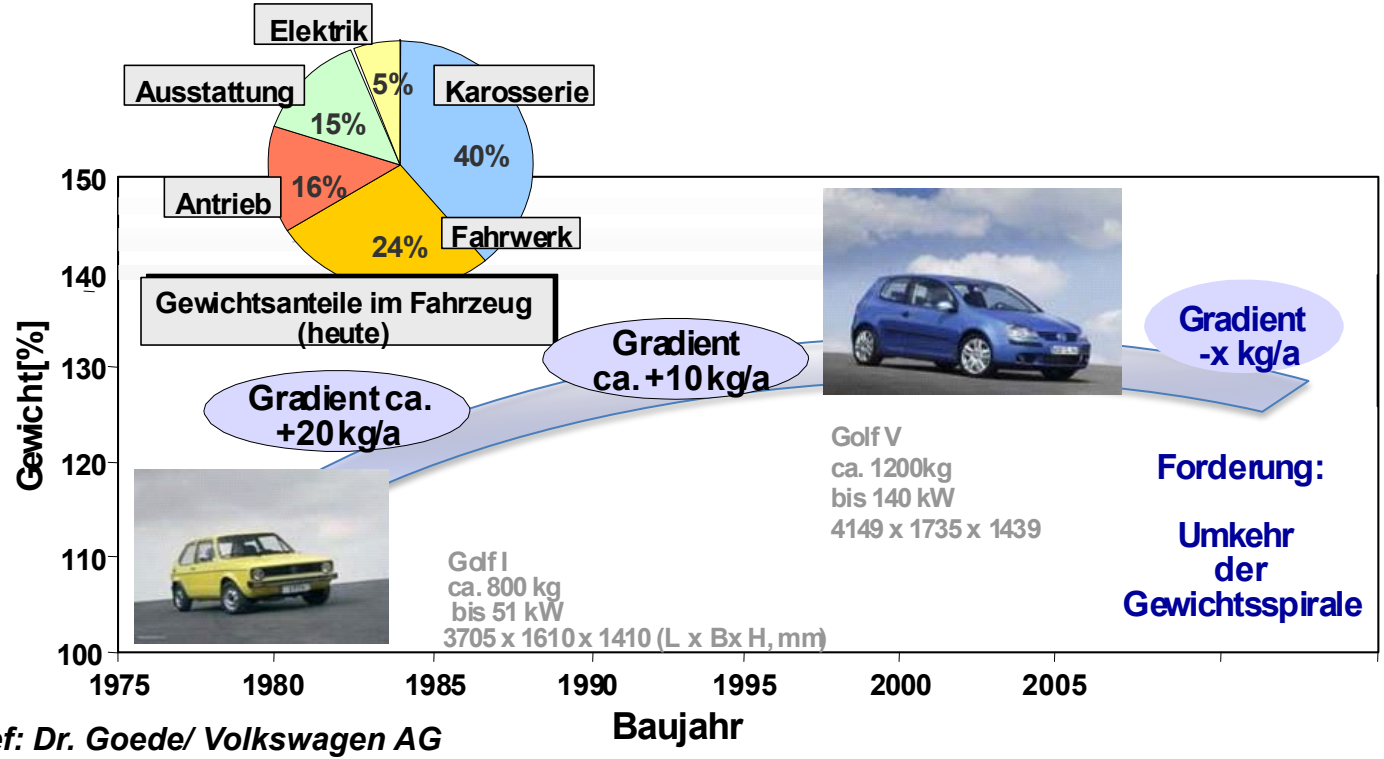
Gewichtsreduzierung von Bauteilen durch optimierte Wärmebehandlungsprozesse

2. Aachener Ofenbau-Kolloquium
10.-11.10.2019

Reliability at Work

1. Entwicklung des Fahrzeug-gewichts am Beispiel des Golf



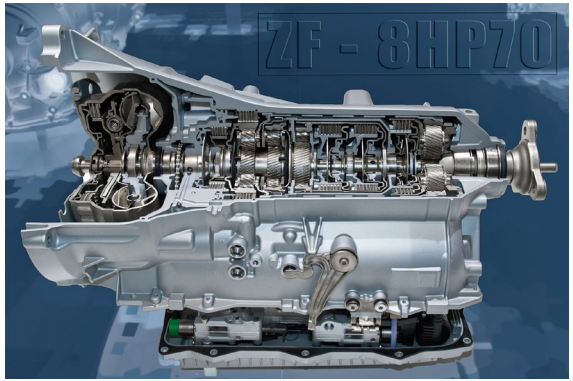
Ref: Dr. Goede/ Volkswagen AG

100 kg Gewichts-einsparung = Einsparung von ~ 8 g/km CO_2 und ~ 0,3 – 0,4 l/100 km Treibstoff

