

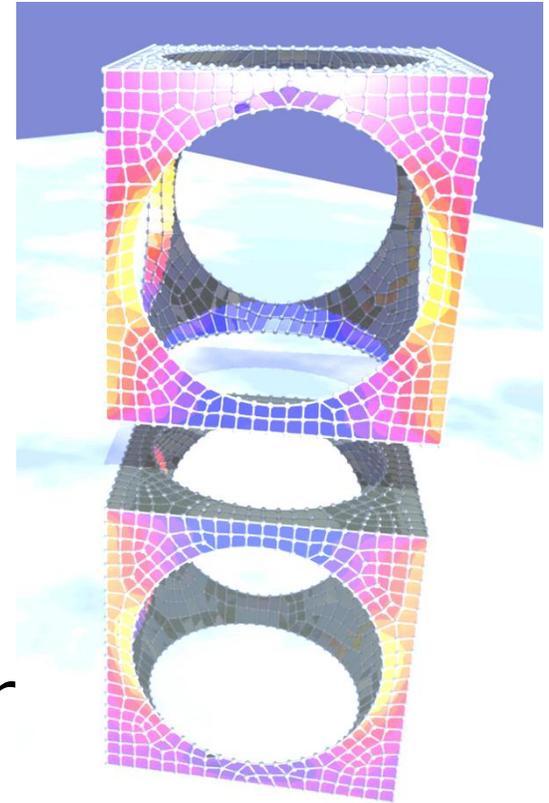


**sachs**  
*engineering*

*... innovations included!*

Bionischer Leichtbau realisiert mit  
Applikationen an gängige FEM-  
Programme nach dem Vorbild der Natur

Dipl.-Ing. Wolfgang Sachs,  
sachs engineering GmbH, Engen



## Inhalt:

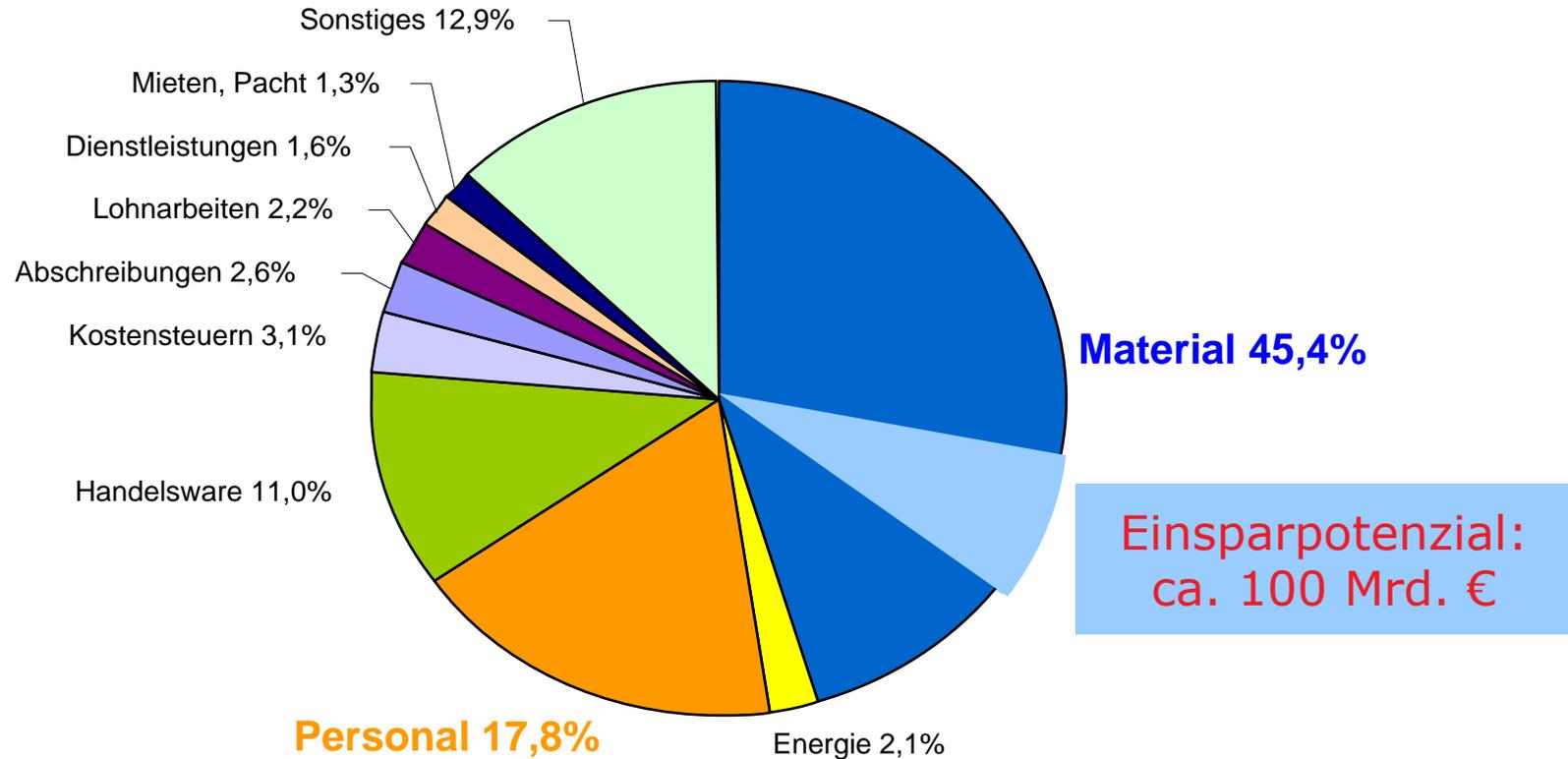
- Focusthema Materialeffizienz
- Vorstellung sachs engineering GmbH
- Naturbeobachtungen für Leichtbau und Kerbspannungsfreiheit
- Akademische Anschauungsbeispiele
- Industrielle Anwendungen

## Das Unternehmen



- Sitz in Engen/Bodensee
- gegründet 1998 - Rechtsform GmbH
- 40 Mitarbeiter
  - Sachbearbeiter Ingenieure und Techniker aus dem Fahrzeugbau, Maschinenbau und Bauwesen
- Schwerpunkte:
  - FEM-Berechnung
  - CAD-Konstruktion
  - Optimierungsverfahren

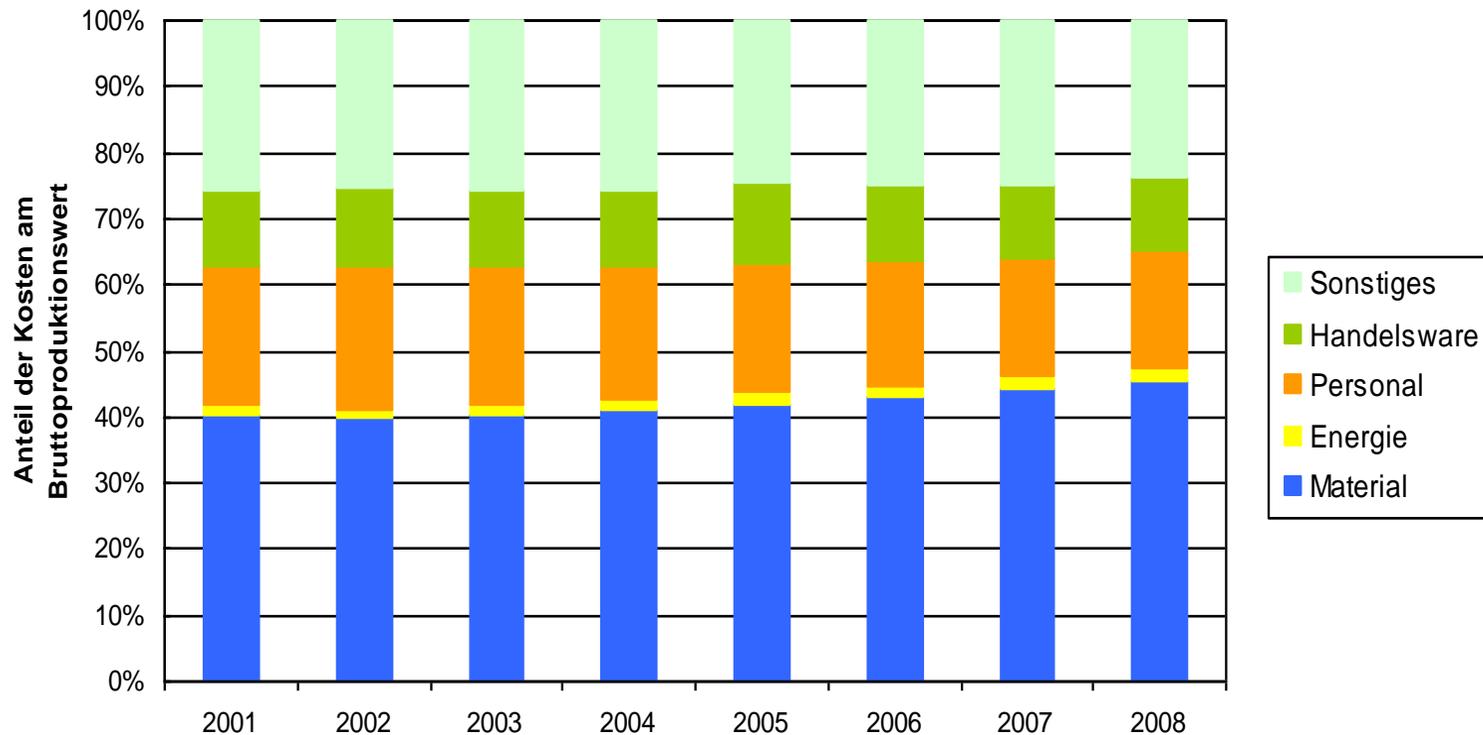
# Materialkosten sind der größte Kostenblock



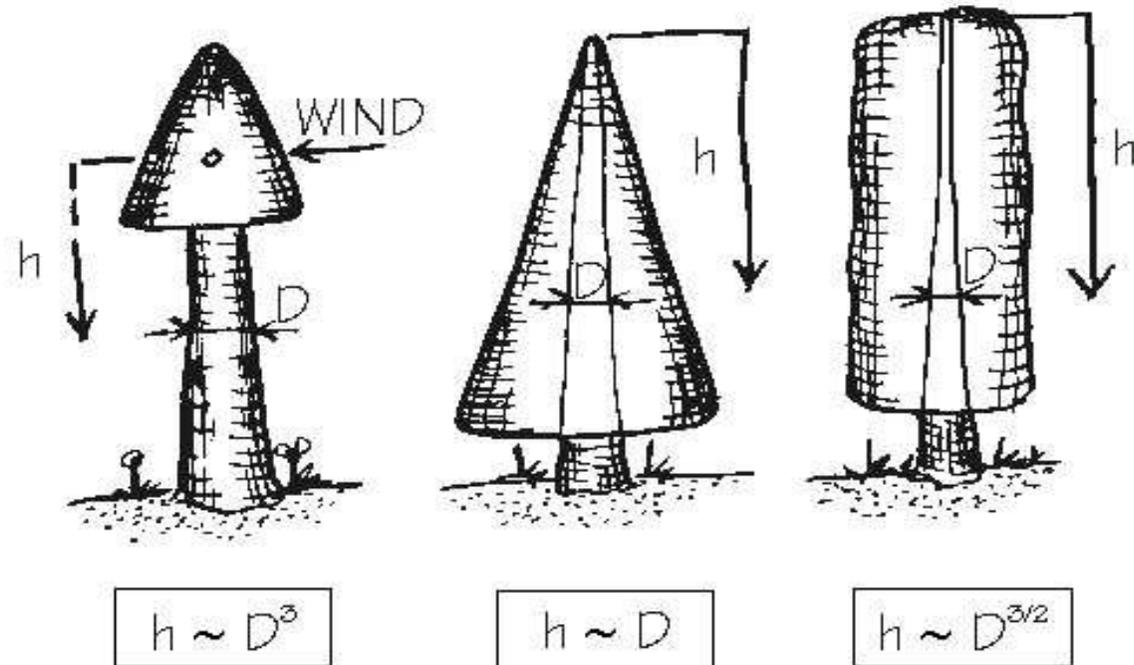
Die Zahlen beziehen sich auf die Kostenstruktur in 2008

