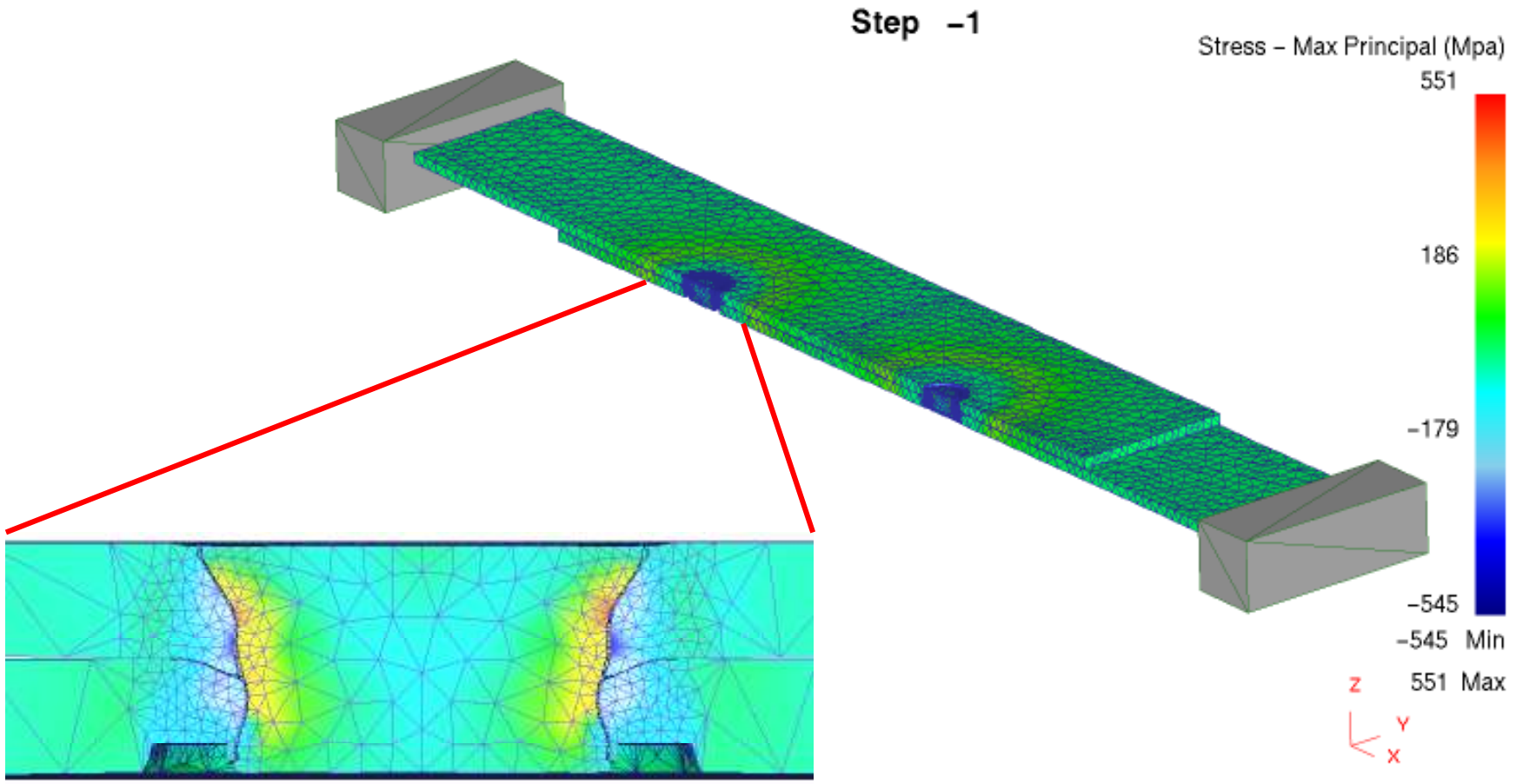


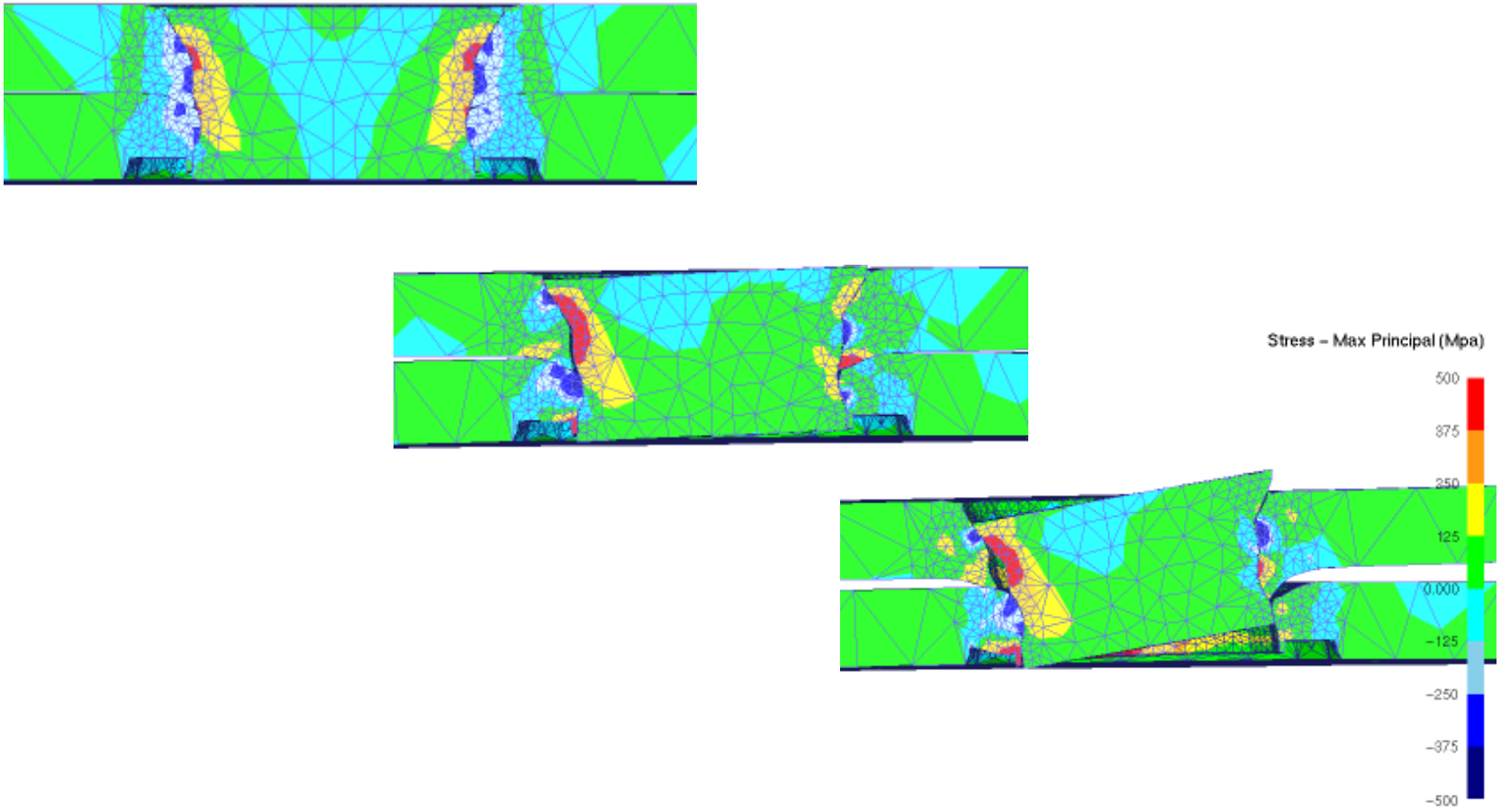


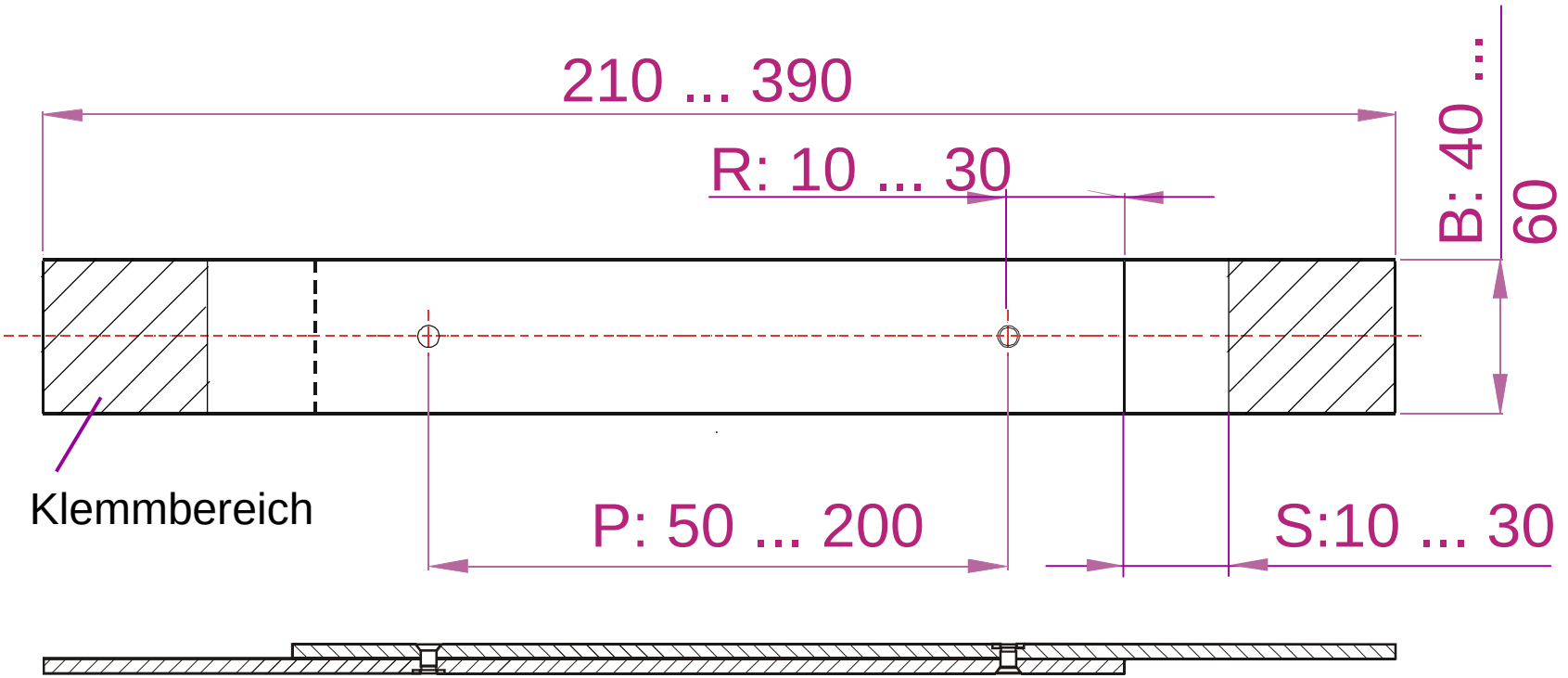
Verstärkung Kleben

1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen


Reihe A28: H360LA
50 mm Punktabstand
45 mm Breite; 30 mm Randabstand; 30 mm Freie Länge
Vollniet Tuk-Rivet 5,0
Kraft [N]
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
A28_1 Triv
A28_1 RMW
A28_2 Triv
A28_2 RMW
A28_3 Triv
A28_3 RMW
A28_4 Triv
A28_4 RMW
A28_5 Triv
A28_5 RMW
A28_6 Triv
A28_6 RMW


Step –1
Stress – Max Principal (Mpa)
551
186
–179
–545
–545 Min
551 Max
z
Y
X


Stress – Max Principal (Mpa)
500
375
250
125
0.000
-125
-250
-375
-500



Werkstoff: S355 J2G3, 2,5 mm
H360LA, 1,5 mm

Verbinder: Blindniet Magna-Lok 4,8