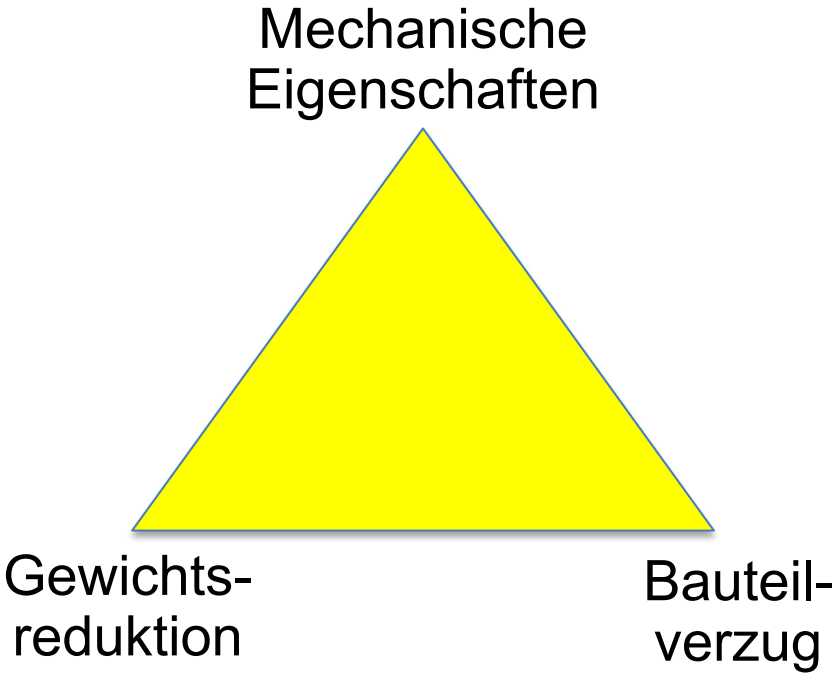
Leichtbau in der Luftfahrt und im Automobilbau

Leichtbau:

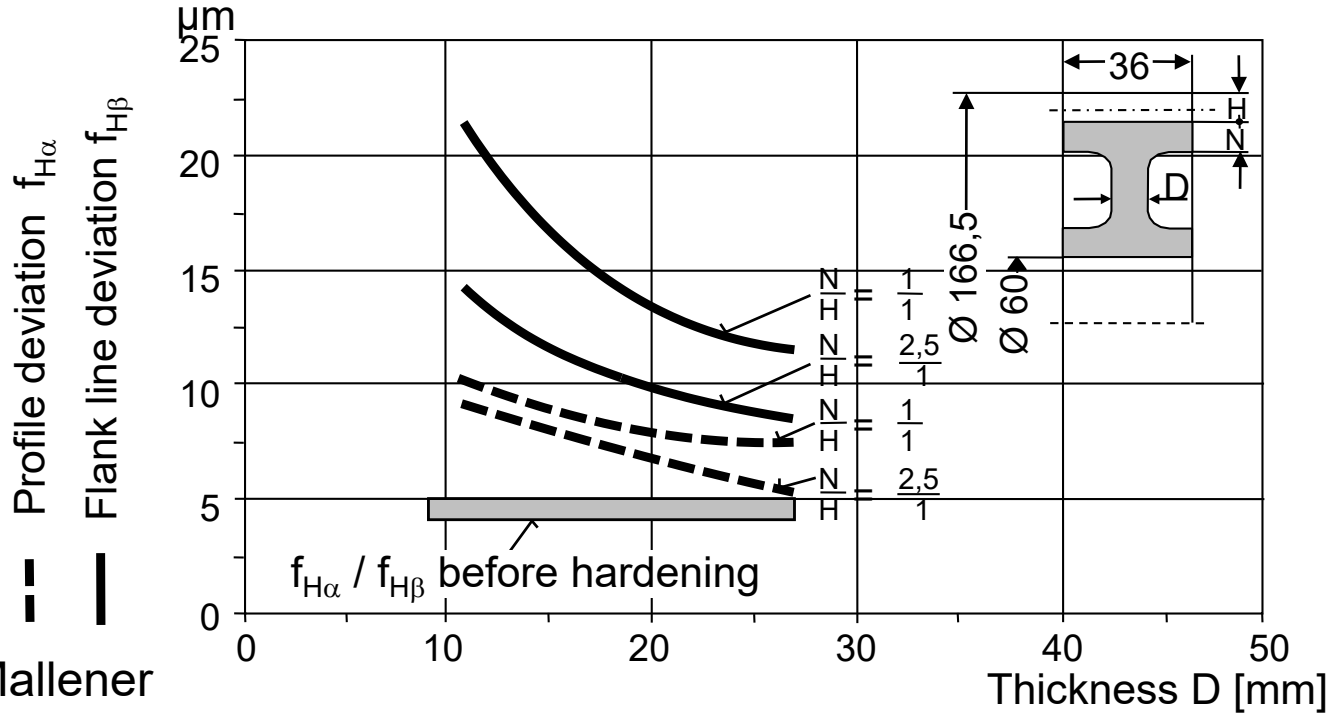
- war für die Luftfahrt immer essenziell
- erlangt für den Automobilbau seit einigen Jahren wesentliche Bedeutung, v.a. bei Karosserie und Antrieb