Quelle: Statistisches Bundesamt 2010

## Der Materialkostenanteil ist in den letzten Jahren kontinuierlich gewachsen

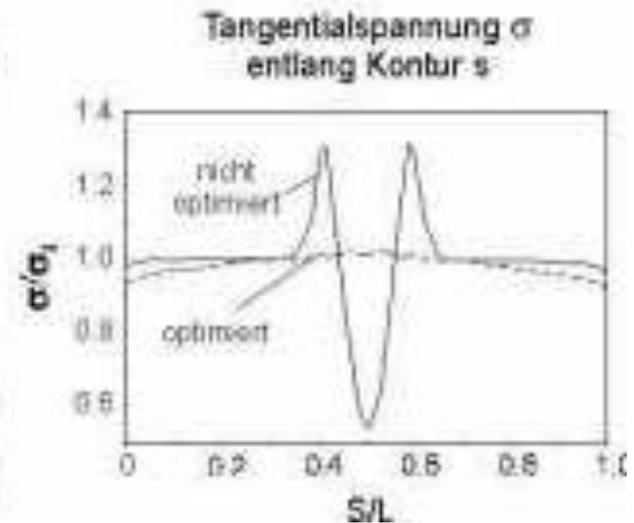
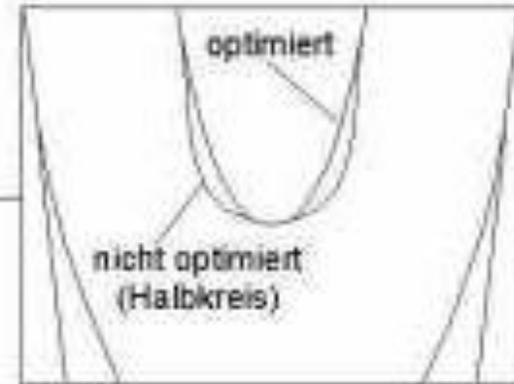
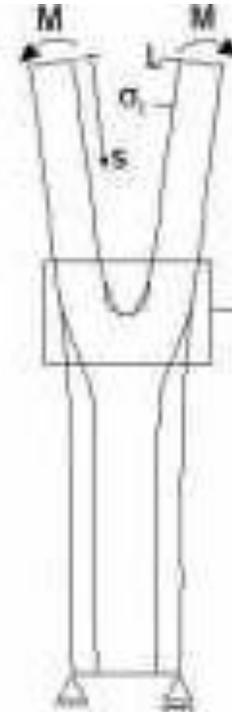


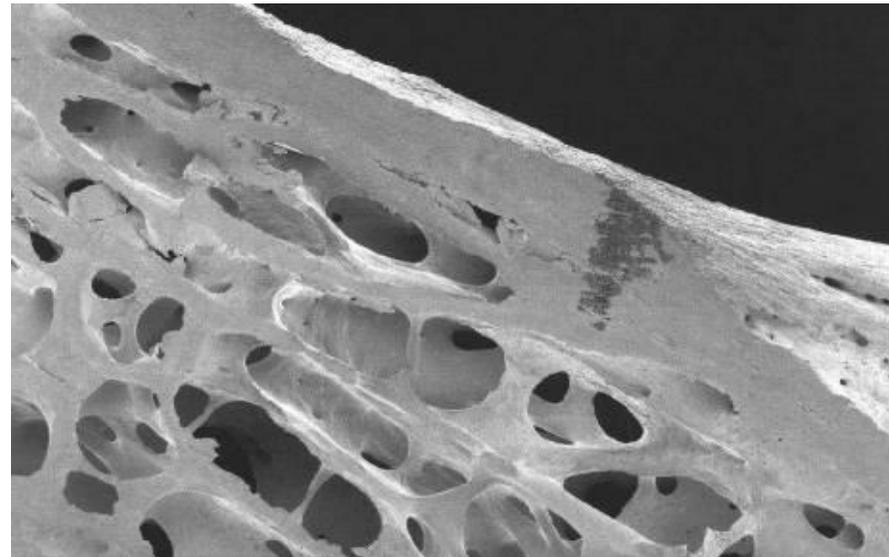
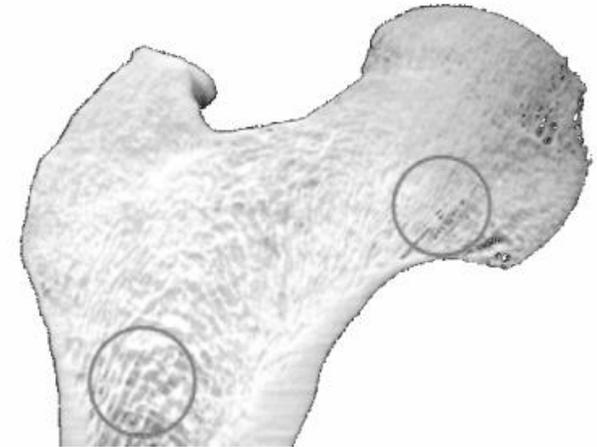
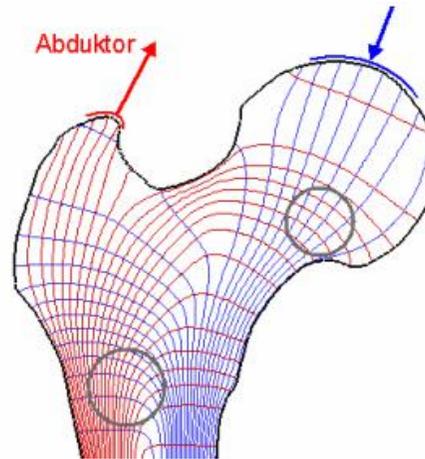
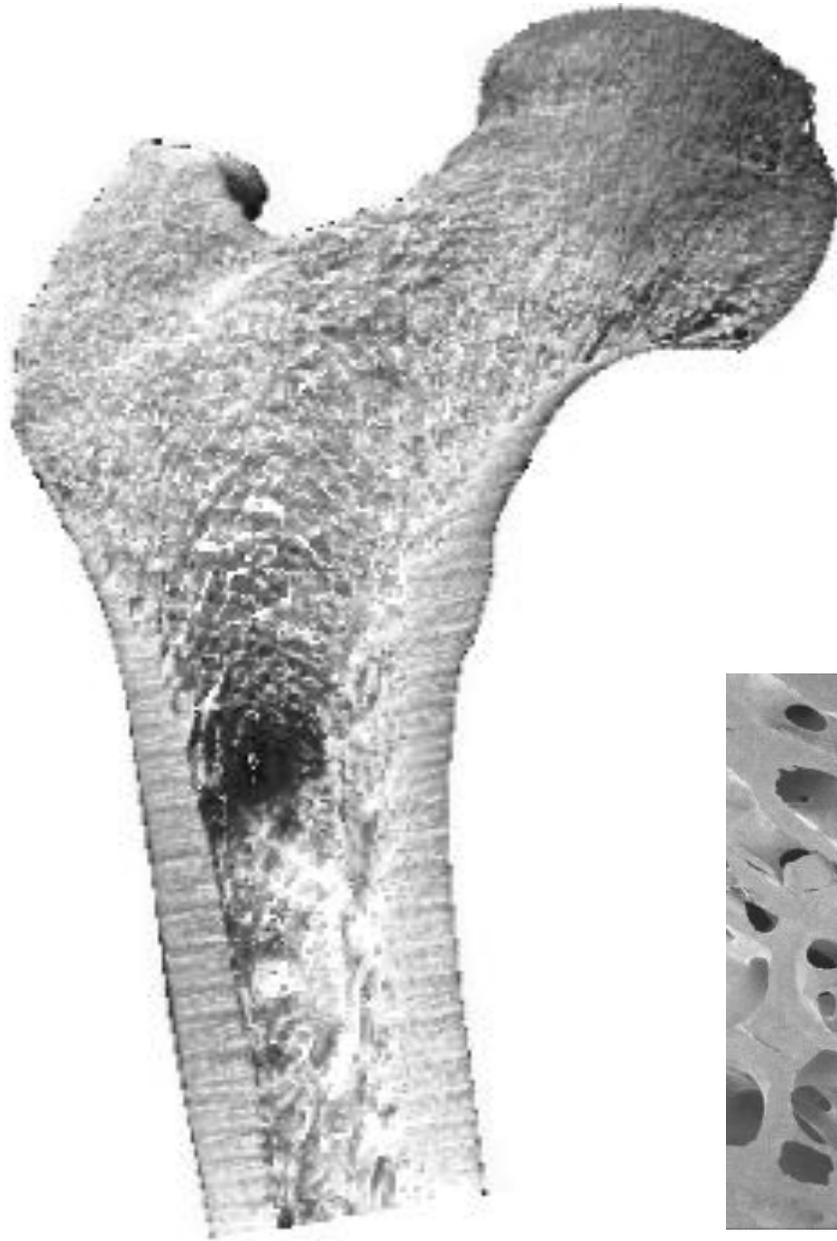
- 1893 erste Arbeiten
- lastangepasste Stammverjüngung proportional zum windinduzierten Biegemoment



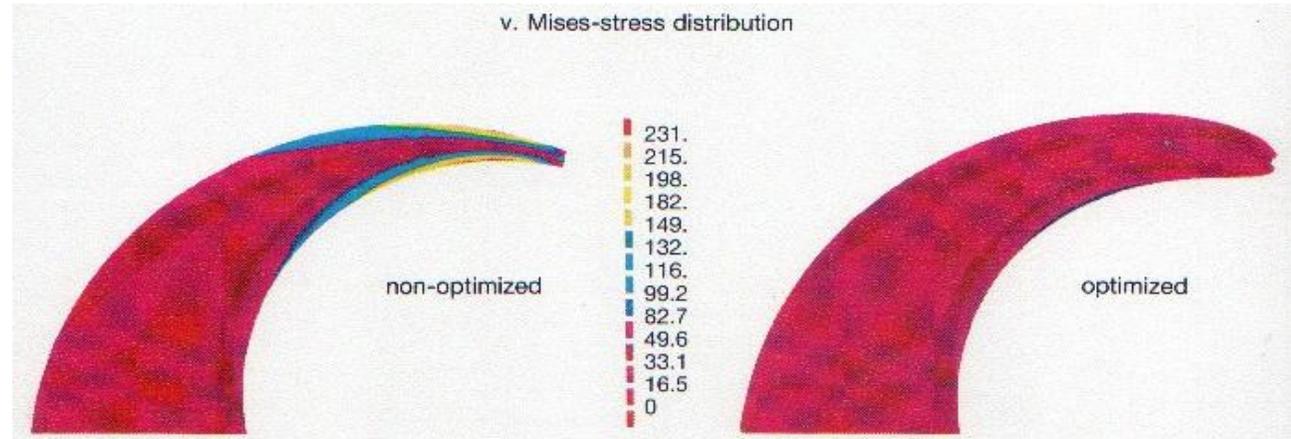
**Abb.1:** Bäume vergrößern ihren Durchmesser im unteren Stammbereich entsprechend dem windinduzierten Biegemoment, um eine konstante Spannungsverteilung zu erreichen. Damit werden Sollbruchstellen vermieden.