Vollniet Tuk-Rivet 5,0

1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen

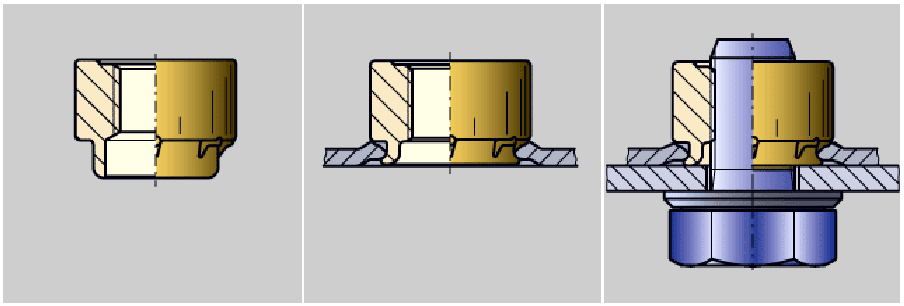
Problem: Kombination von korrosiver Belastung beim Einsatz

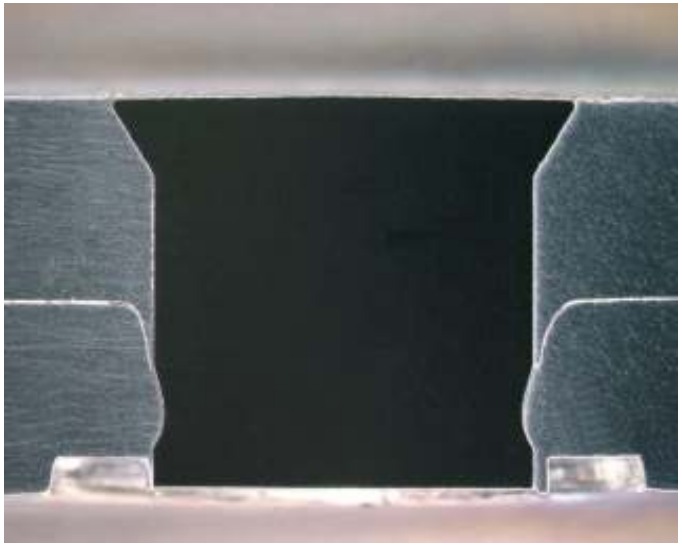
- **Bimetallkorrosion zwischen Blechen, Nieten und Schichten**
- **Spaltkorrosion Niet/Blech und Blech/Blech**
- **u.U. Spannungsriss- und Eigenkorrosion**

Verschleißbeanspruchung bei schneidenden Fügeverfahren

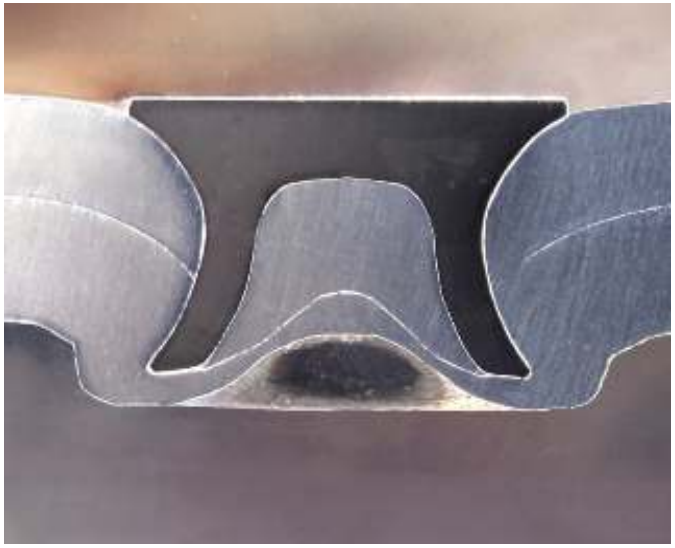
- **Flächenpressung bis in den plastischen Bereich**
- **Relativbewegung der Oberflächen**
  - **zwischen Fügeelement und Blechwerkstoff**
  - **zwischen Fügeelement und Fügewerkzeug**
- **plastische Umformung mit Oberflächenvergrößerung am Nietelement**