2. Maßnahmen zur Gewichts-reduzierung von Getriebebauteilen

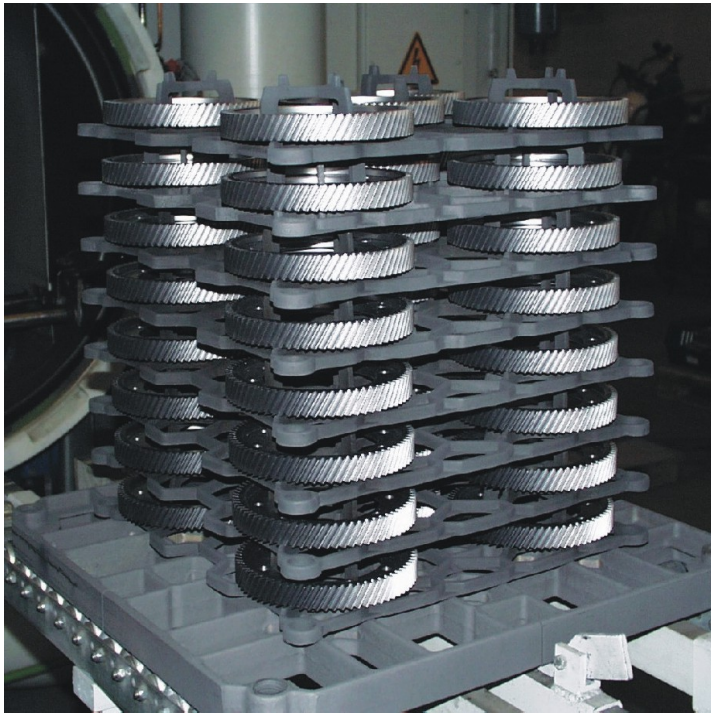


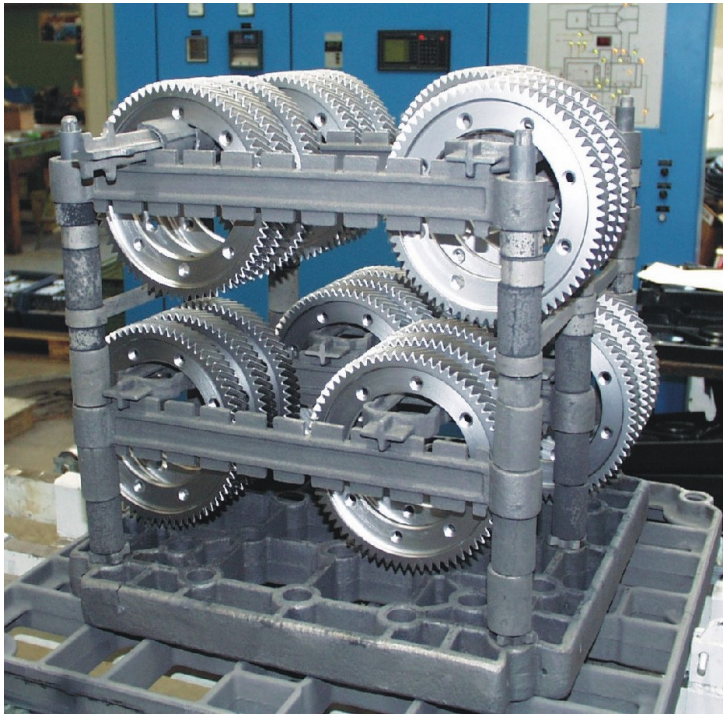
Einfluss von Zahnradgeometrie auf die Formänderung