# Kerbspannungsfreie Astgabel

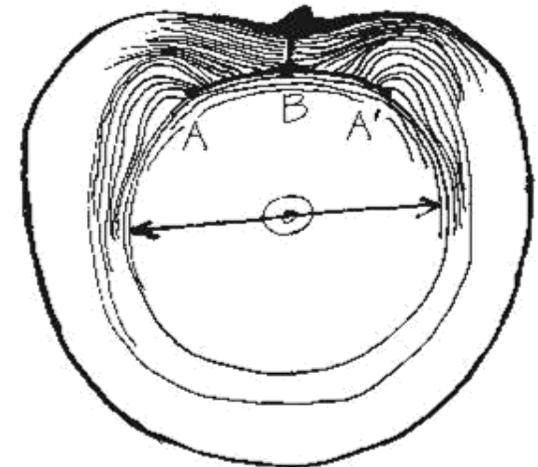




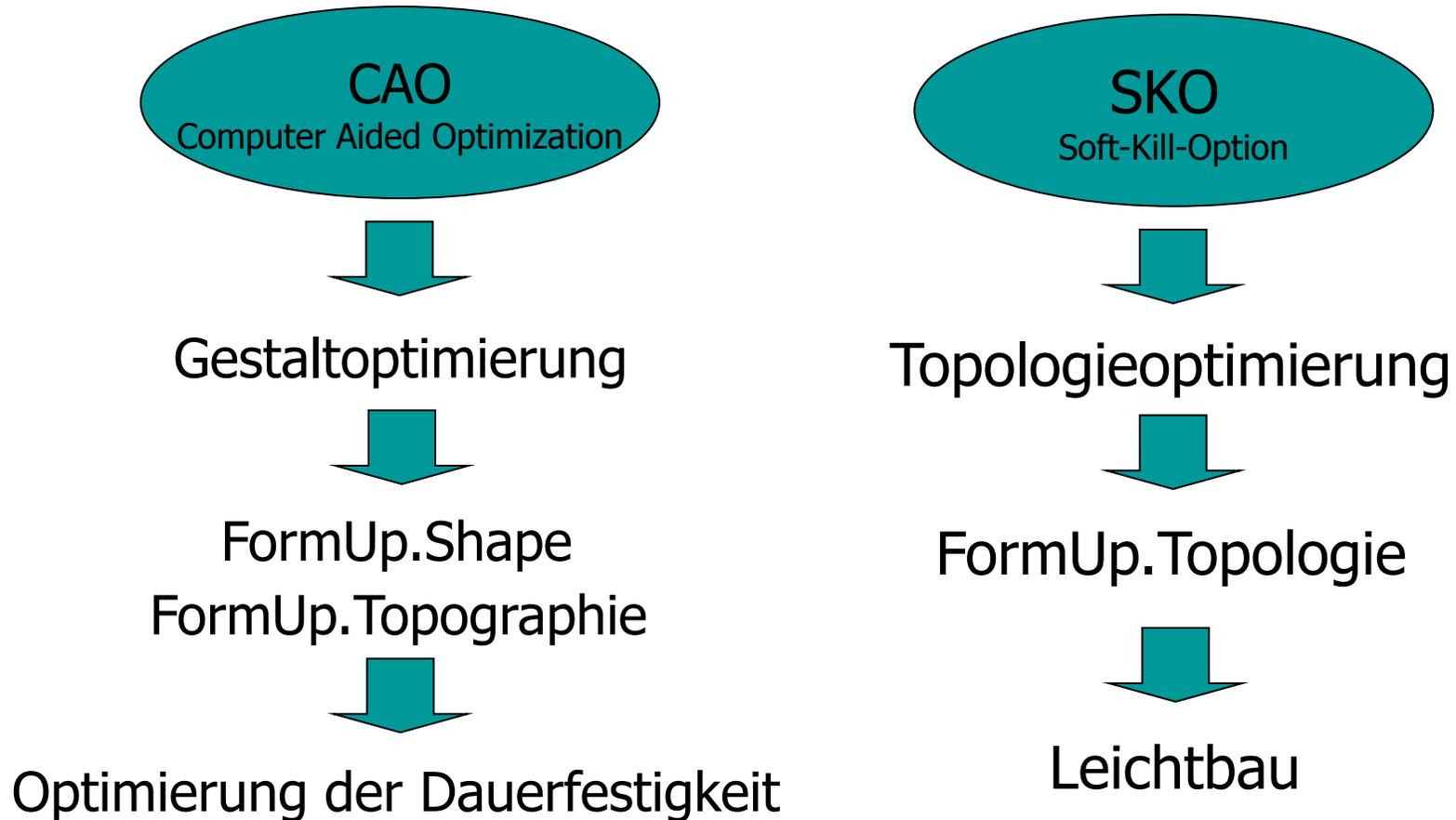
- Selektion durch Versuch und Irrtum



- Adaptives Wachstum und das Axiom konstanter Spannung

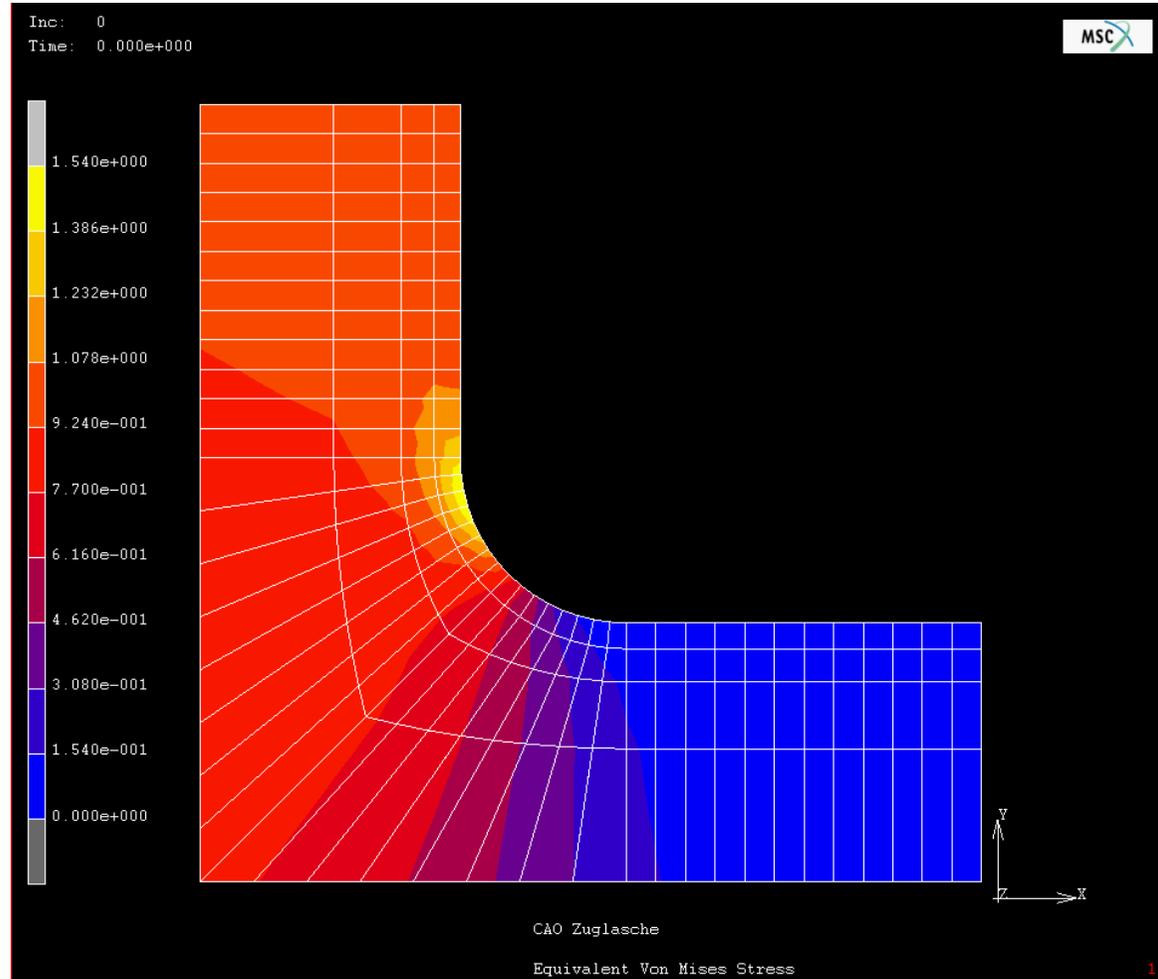


# Prof. Mattheck's Methoden Forschungszentrum Karlsruhe

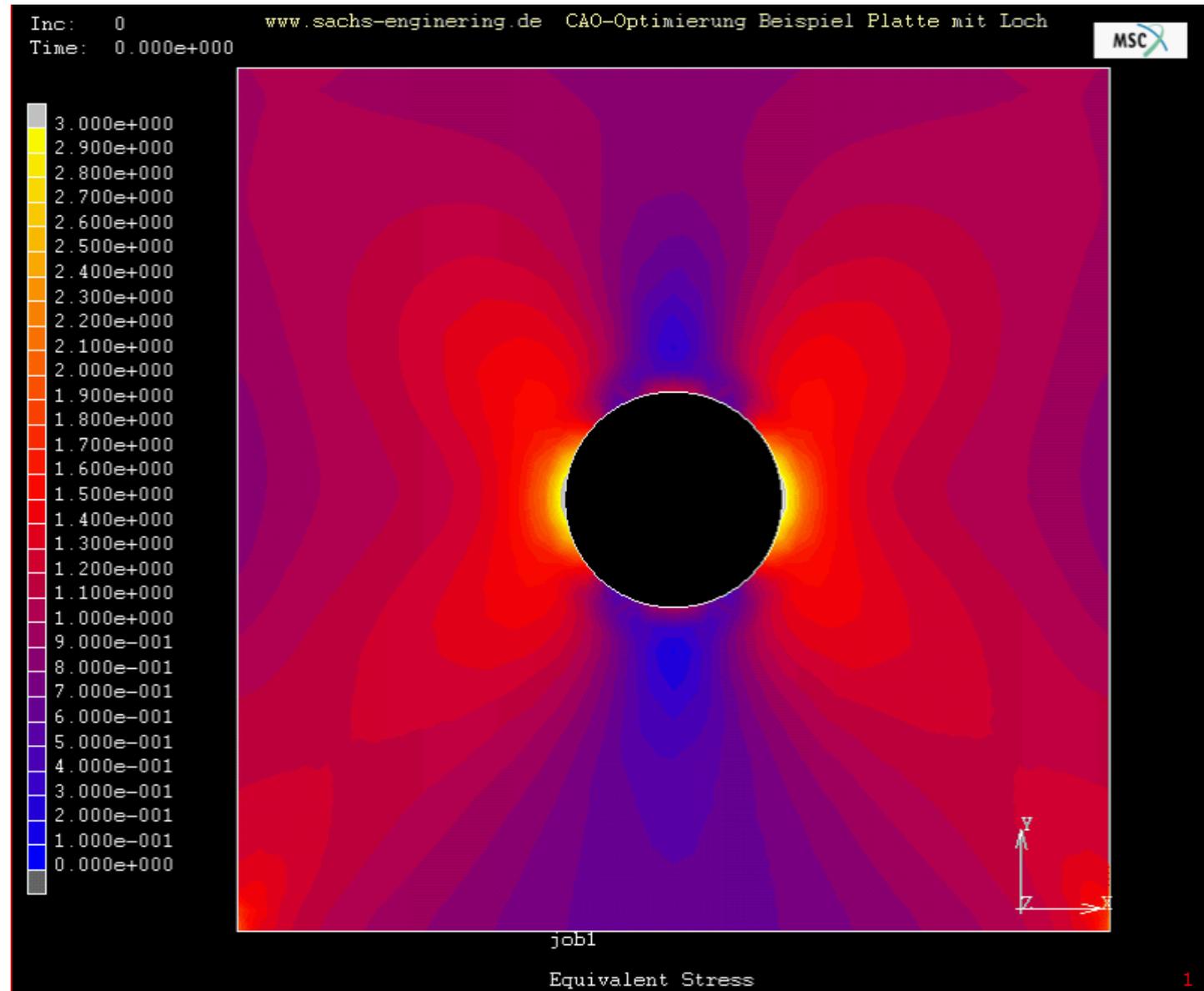


FormUp → Applikation für MSC.MARC und MSC.NASTRAN

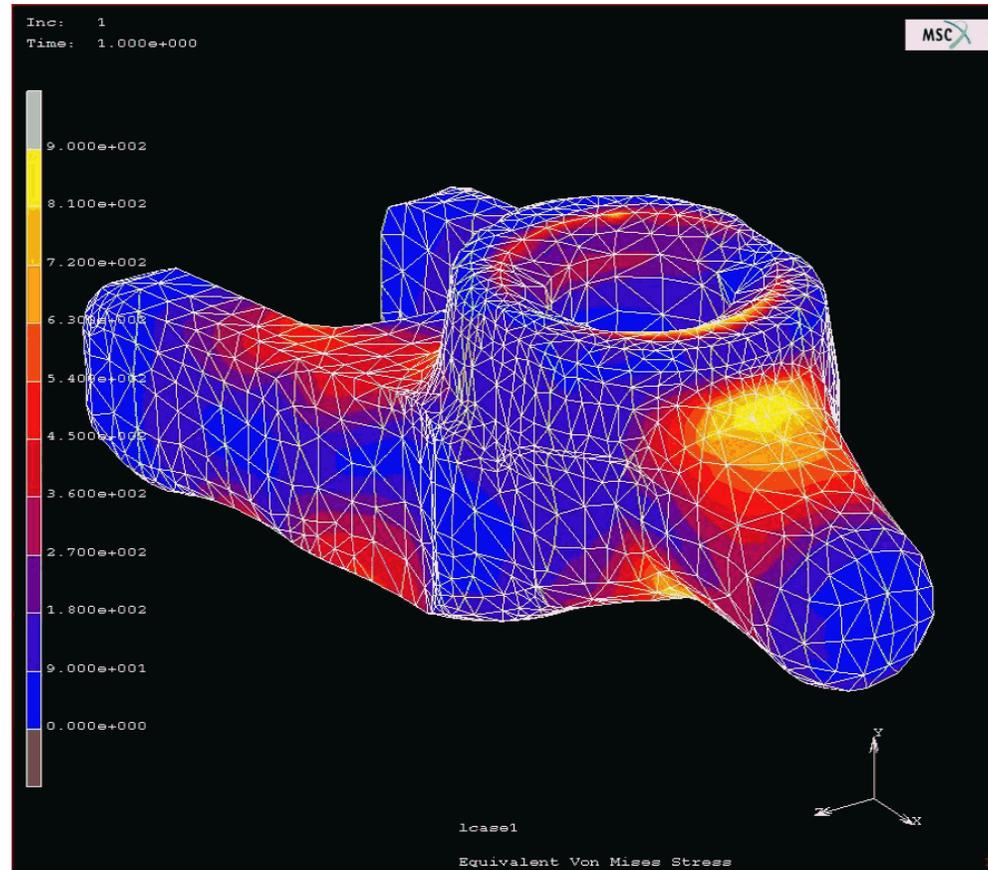