RSN-Nietmutter





Vollstanzniet

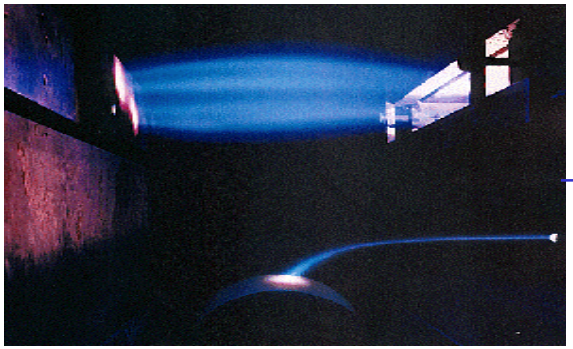


Halbhohlstanzniet

Vergleichsbasis: unbehandelte Nieten

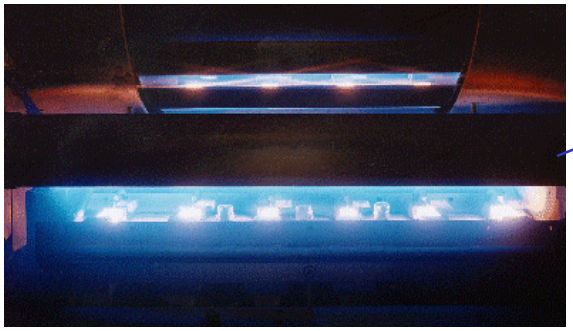
Schichtsysteme

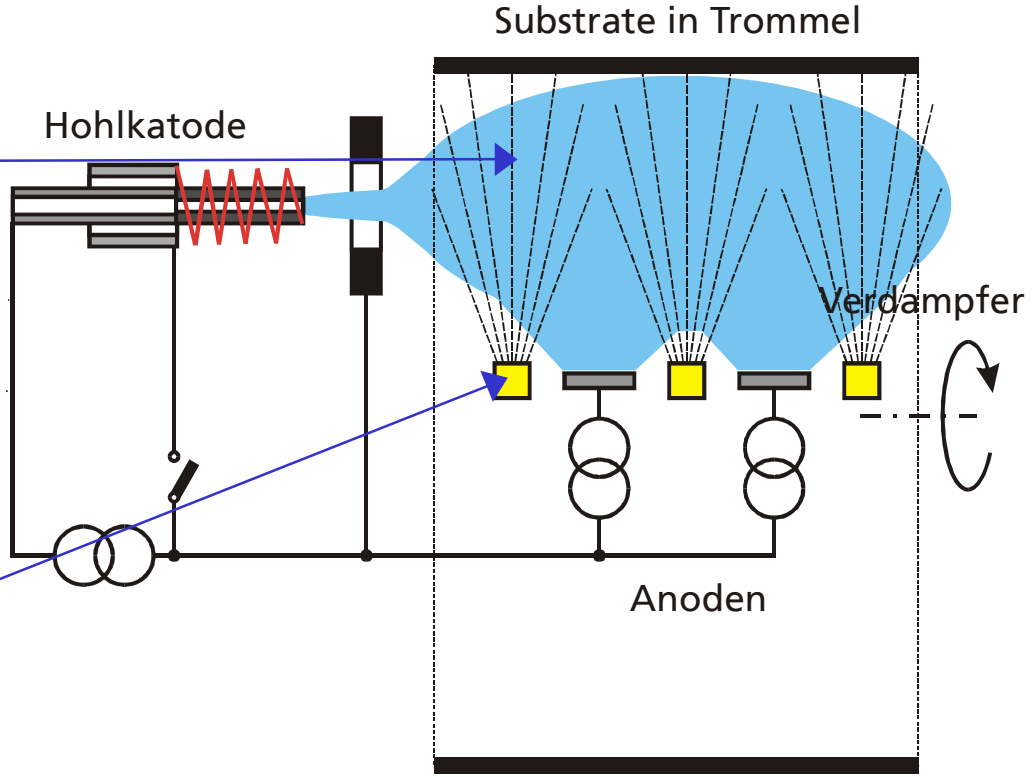
(1) Galvanisch ZnNi; ca. 12%Ni	- Stand der Technik
(2) Getrommelt Zn	- Bohrung i.O.?
(3) DACROMET® / GEOMET®	- niedrige Festigkeit
(4) Al pigmentiertes Silikonharz (org. Schicht)	- niedrige Festigkeit
(5) Al.-PVD I (mit nachfolgendem Trommeln)	- hoher Preis
(6) Al.-PVD II (mit integriertem Trommeln)	- ***neues Verfahren!***
(7) Aluminal®	

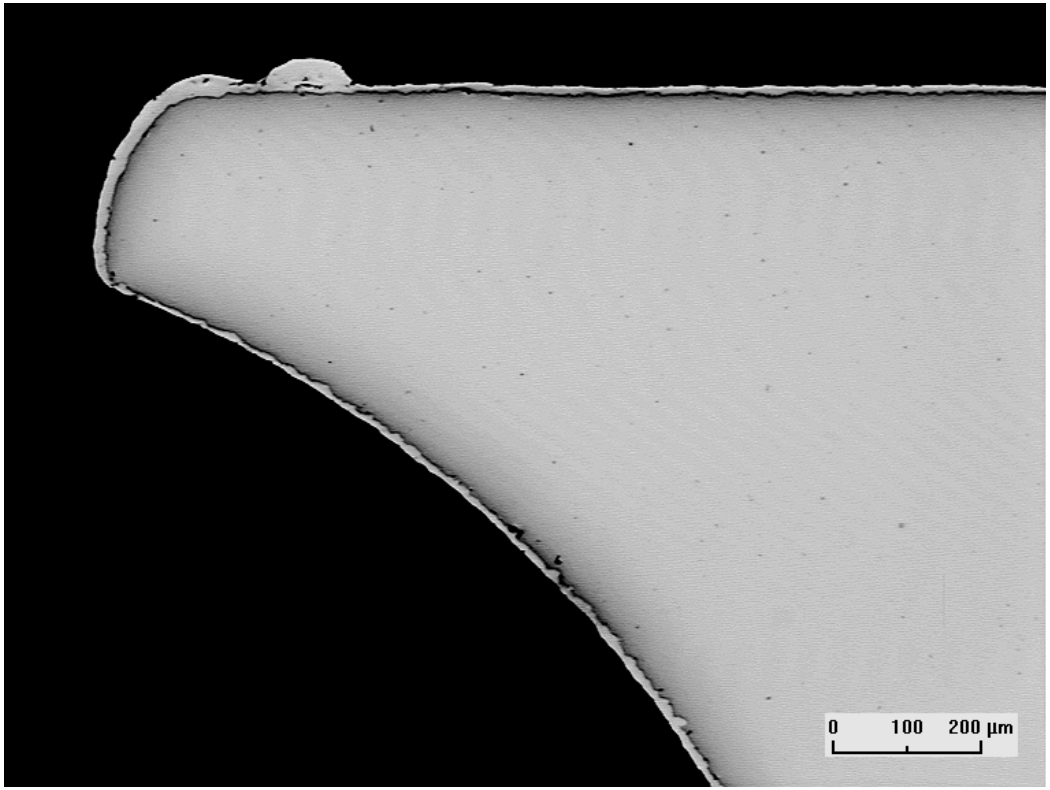


Plasmabogen

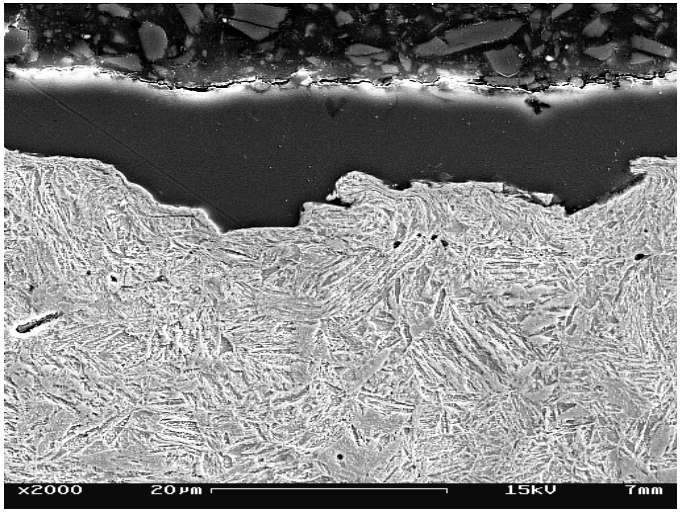
Schiffchenverdampfung



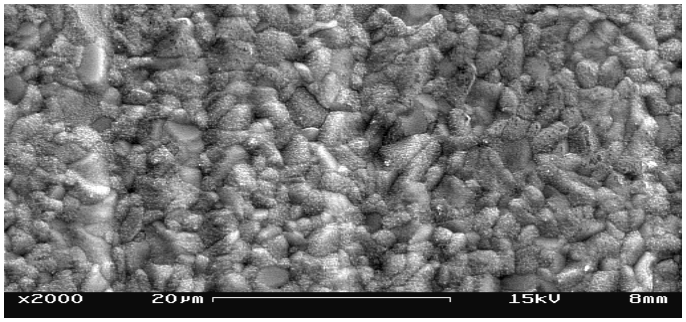




PVD-Al-beschichteter Halbhohlstanzniet



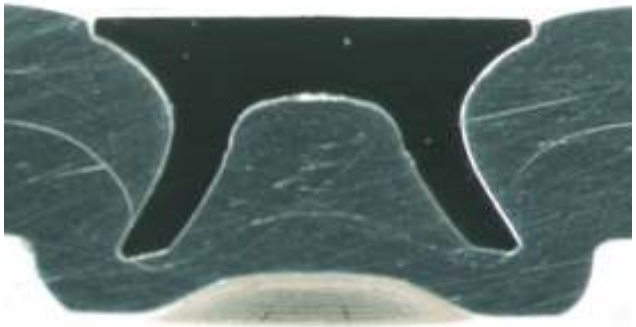
Schichtstruktur Schliff



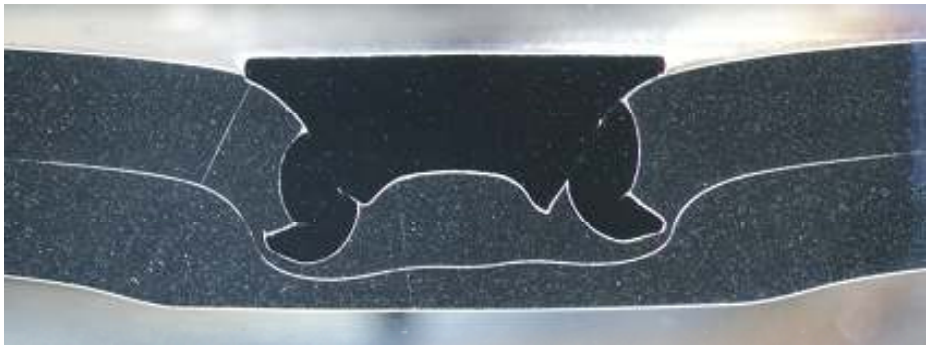
Schichtstruktur Oberfläche

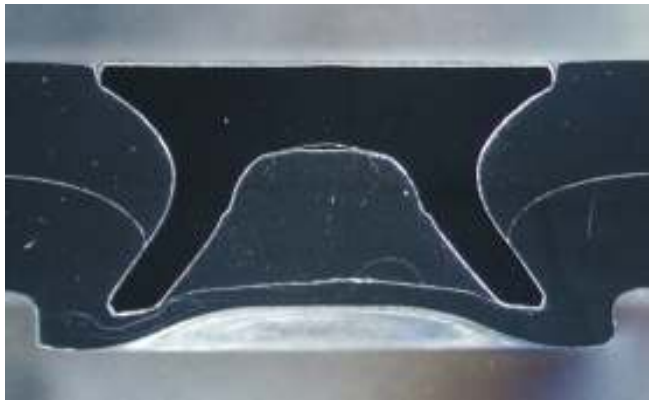
Bevorzugte Einsatzgebiete sind Flugzeugbau, Schienen- und Staßenfahrzeugbau