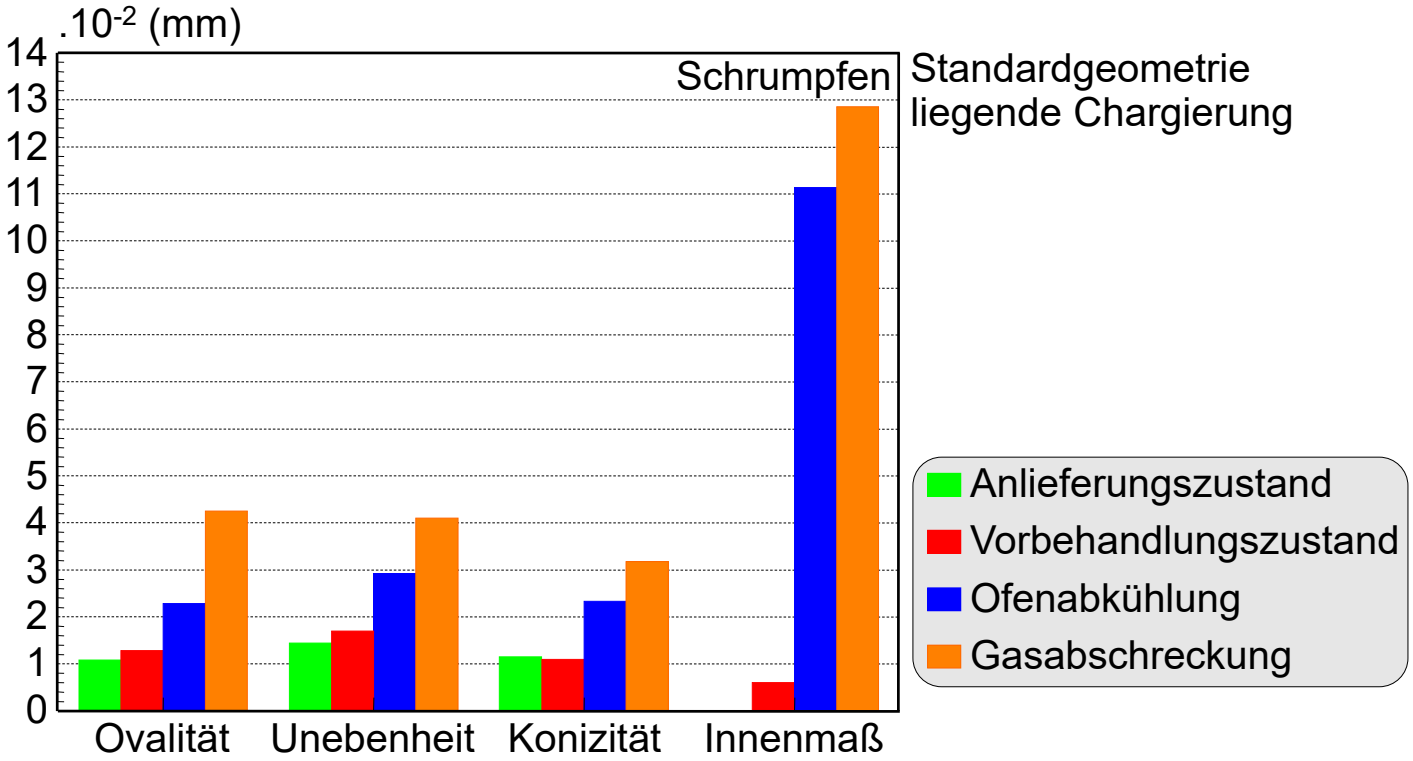
Ref: H. Mallener

Verzugsoptimierung von Zahnrädern
Chargenaufbau

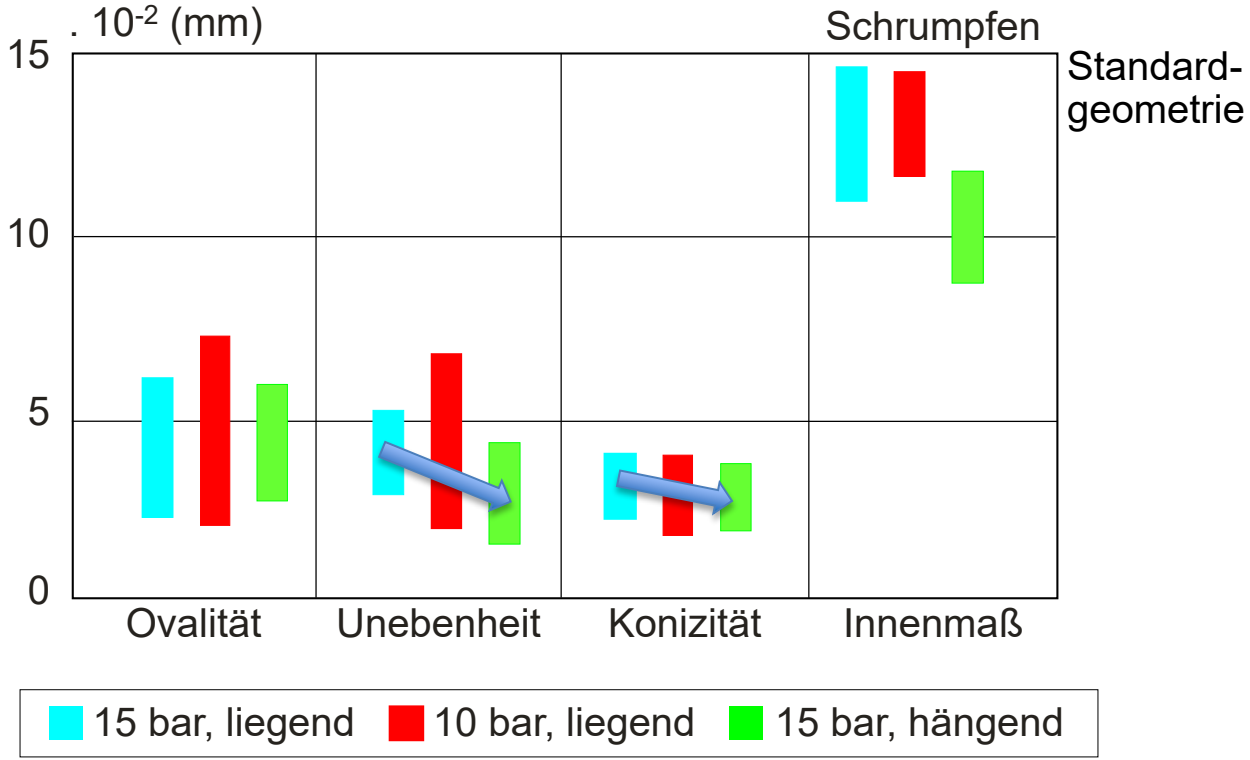




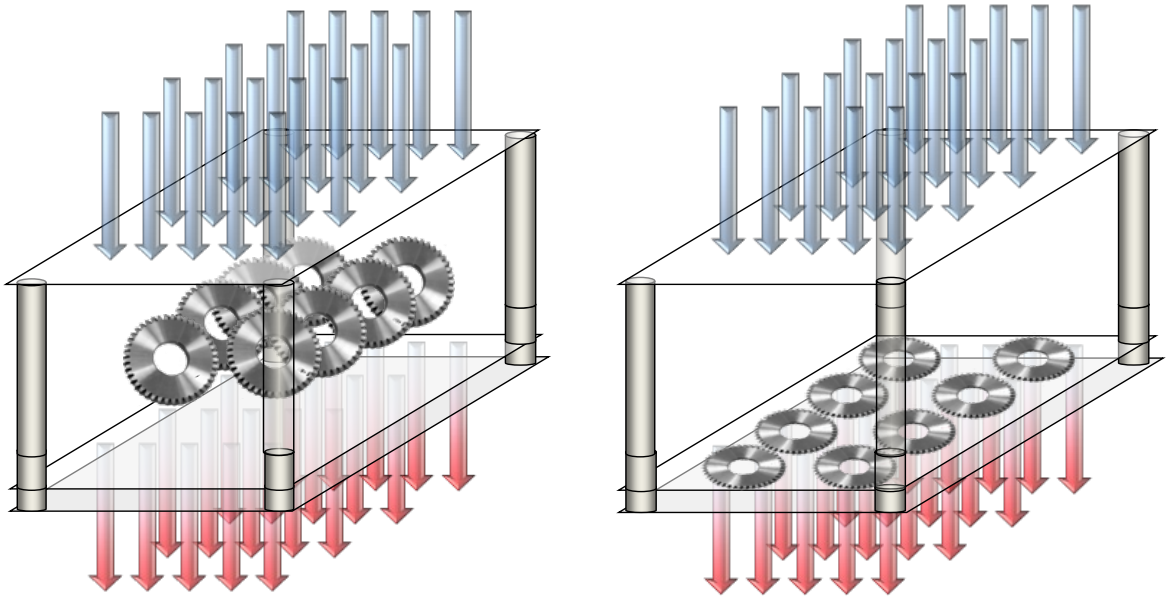
Anteil des Vorbehandlungszustandes an Maß- und Formänderung



Einfluss von Kühlgasdruck und Chargierung auf Maß- und Formänderung



Einfluss der Chargierung auf die Ebenheit („Dishing“)