# CAO-Zuglasche



# Platte mit Loch



## Shape Optimization CAO

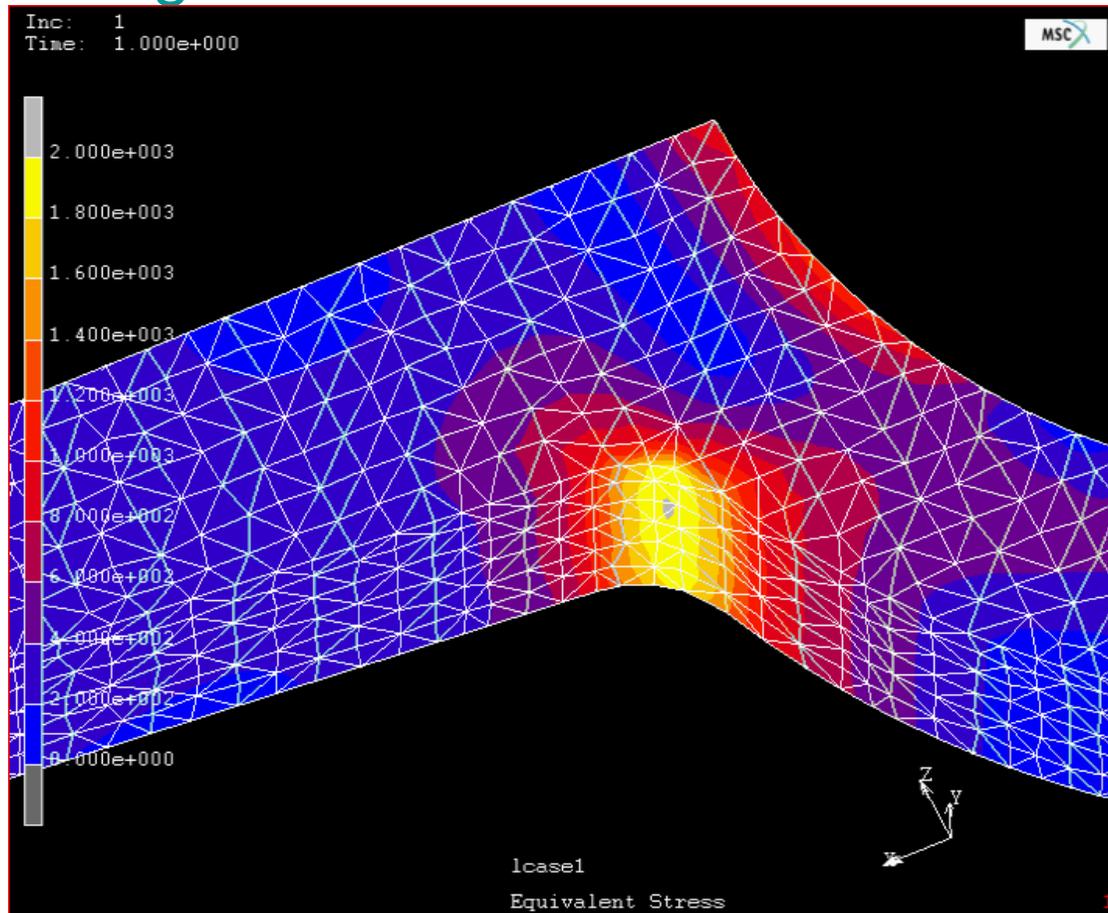


Mit freundlicher  
Genehmigung von:

**IVECO**

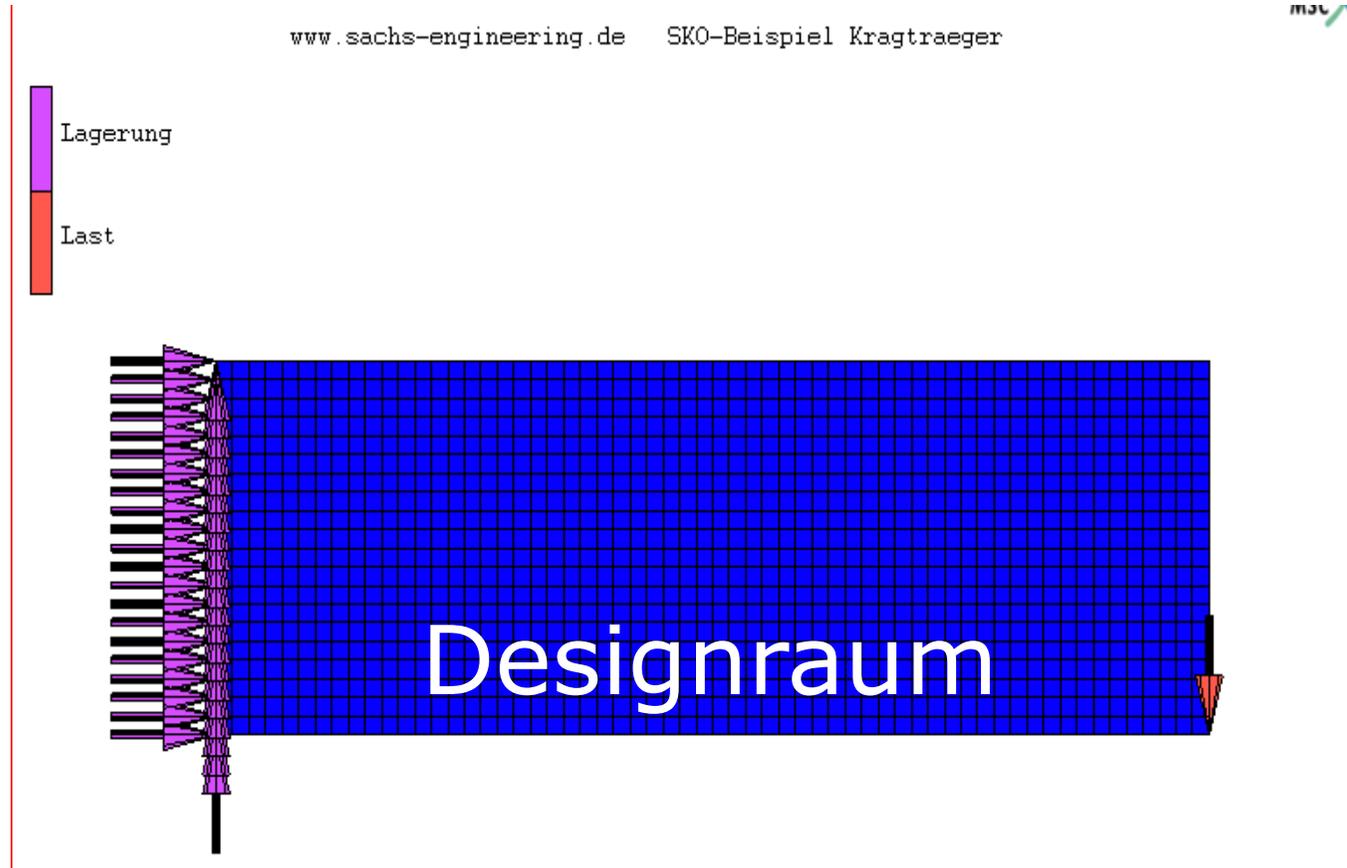
- Ziel → Kerbspannungsabbau, Spannungshomogenisierung
- Methode → Biomechanik CAO nach Mattheck
- Software → FormUp.Shape

# Gestaltoptimierung CAO

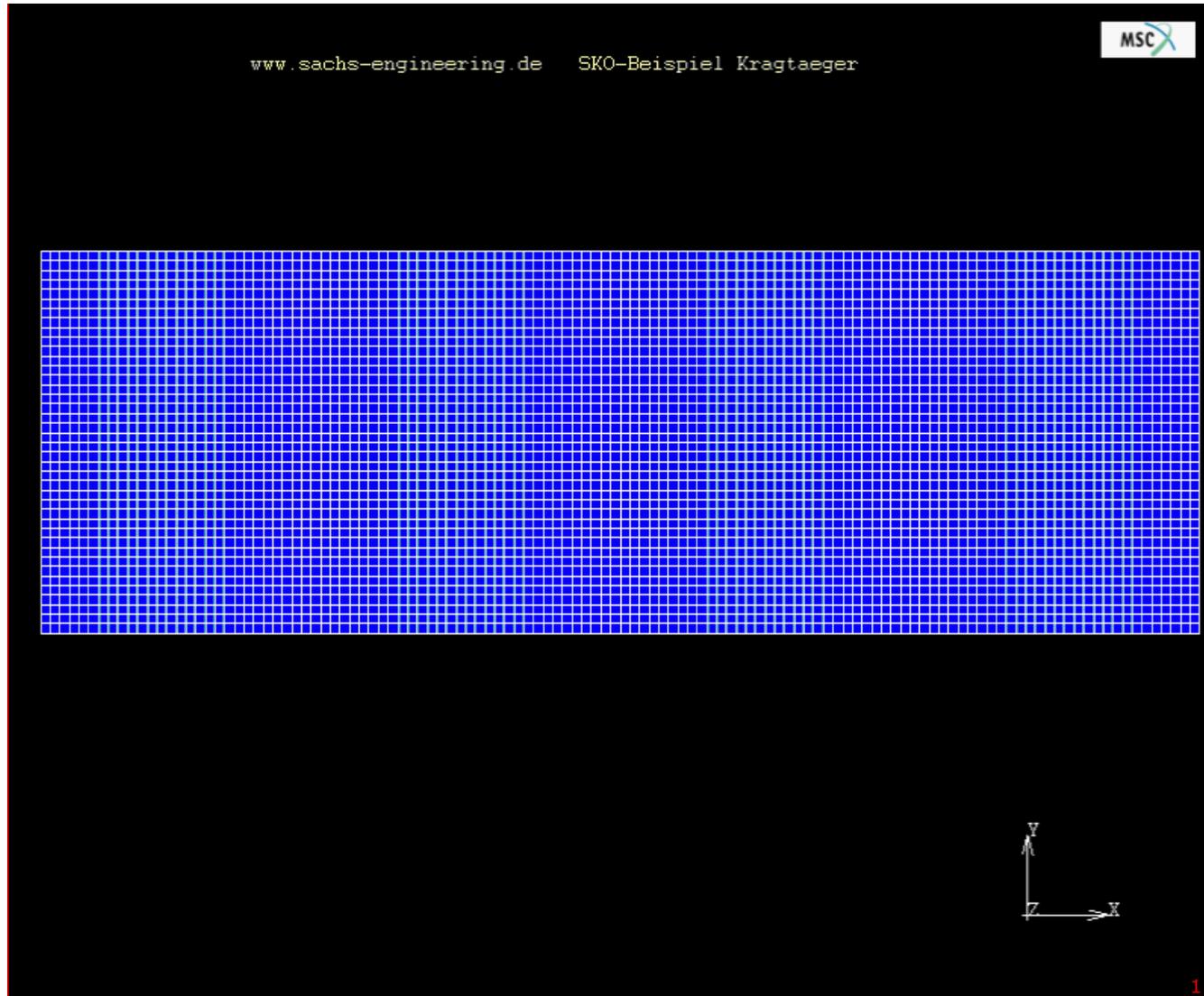


- Ziel → Kerbspannungsabbau, Spannungshomogenisierung
- Methode → Biomechanik CAO nach Mattheck
- Software → FormUp.Shape