1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen

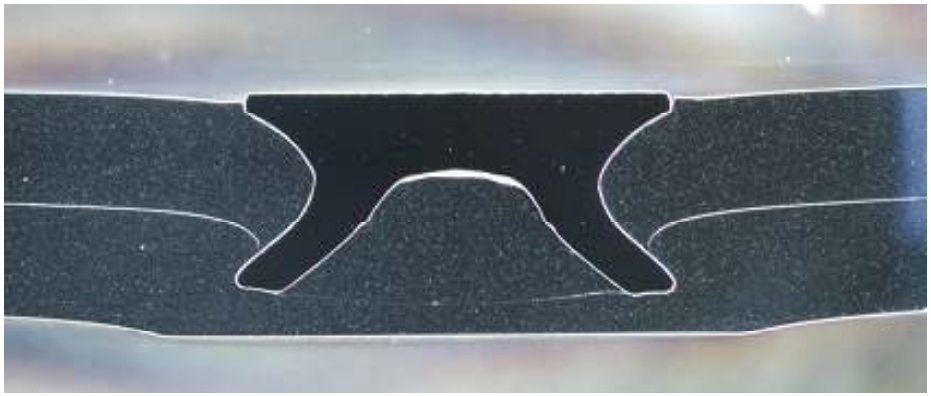


v < 0,1m/s





v > 10m/s

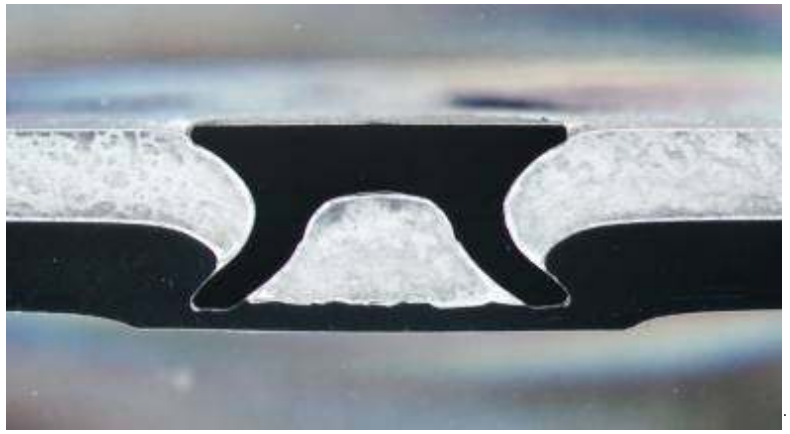


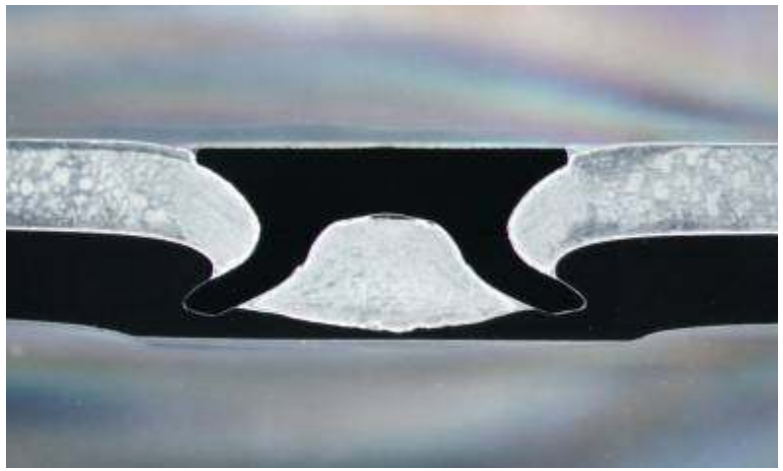
Formmatrize

Flachmatrize

Mg + Al

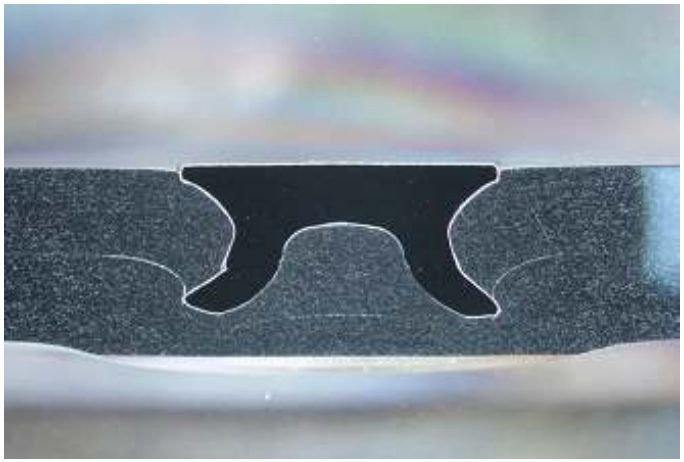
2*AlMg3

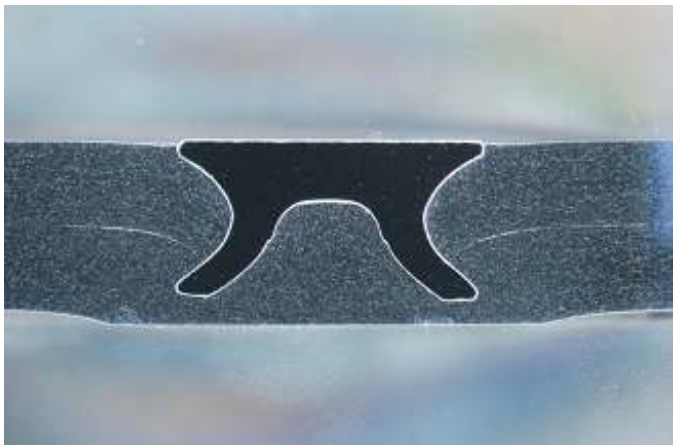




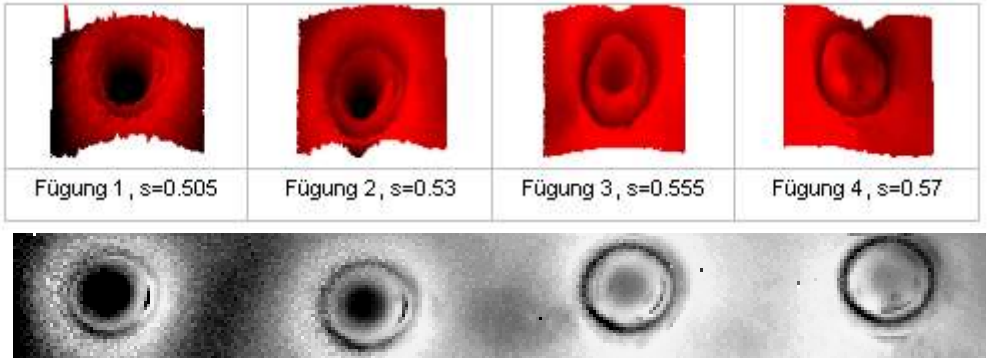
v < 0,1m/s

v > 10m/s



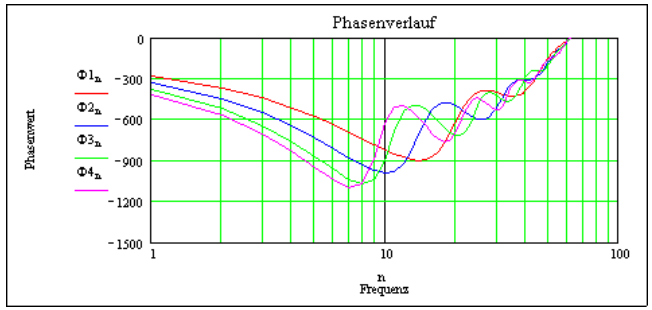


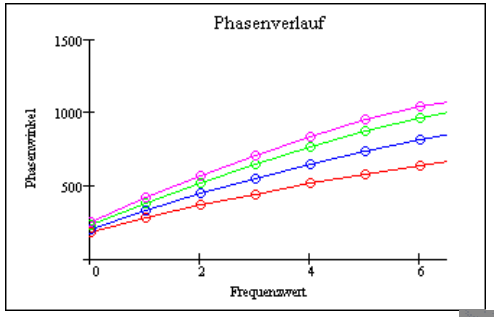
1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen

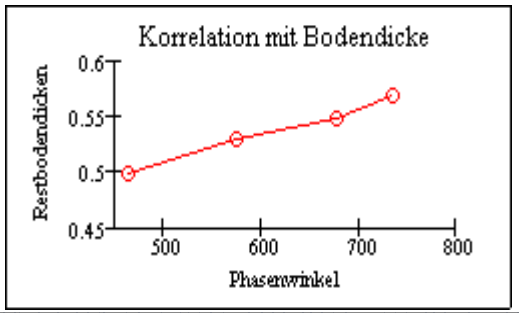


Randbedingungen

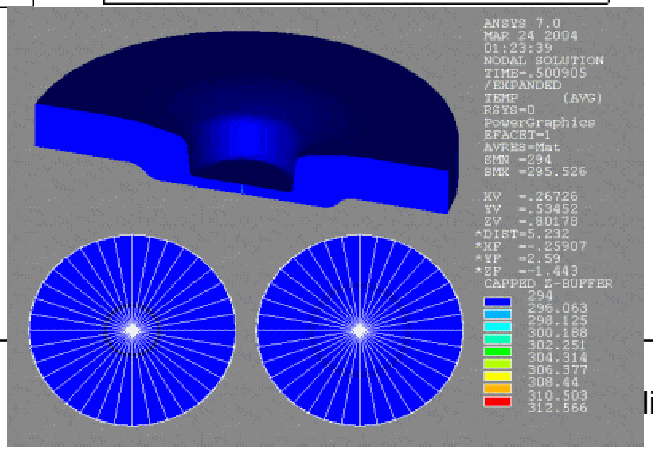
- Bildwiederholrate: 1019Hz.
- Messdauer ca. 1sec
- Fehler Δs ca. 0.005mm
- Fehler Δφ ca. 3°
- Stahl / Alu, 1 / 1.5mm







- Ambossseitige Blitzlichtimpulsanregung
- Aufnahme des zeitlichen Temperaturverlaufes
- Frequenzanalyse, Phasenauswertung
- Frequenzbereich = f(Bodendicke)
- Phasendifferenz = f(Bodendicke)