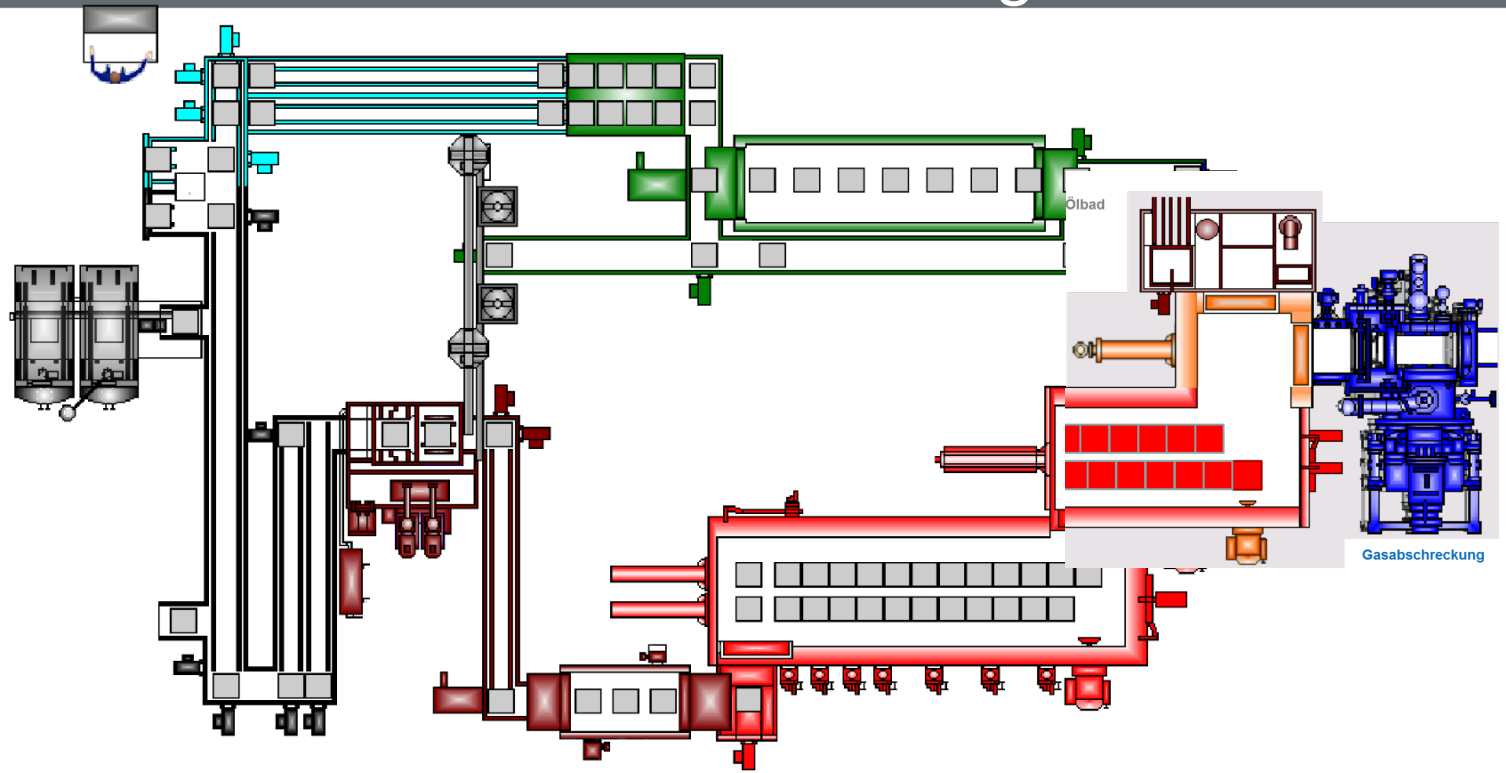


0,26 µm/mm Mittelwert / Unebenheit 0,54 µm/mm

Ref: Steinbacher et al.