# SKO Beispiel - Kragträger



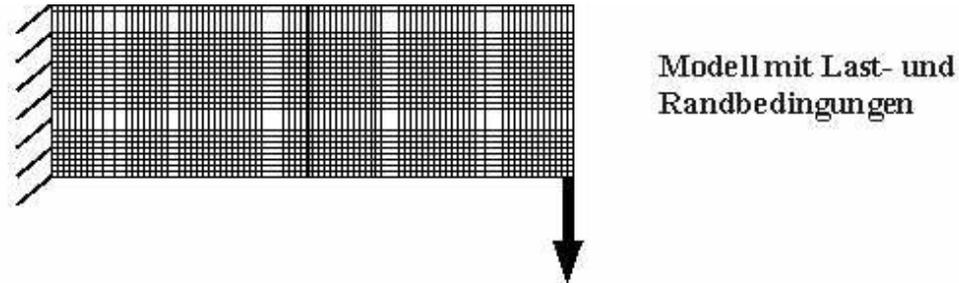
# SKO Beispiel - Kragträger



## SKO Beispiel - Kragträger

Kragträger mit  
verschiedenen  
Referenzspannungen

Werkstoff- und  
Beanspruchungs-  
gerechtes Design



$$\sigma_{ref} = 3.5 \text{ N/mm}^2$$



$$\sigma_{ref} = 5 \text{ N/mm}^2$$

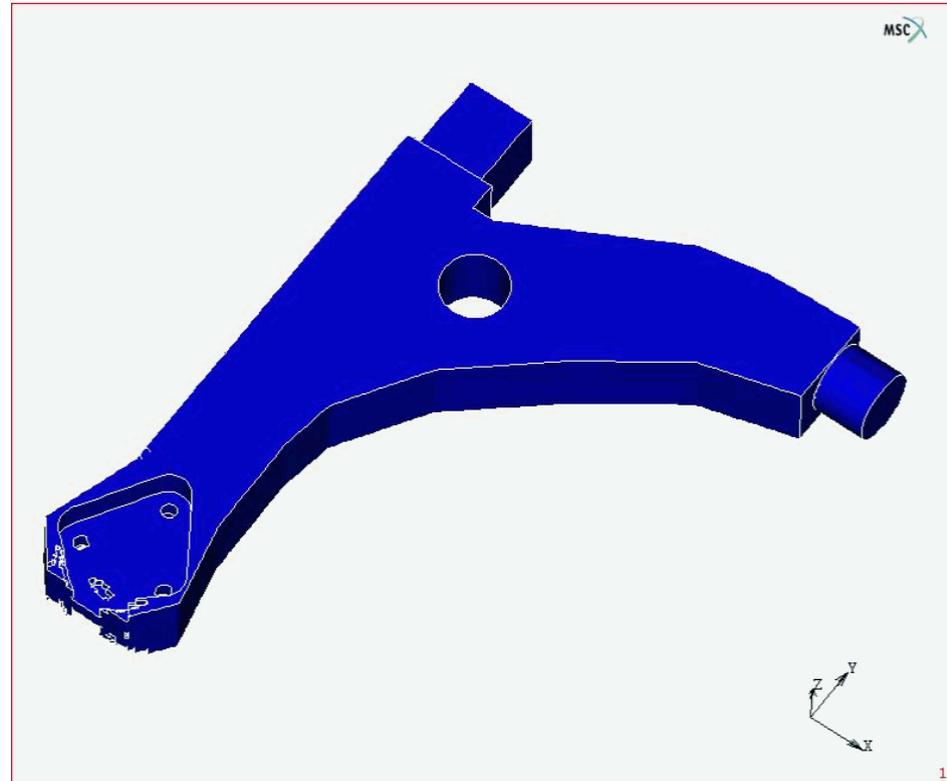


$$\sigma_{ref} = 7 \text{ N/mm}^2$$



$$\sigma_{ref} = 9 \text{ N/mm}^2$$

## Topologie - Optimierung



Mit freundlicher  
Genehmigung von:

**GEORG FISCHER +GF+**  
Fahrzeugtechnik

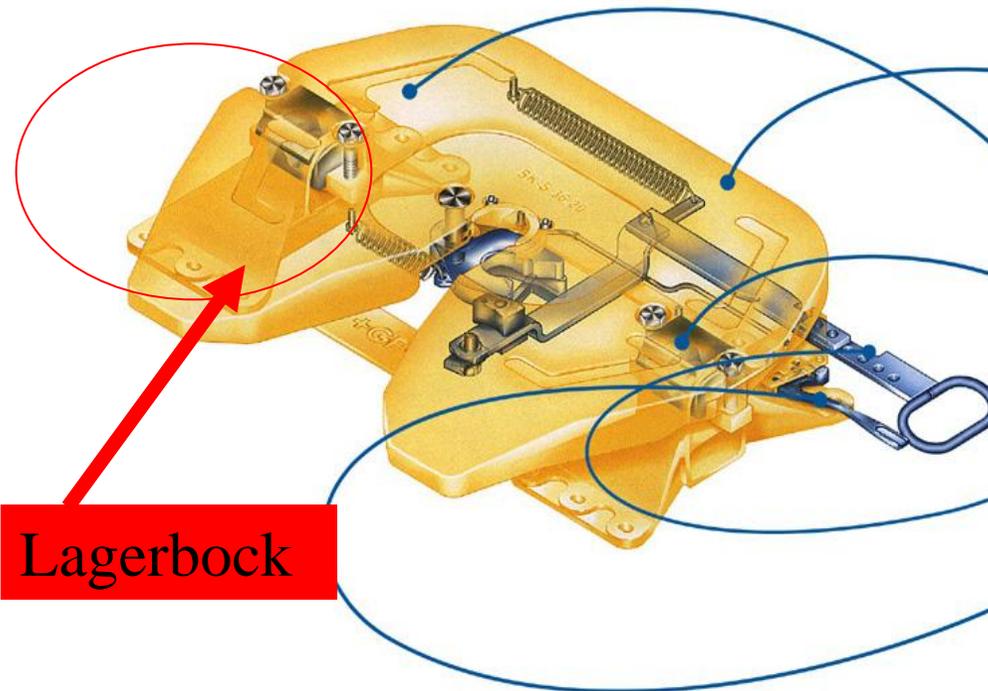
- Ziel → Leichtbau
- Methodik → Biomechanik SKO nach Mattheck
- CAE-Tool → FormUp.Topologie

# Anwendungsbeispiel SKO Lenker B

$F$   
↓



## Lagerbock für Sattelkupplung



**Die leichte,  
20 t Sattelkupplung**

Robust, erprobt und  
zuverlässig

Gewichtsoptimiert –  
bis 30 kg mehr Nutzlast

Dauerhafte, wartungs-  
freie Lagerung

Einfache und sichere  
Spielnachstellung

Einfache Bedienung

Option: Wartungsarmes  
Modell mit Kunststoff-  
belägen

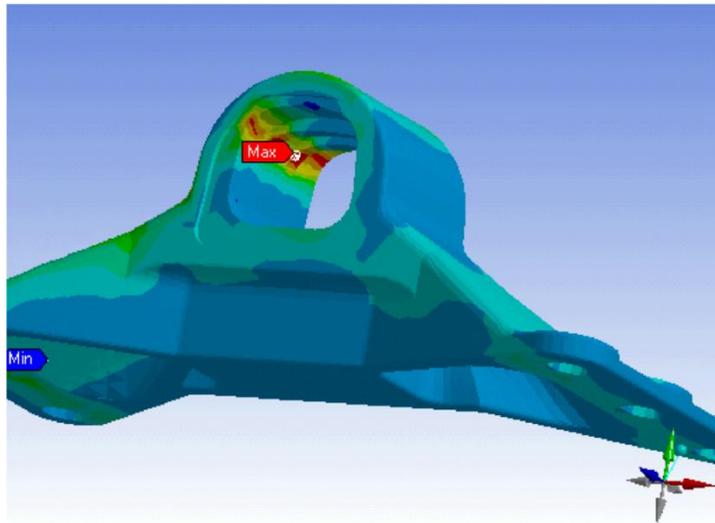
**Lagerbock**

Mit freundlicher  
Genehmigung von:

**GEORG FISCHER +GF+**  
Fahrzeugtechnik

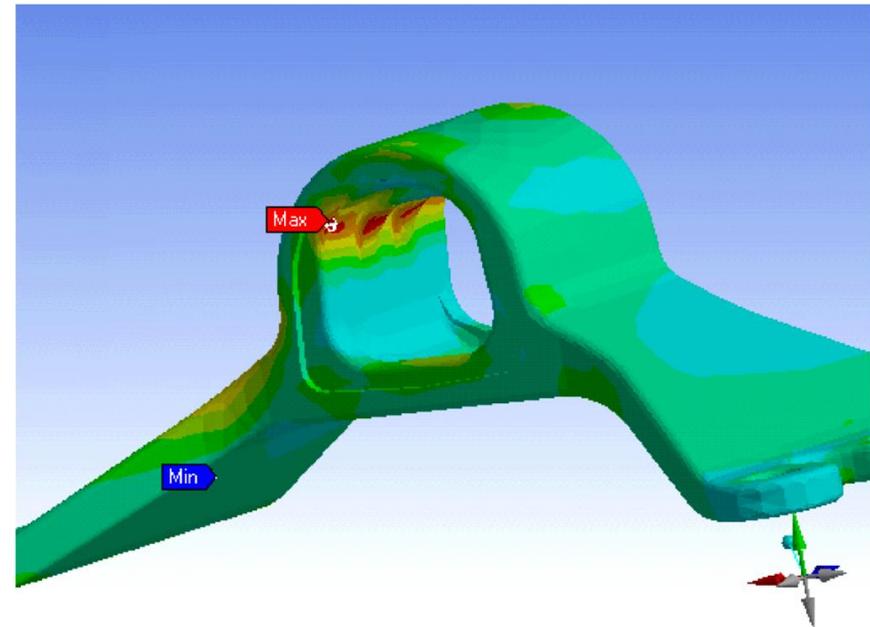
## Lagerbock Sattelkupplung

# GEORG FISCHER +GF+



FEM Ausgangsbasis

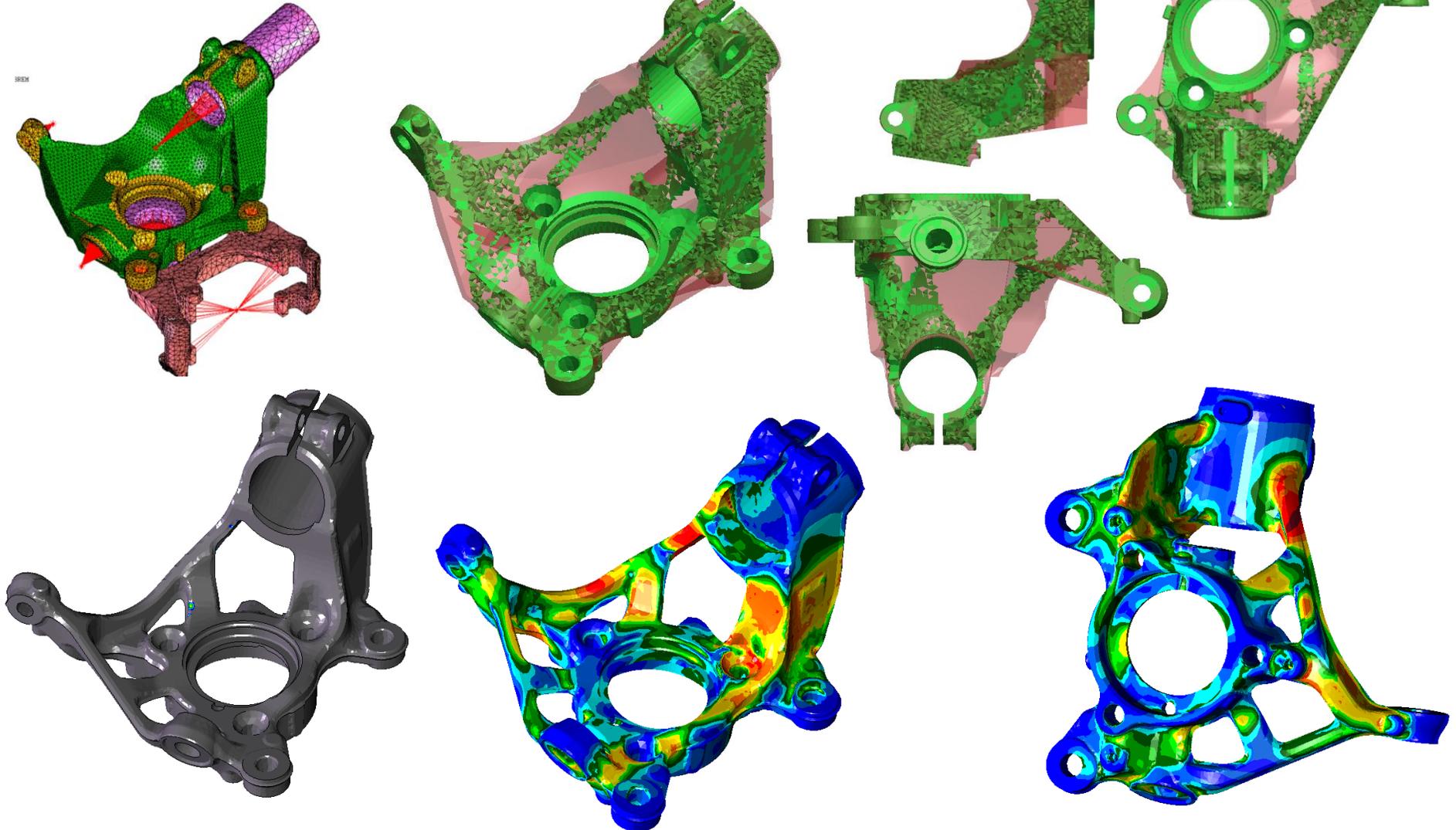
Gewicht 15 kg



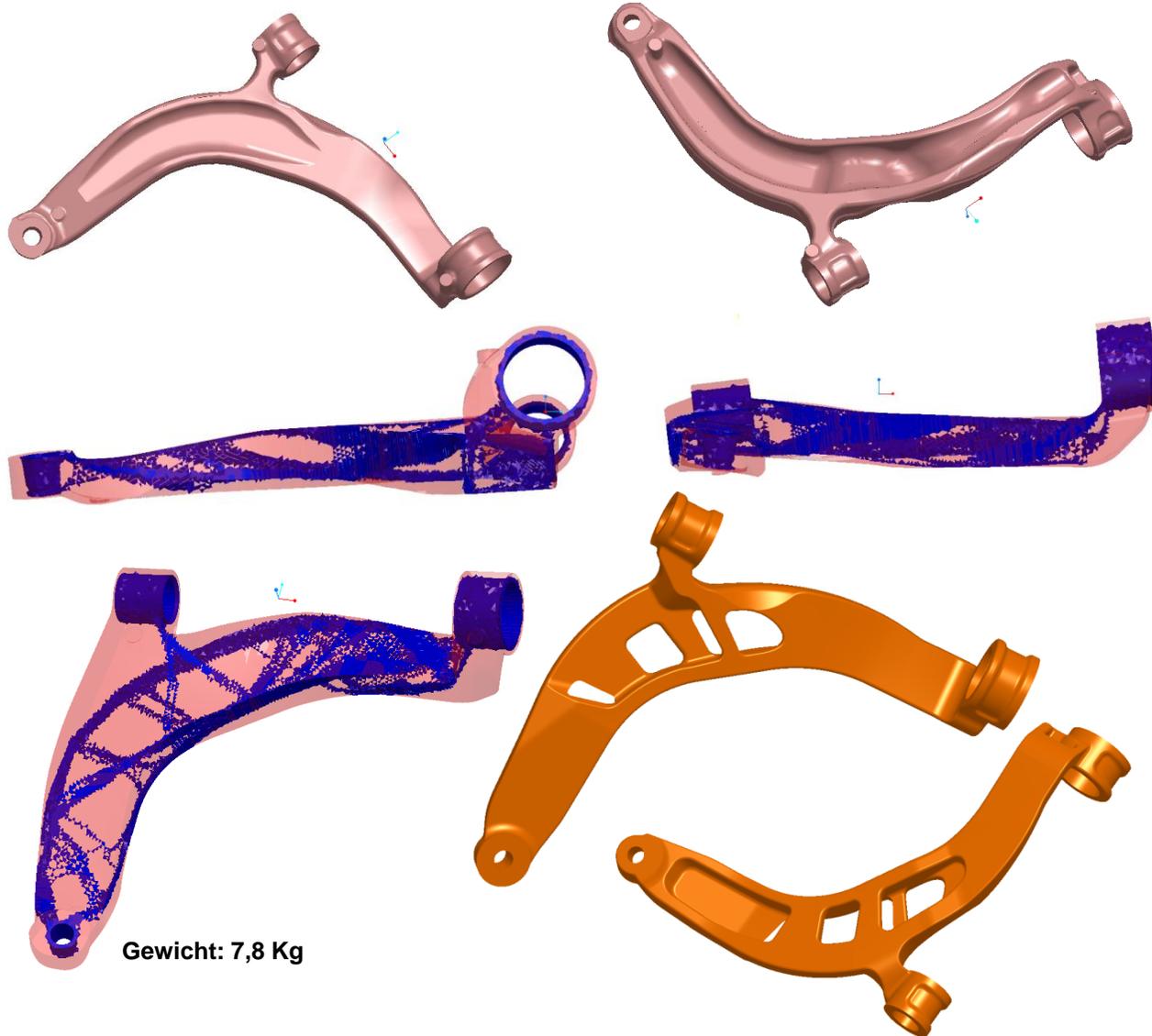
FEM optimiert

Gewicht: 11,6 kg

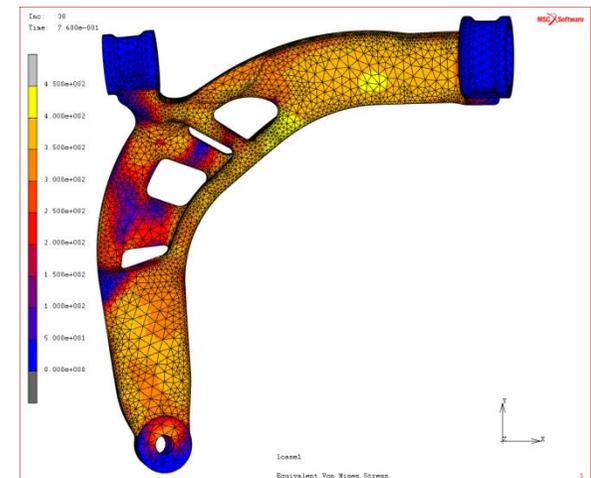
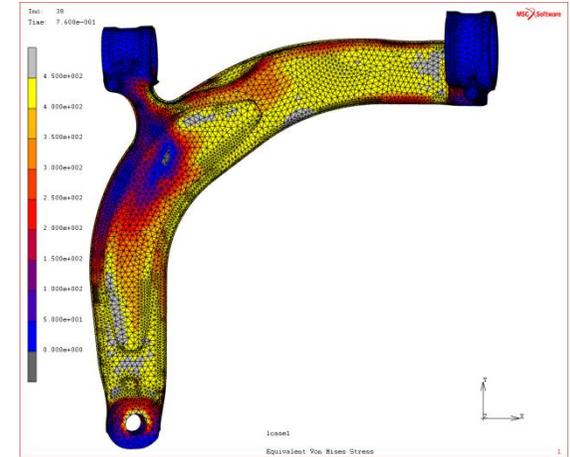
# Beispiele Schwenklagerentwicklung