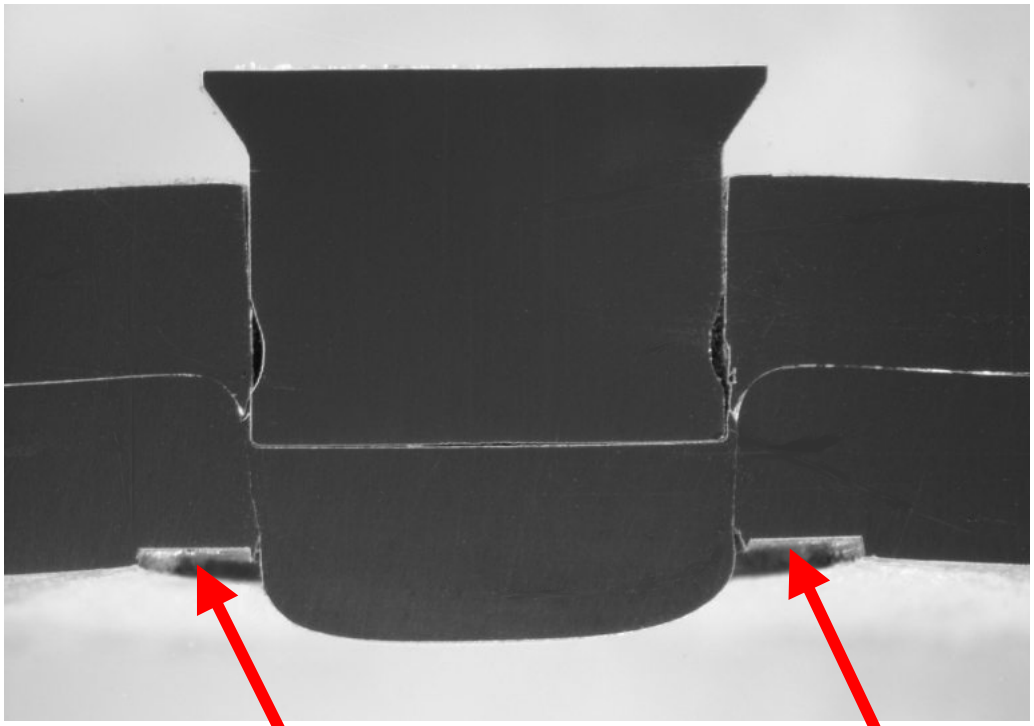


DVS FORSCHUNGSVEREINIGUNG

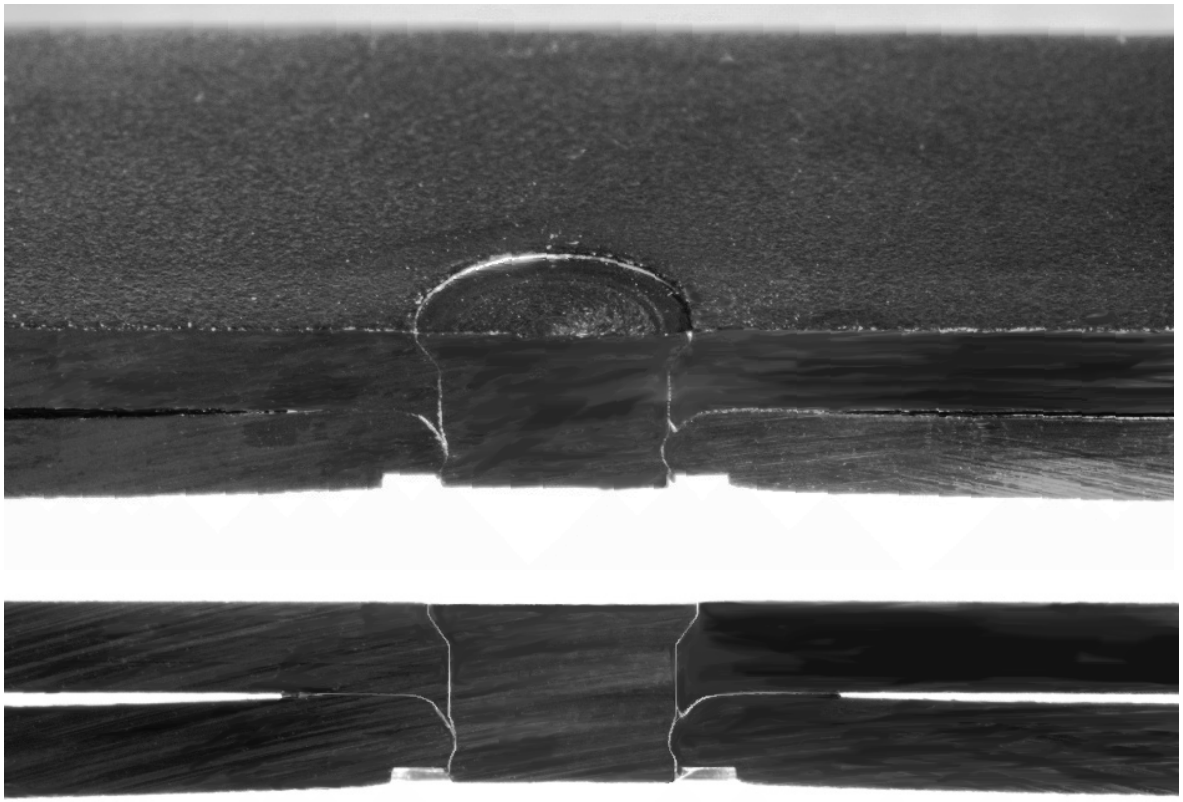
EFB

Fraunhofer IWU Institut Werkzeugmaschinen und Umformtechnik

1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen



Zu zeitiges Eindrücken des Prägeringes in das stempelseitige Blech

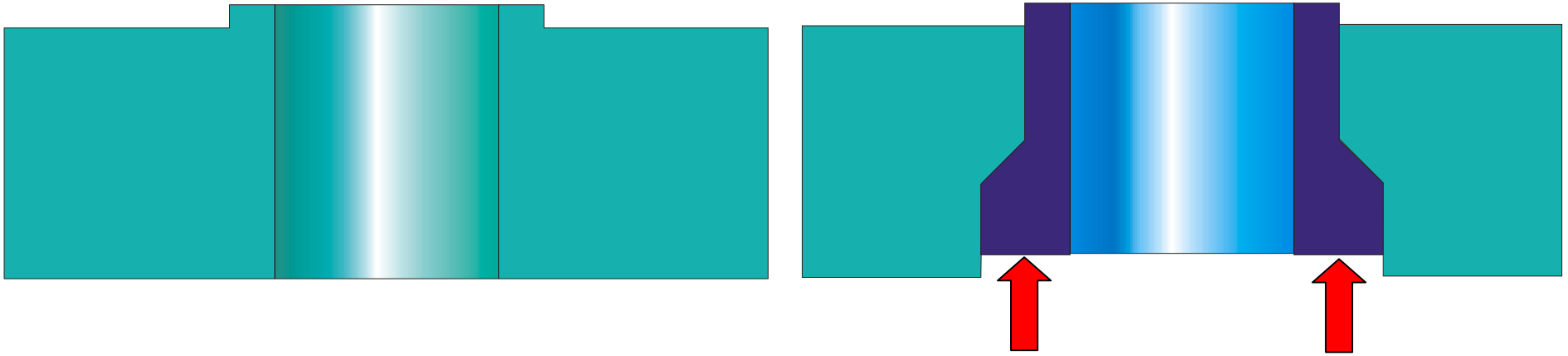


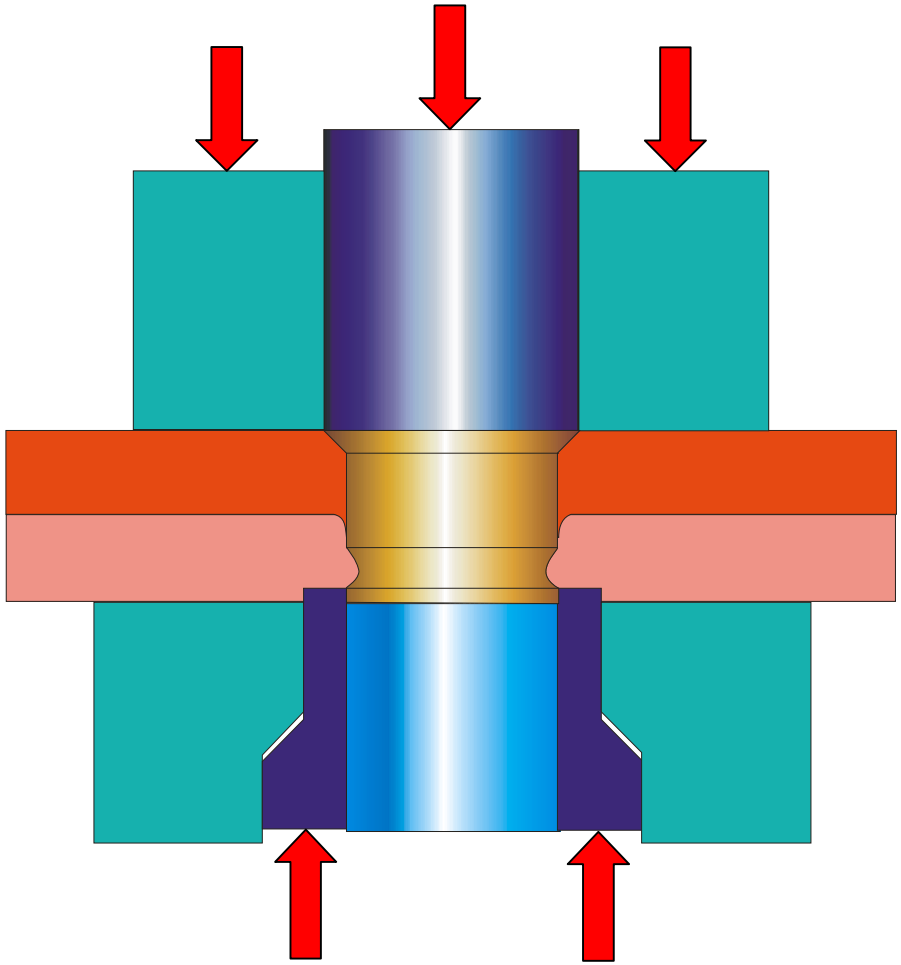
Aufwölben der Bleche an der Fügestelle → Spaltbildung