Zweibahnige Gasaufkohlungs-Durchstoß-anlage mit Hochdruck-Gasabschreckung

Zweibahnige Gasaufkohlungs-Durchstoß-anlage mit Hochdruck-Gasabschreckung



Zweibahnige Gasaufkohlung-Durchstoß-anlage / Hochdruck-Gasabschreckmodul

3. Bainitisieren von Schrauben

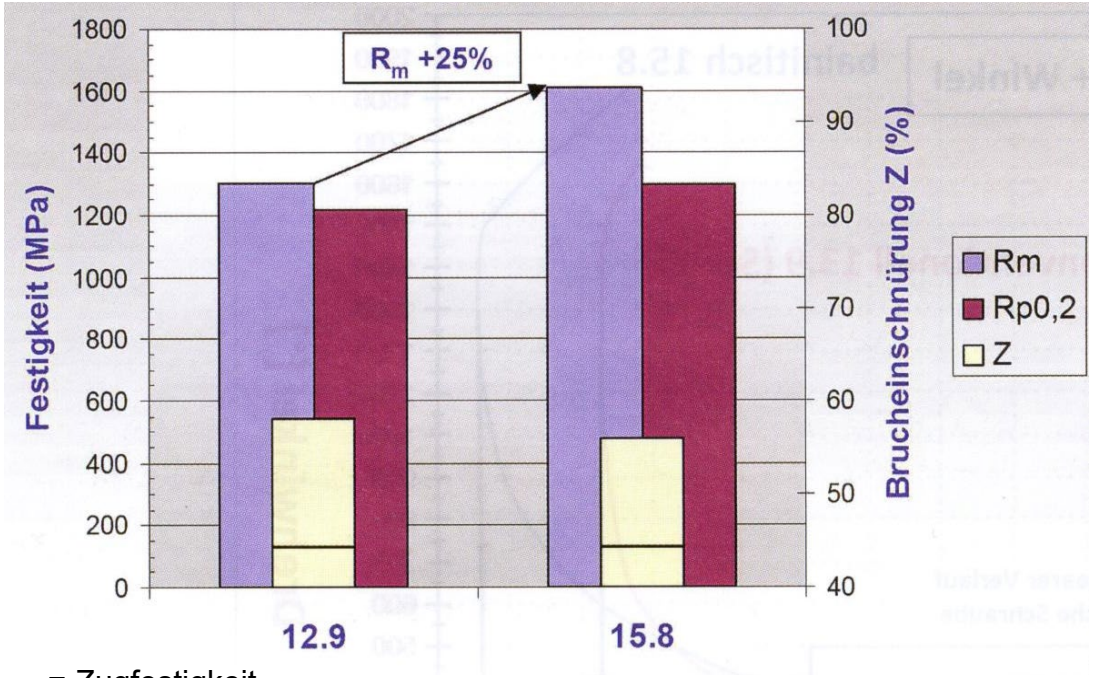
Ultrafeste Schrauben

- Motivation: Leichtbauweise in der Automobilbranche
  Festigkeitsklasse 14.8 – 16.8 mit
  Duktilität wie Festigkeitsklasse 12.9
- Zielvorgabe: Erhöhung der Schraubenfestigkeit gegenüber
  Klasse 12.9 um 20%
- Beispiel: Zylinderkopfschraube 150mm, M11 statt M12

  Gewichtseinsparung 15g pro Schraube

→ Ultrafeste Schrauben sind ein wesentlicher Beitrag zur Gewichtsreduzierung und zum Downsizing von Motoren

Vorteile gegenüber „Standard-Vergüten“



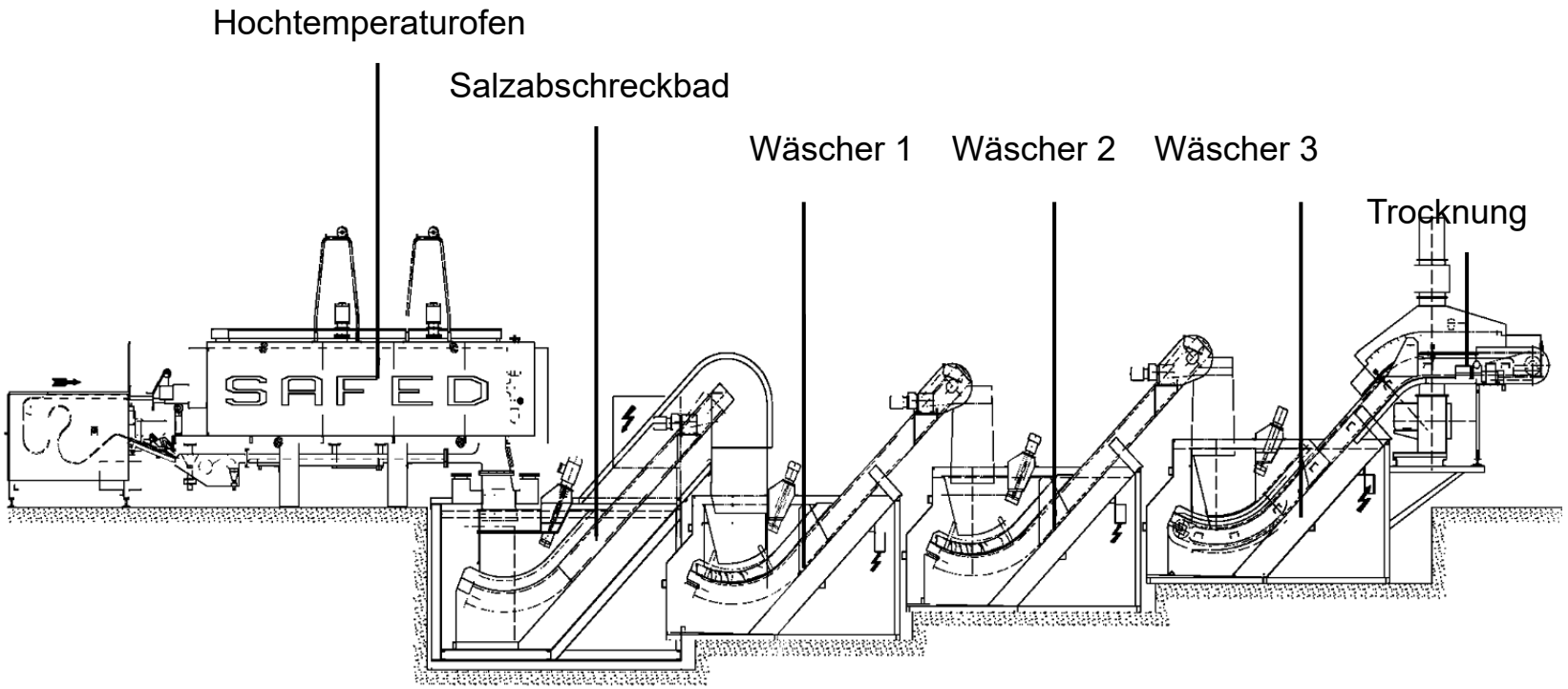
Rm = Zugfestigkeit
Rp0,2 = 0,2% Dehngrenze
Z = Brucheinschnürung