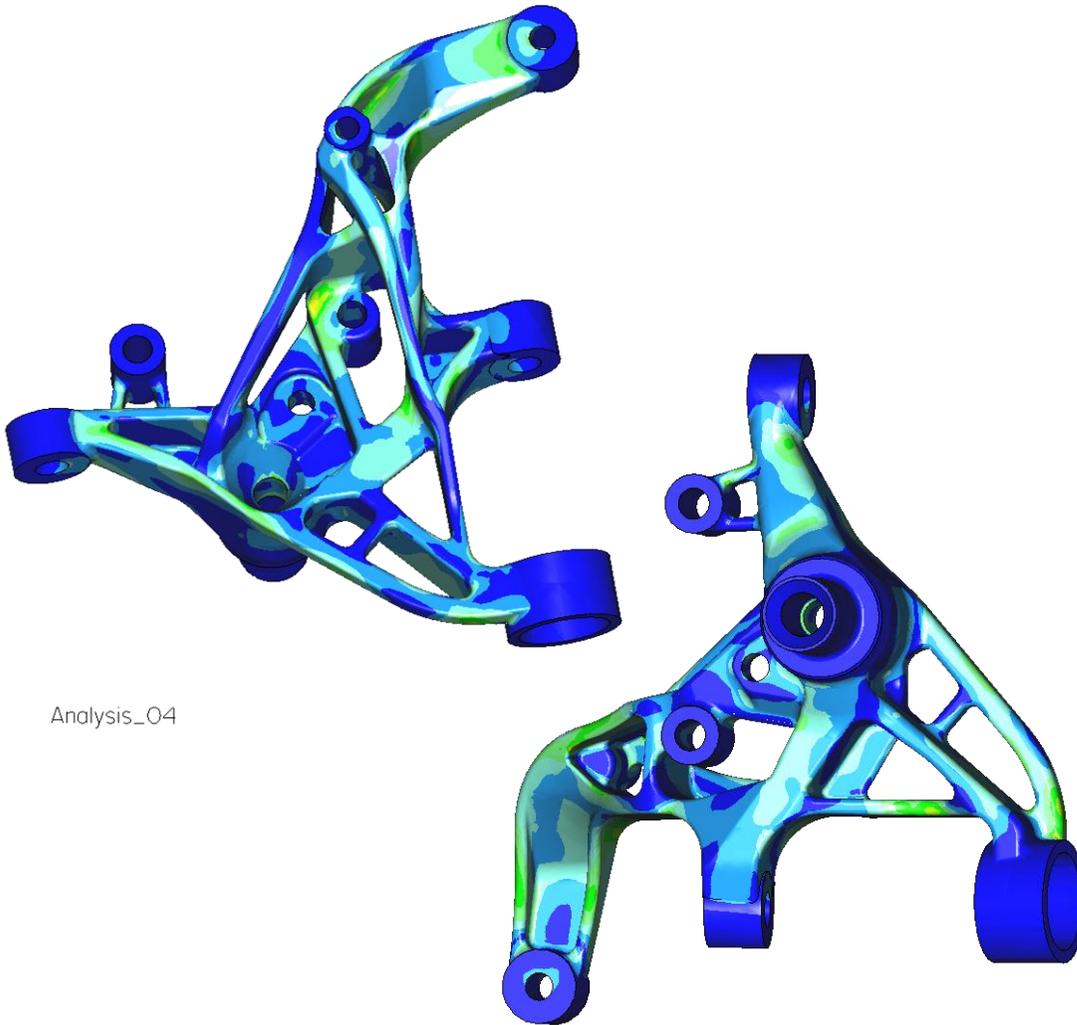
# Beispiel Querlenkerentwicklung



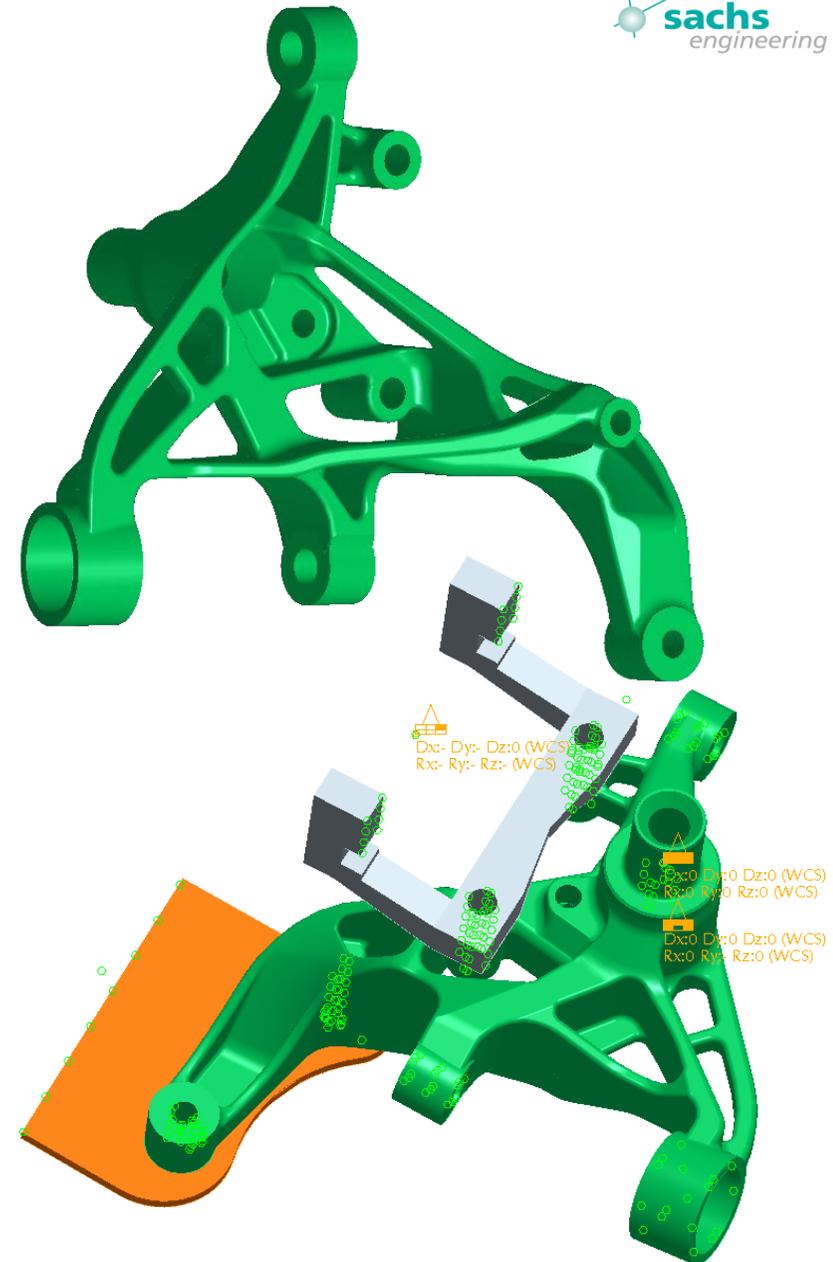
**Gewicht: 7,8 Kg**



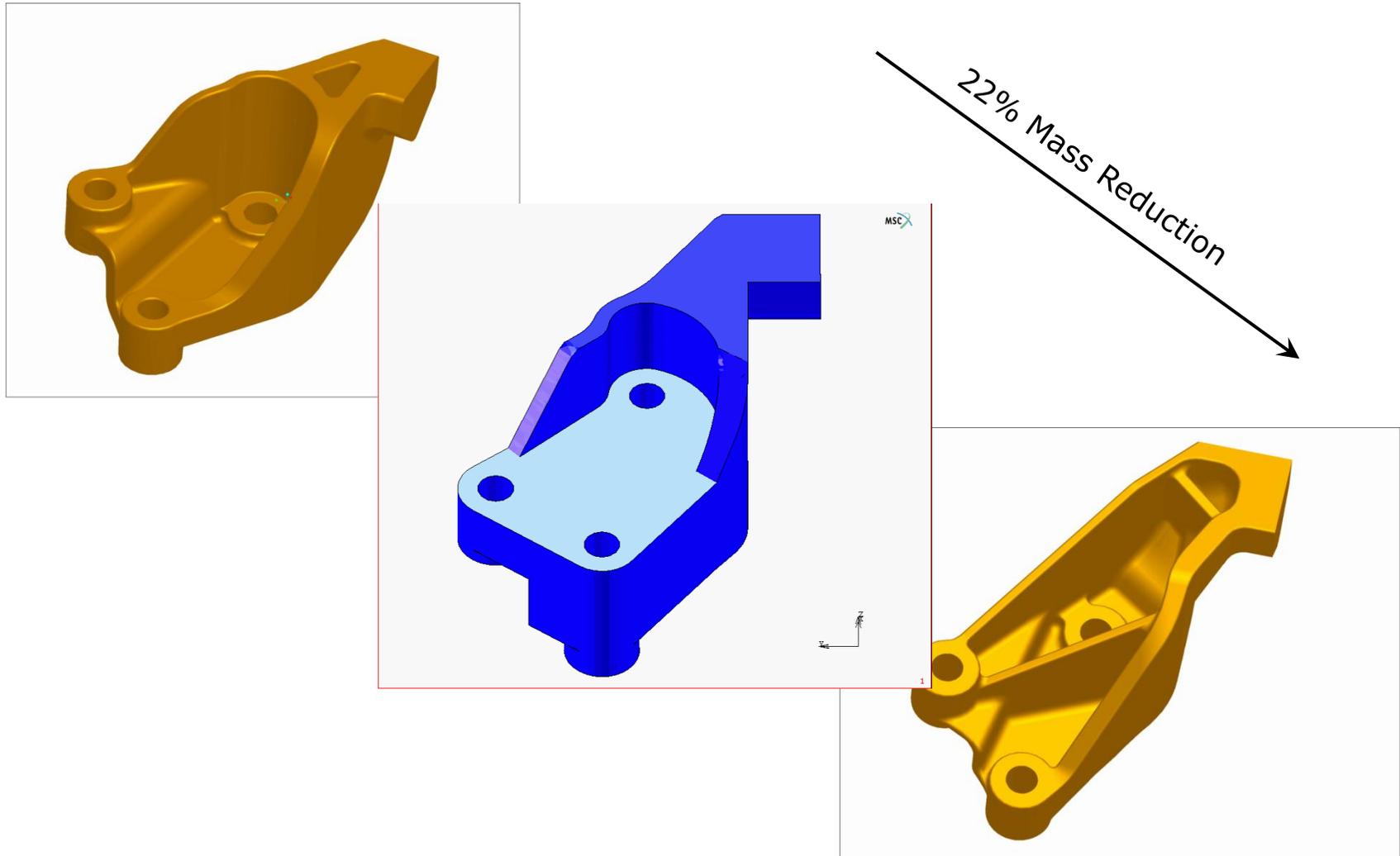
# Beispiele Radträgerentwicklung

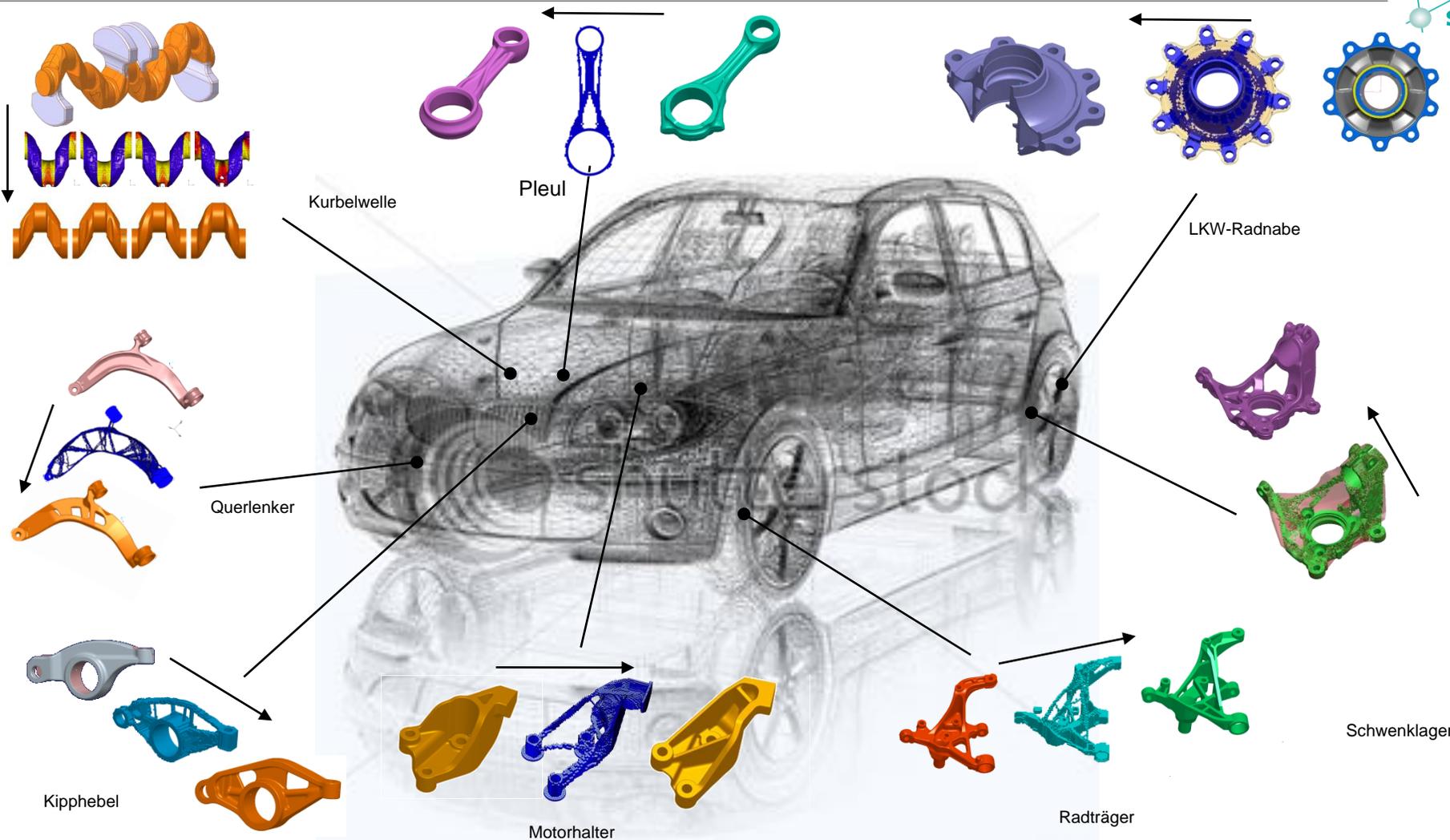


Analysis\_04



# Gewichtsoptimierung Motorlagerung

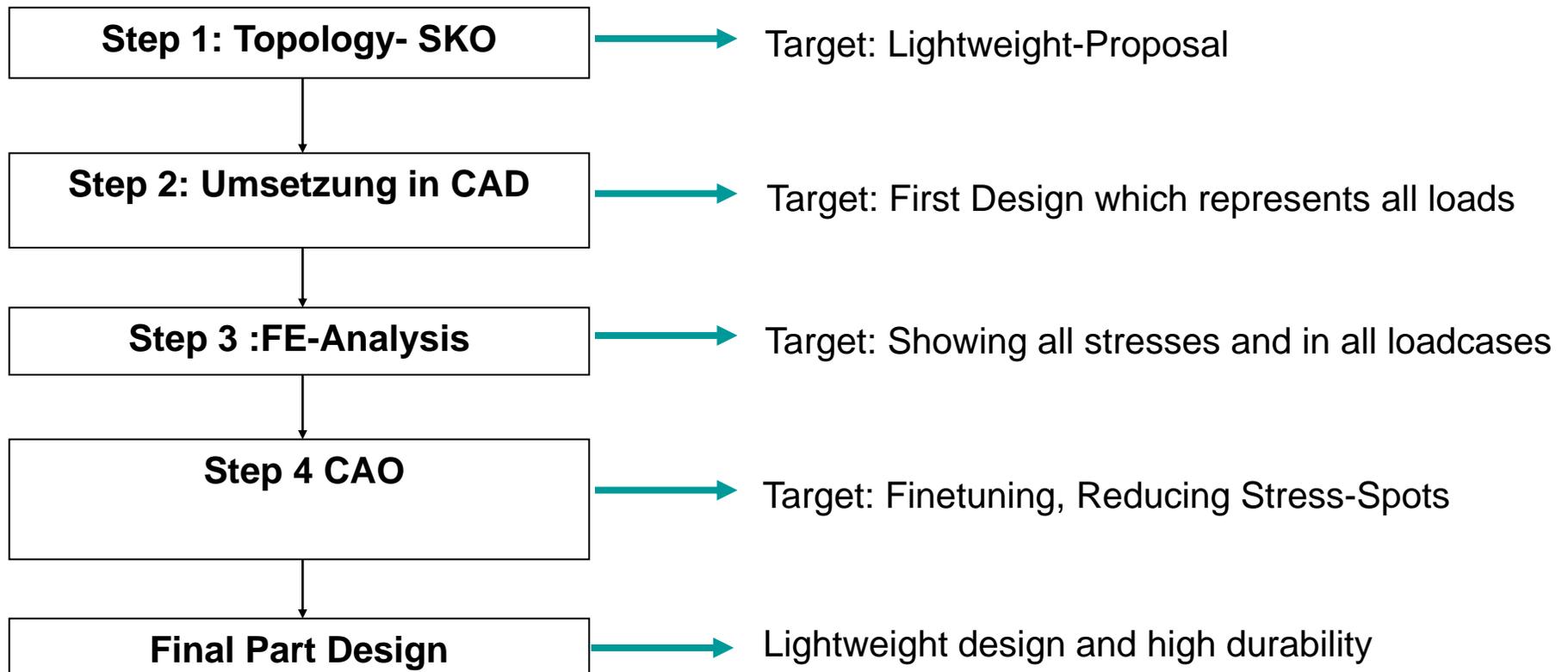




|   | Pleul       | Kurbelwelle | Querlenker | Kipphebel   | Schwenklager | Motorhalter | Radträger  | Radnabe   |
|---|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|-----------|
| Gewichtsreduktion                                   | 6 %         | 13 %        | 10,5%      | 35%         | 17%          | 22%         | 12,4%      | 39%       |
| Stückzahl   | 160.000.000 | 40.000.000  | 80.000.000 | 320.000.000 | 80.000.000   | 80.000.000  | 80.000.000 | 9.000.000 |
| Kostensparnis [Mio. Euro]                           | 48          | 260         | 160        | 103,2       | 150          | 130         | 96         | 247,5     |
| Co <sub>2</sub> Reduktion [t Co <sub>2</sub> /Jahr] | 72.000      | 390.000     | 240.000    | 155.000     | 225.000      | 195.000     | 144.000    | 371.000   |

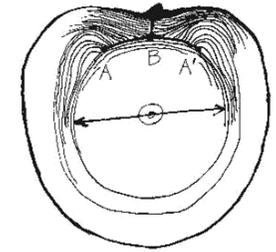
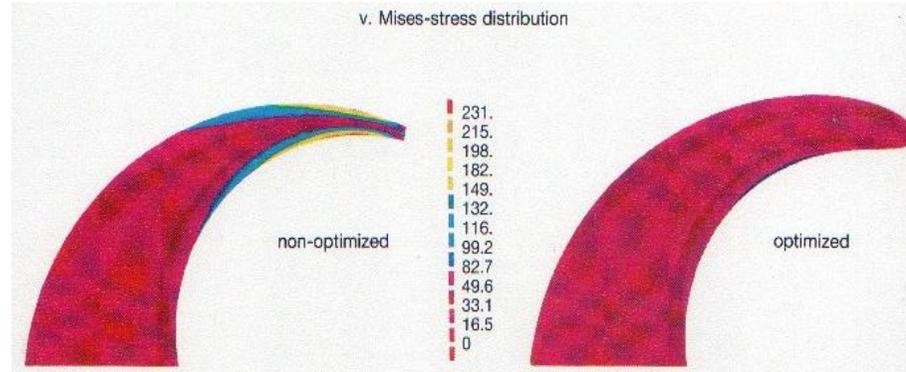