Starre Matrize

Zweiteilige Matrize

Anheben des Prägeringes
Matrize bleibt stehen

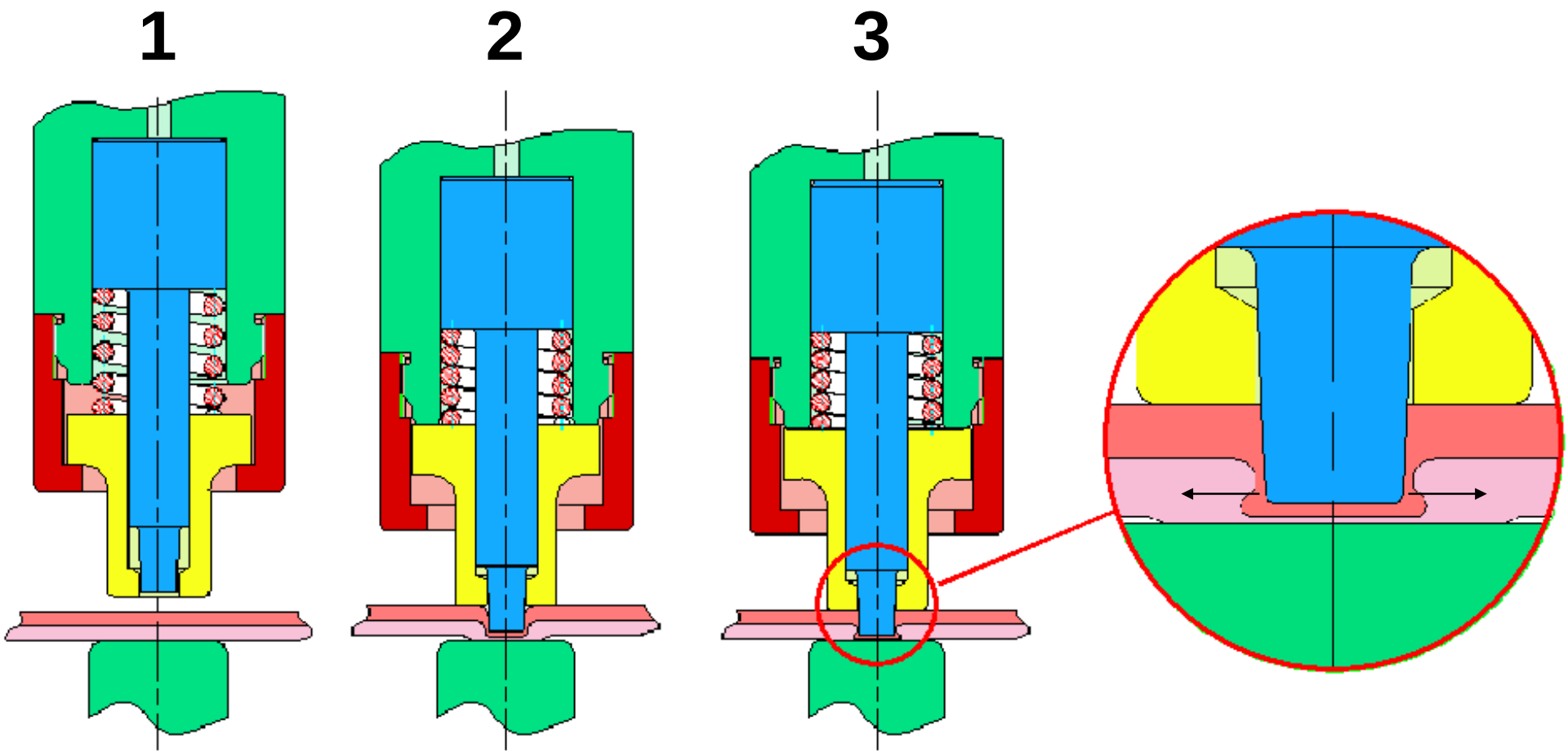


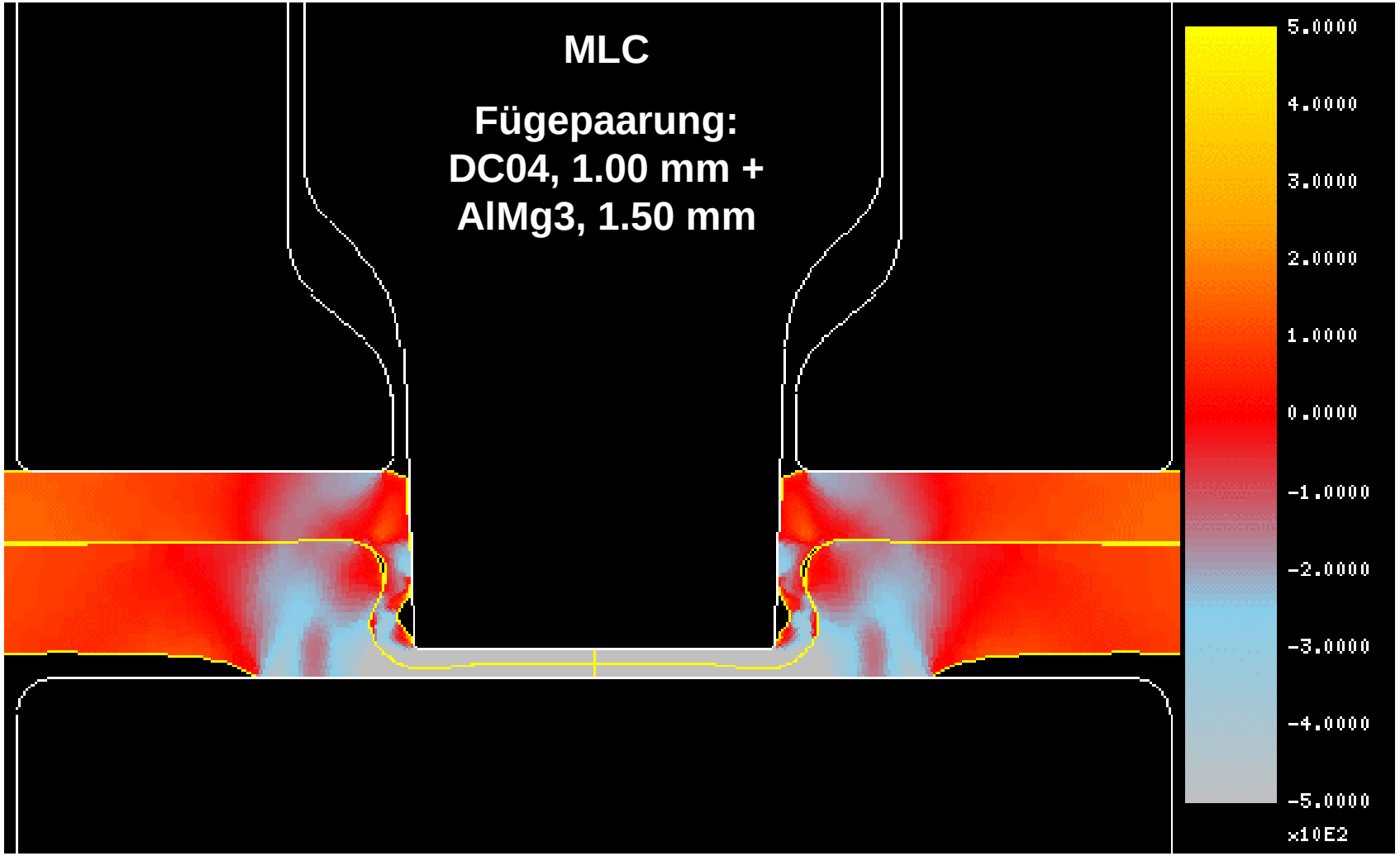


1. *Fixieren der Bleche durch den Niederhalter auf der ebenen Matrize*
2. *Lochen mit Niet*
3. *Einformen des Nietkopfes*
4. *Eindringen des Prägeringes und Ausfüllen der Schaftnut*

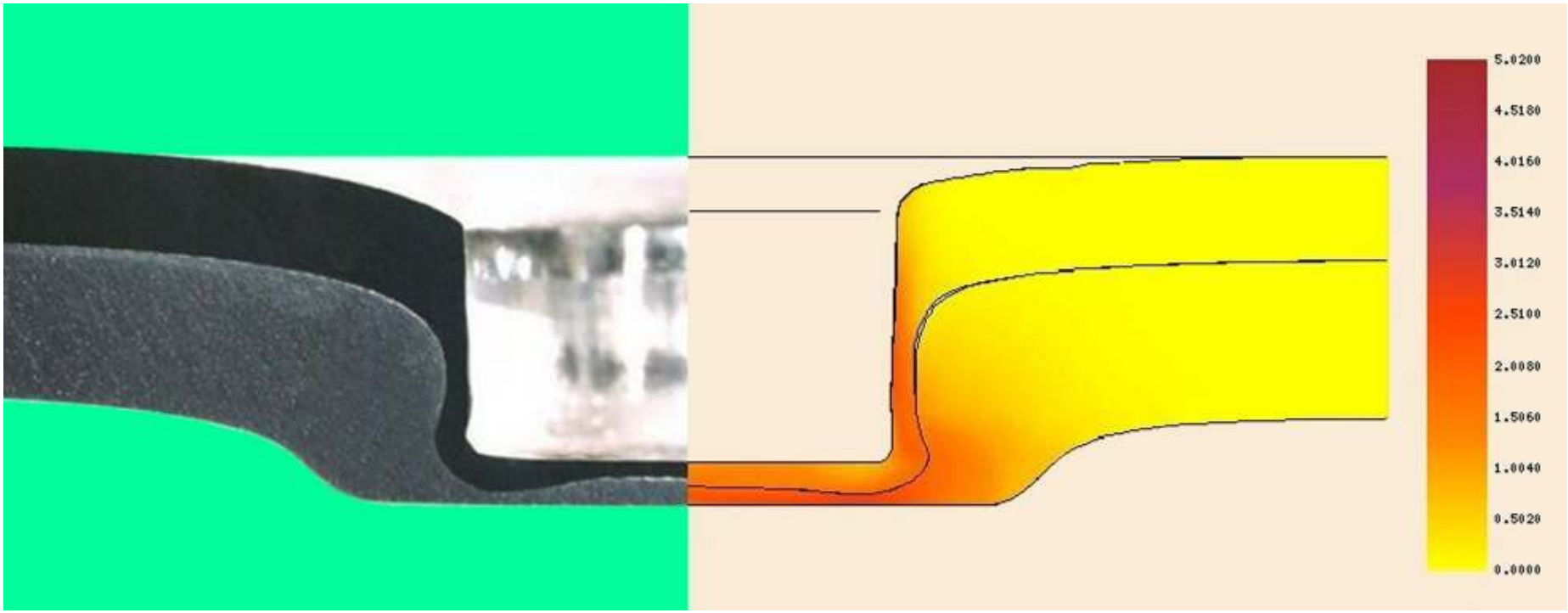
1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen

Ersetzen der Clinch-matrize durch einen flachen Amboss


1
2
3


MLC
Fügepaarung:
DC04, 1.00 mm +
AlMg3, 1.50 mm
5.0000
4.0000
3.0000
2.0000
1.0000
0.0000
-1.0000
-2.0000
-3.0000
-4.0000
-5.0000
x10E2

Fügepaarung: DC04, 1.00 mm + AlMg4.5Mn, 1.50 mm



Querschliff **berechnete Vergleichsformänderung**

X. Akustische Qualitätssicherung beim Halbhohlstanznieten

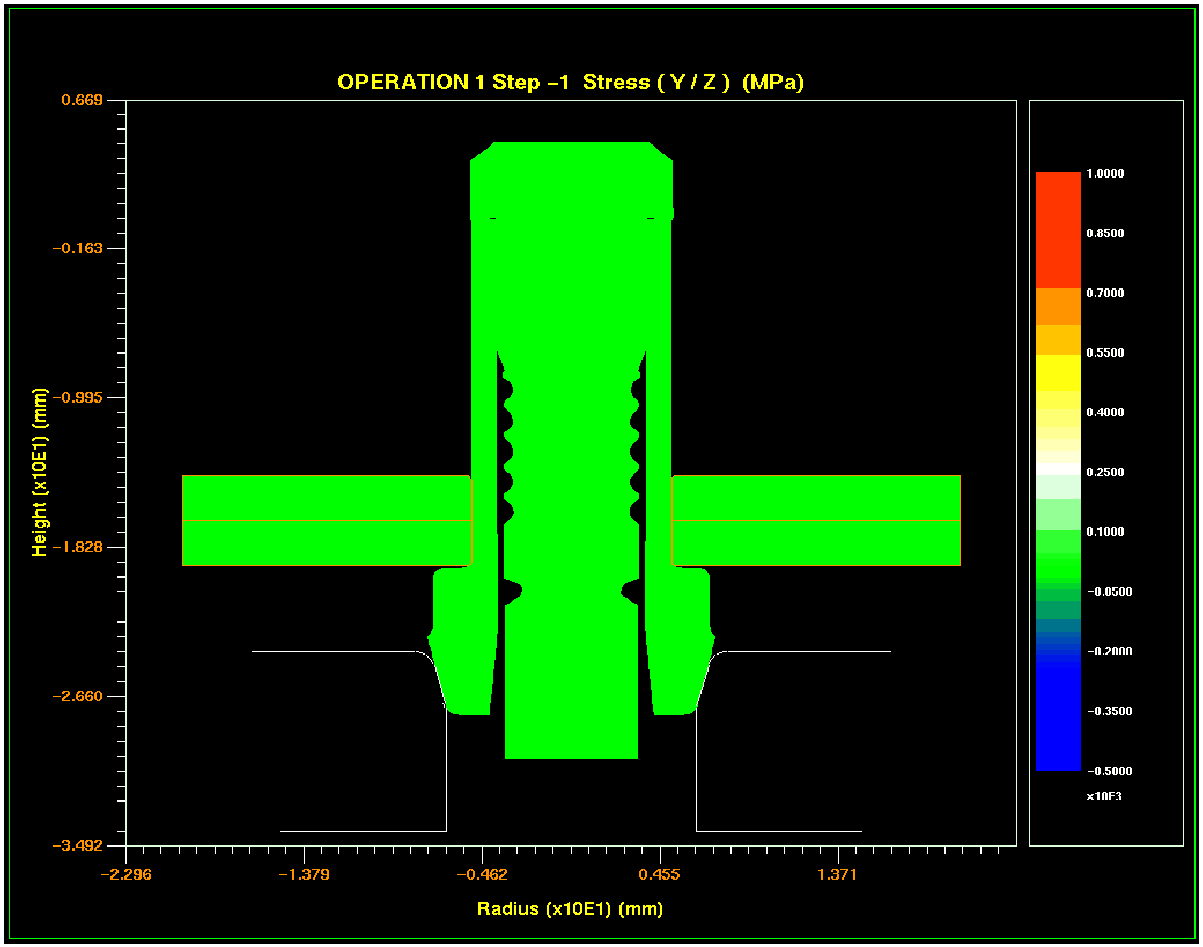
XI. Ersatzmodelle für mechanischer Fügepunkte