# Design for casted and forged parts

## Way of development using SKO and CAO

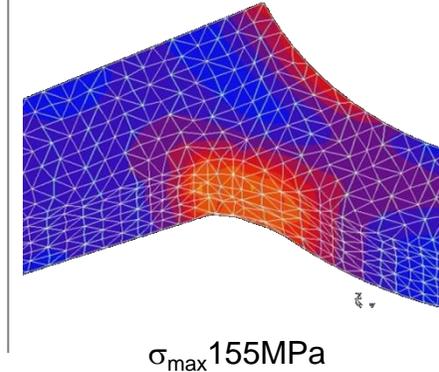
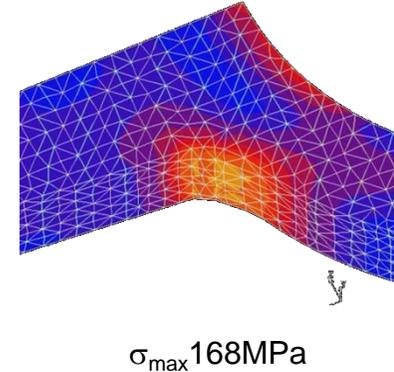
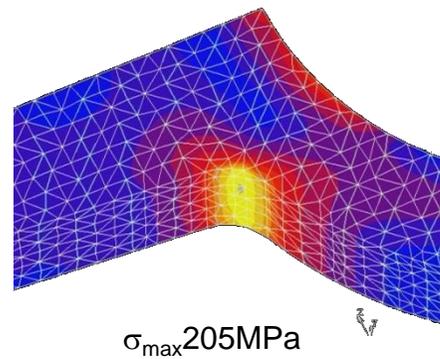
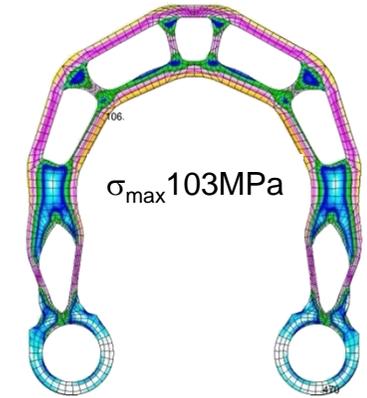
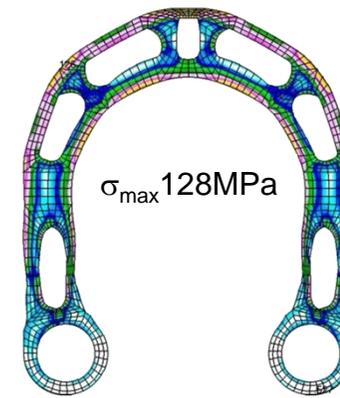
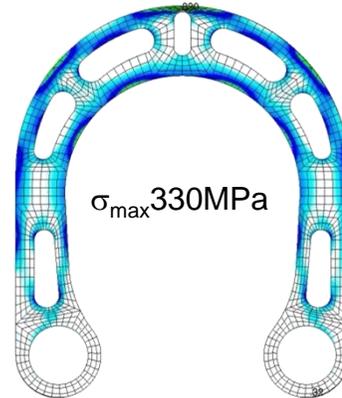


## Gestaltoptimierung

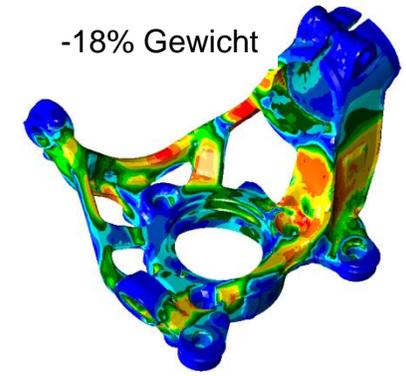
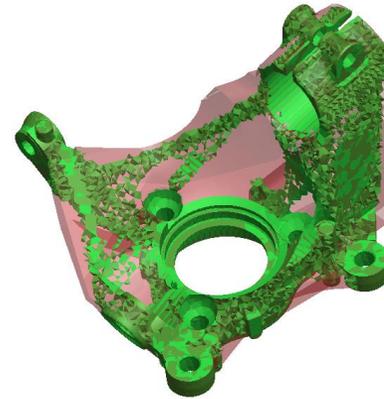
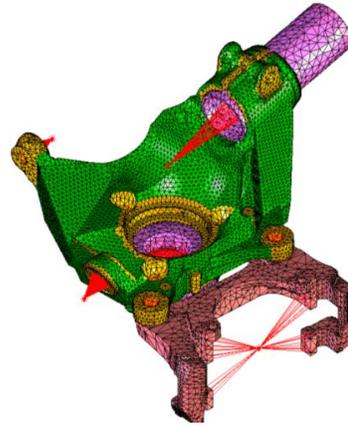
- Kerbspannungsabbau
- Spannungsausgleich
- Lebensdauersteigerung



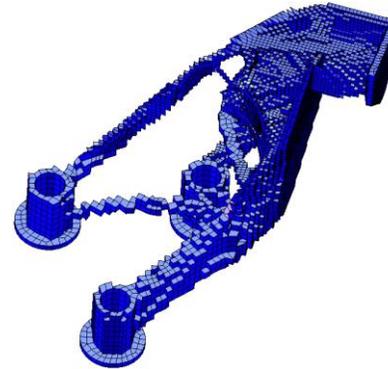
- Biomechanik
- CAO-Methode
- FormUp-Shape
- Bionik-Design



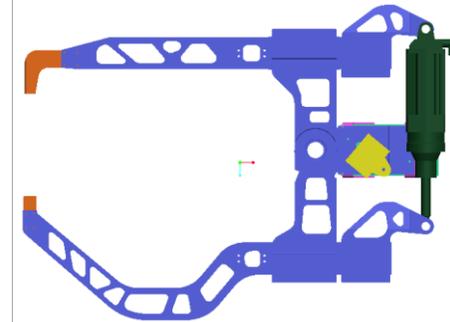
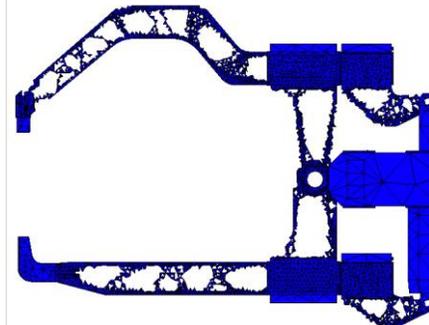
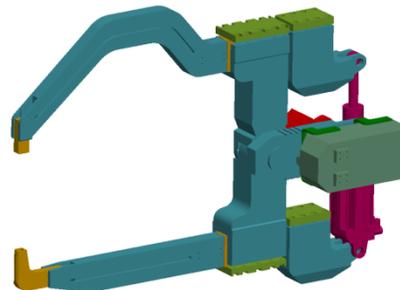
- Herstell/Prozesskosten: gleich
- Materialkosten -18%
- Energiekosten : Verbrauch/CO2 Reduktion



- Herstell/Prozesskosten: gleich
- Materialkosten -22%
- Energiekosten : Verbrauch/CO2 Reduktion



- Herstell/Prozesskosten: leicht höher
- Materialkosten -30%
- Energiekosten : Stromverbrauch ca. -20%



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

weitere Informationen:

[www.sachs-engineering.de](http://www.sachs-engineering.de)  
[info@sachs-engineering.de](mailto:info@sachs-engineering.de)

Tel. +49 7733 503 99 -10