XII. Selbstschneidende Schließringbolzen

XIII. Qualitätssicherung Hybridfügen

1. Abgeschlossene Arbeiten
2. Laufende Projekte
3. Befürwortete Anträge
4. Zukunftsvisionen

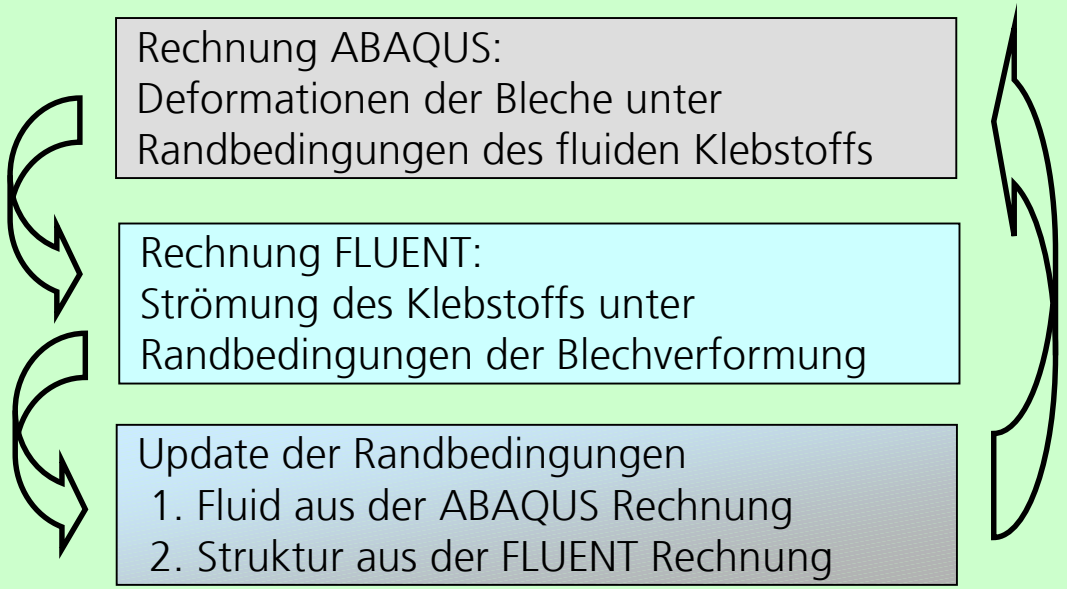
- ➔ **Stärker numerische Modellierung – Multiphysics**
- ➔ **Stärker Umformfügen mit Kleben**
- ➔ **Gemeinschaftsprojekte mit drei Forschungsstellen**
- ➔ **Klares Procedere in der Forschungsgesellschaft**


OPERATION 1 Step -1 Stress (Y / Z) (MPa)
Height (x10E1) (mm)
0.669
-0.163
-0.995
-1.828
-2.660
-3.492
-2.296
-1.379
-0.462
0.455
1.371
Radius (x10E1) (mm)
1.0000
0.8500
0.7000
0.5500
0.4000
0.2500
0.1000
-0.0500
-0.2000
-0.3500
-0.5000
x10E3

- ➔ **Stärker numerische Modellierung – Multiphysics**
- ➔ **Stärker Umformfügen mit Kleben**
- ➔ **Gemeinschaftsprojekte mit drei Forschungsstellen**
- ➔ **Klares Procedere in der Forschungsgesellschaft**

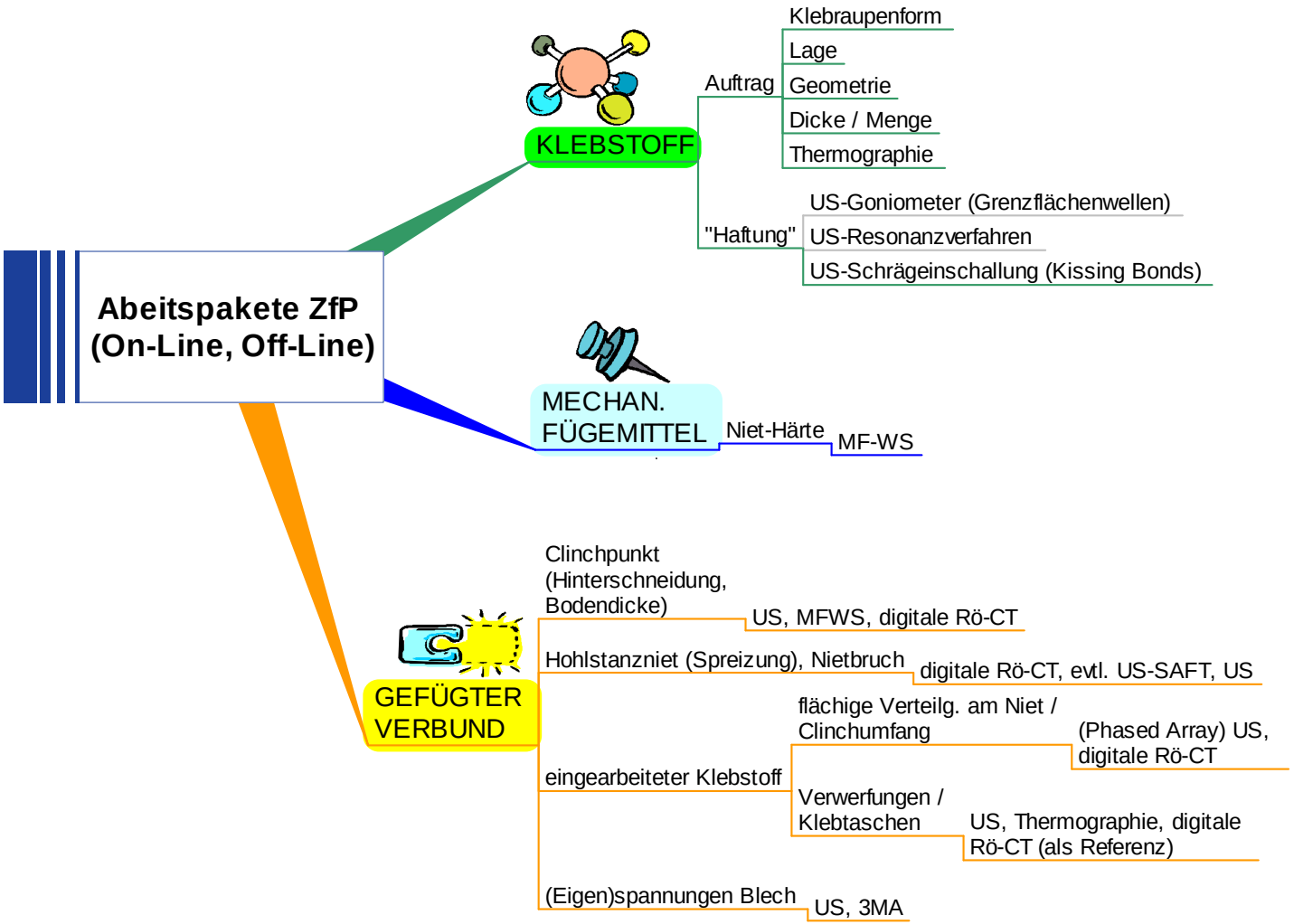
Simulation des Fügeprozesses in kleinen Zeitschritten (Iterationen):

→ Gekoppelte Berechnung für jeden Zeitschritt:



→ Auswertung des Gesamtergebnisses nach n-Iterationen

- ➔ **Stärker numerische Modellierung – Multiphysics**
- ➔ **Stärker Umformfügen mit Kleben**
- ➔ **Gemeinschaftsprojekte mit drei Forschungsstellen**
- ➔ **Klares Procedere in der Forschungsgesellschaft**


Abeitspakete ZfP
(On-Line, Off-Line)
KLEBSTOFF
Auftrag
Klebraupenform
Lage
Geometrie
Dicke / Menge
Thermographie
"Haftung"
US-Goniometer (Grenzflächenwellen)
US-Resonanzverfahren
US-Schrägeinschallung (Kissing Bonds)
MECHAN. FÜGEMITTEL
Niet-Härte
MF-WS
GEFÜGTER VERBUND
Clinchpunkt (Hinterschneidung, Bodendicke)
US, MFWS, digitale Rö-CT
Hohlstanzniet (Spreizung), Nietbruch
digitale Rö-CT, evtl. US-SAFT, US
eingearbeiteter Klebstoff
flächige Verteilg. am Niet / Clinchumfang
(Phased Array) US, digitale Rö-CT
Verwerfungen / Klebtaschen
US, Thermographie, digitale Rö-CT (als Referenz)
(Eigen)spannungen Blech
US, 3MA

- ➔ Stärker numerische Modellierung – Multiphysics
- ➔ Stärker Umformfügen mit Kleben
- ➔ Gemeinschaftsprojekte mit drei Forschungsstellen
- ➔ Klares Procedere in der Forschungsgesellschaft