Konstruktion 1/2-2012

Vorteile des Bainitisierens gegenüber „Standard-Vergüten“

- Höhere Festigkeit bei vergleichbarer Zähigkeit
- Höhere Dauerschwingfestigkeit
- Ferrit mit feinen Carbidausscheidungen, daher
  - geringere Gitterverzerrung,
  - geringere Volumsänderung und
  - geringere Maß- und Formänderungen
- Günstigere Druckeigenspannungsverteilung in der Randzone
- Geringere Härterissgefahr
- Reduzierung der Anfälligkeit gegenüber wasserstoffinduziertem verzögertem Sprödbruch

Bandofenanlage



Bandofenanlage

4. Schrauben aus Aluminium

- Motivation: Gewichtseinsparung der Teile in der Automobilindustrie
- Vorteile von Aluminiumwerkstoffen:
  - Geringes Gewicht
  - Korrosionsbeständigkeit
  - Zugfestigkeit (besonders nach der Wärmebehandlung)
- Wärmebehandlung von Aluminiumwerkstoffen (z.B. AlSiMg):
  - Lösungsglühen mit Wasserabschreckung
  - Warmauslagerung

Komponenten der Anlage

- Beschickung mit Kipplift und Vibrationsförderrinne mit automatischer Dosierung
- Lösungsglühofen
- Wasserabschreckbad
- Warmauslagerungsofen

Wasser-Abschreckbad mit Austrageband

Wärmebehandlungsergebnis

- Lösungsglühen bei 555°C und einer Durchlaufzeit von 60’
- Warmauslagerung bei 175°C und einer Durchlaufzeit von 480’

Eigenschaften	Nach der Wärmebehandlung (Soll- Wert)	Nach der Wärmebehandlung (Ist- Wert)
Zugfestigkeit	Rm > 420 N/mm^2	Rm: 436 - 443 N/mm^2
Streckgrenze	Rp 0,2 > 375 N/mm^2	Rp 0,2: 378 - 394 N/mm^2
Bruchdehnung	> 8%	> 8%
Härte	> 130 HB 10/2,5	135 - 142 HB10/2,5

5. Presshärten von Strukturbauteilen

Mangan-Borstahl 22MnB5:

Höhere Festigkeit

Geringeres Gewicht

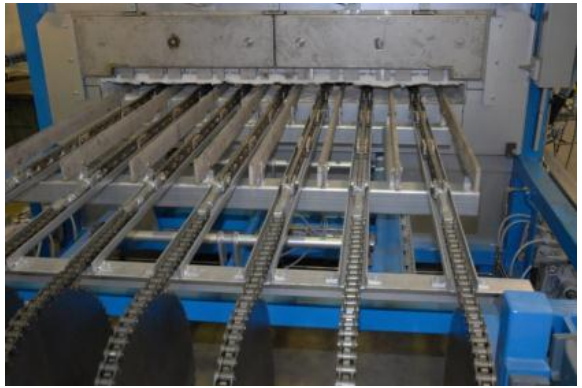
- ✓ *86 Kg (23%) Gewichtseinsparung bei Limousinen*
- ✓ *102 Kg (20%) Gewichtseinsparung bei SUV*

Pressgehärtete Bauteile in Rot
Laser-geschweißte Karosseriebauteile
aus hochfestem Stahlblech

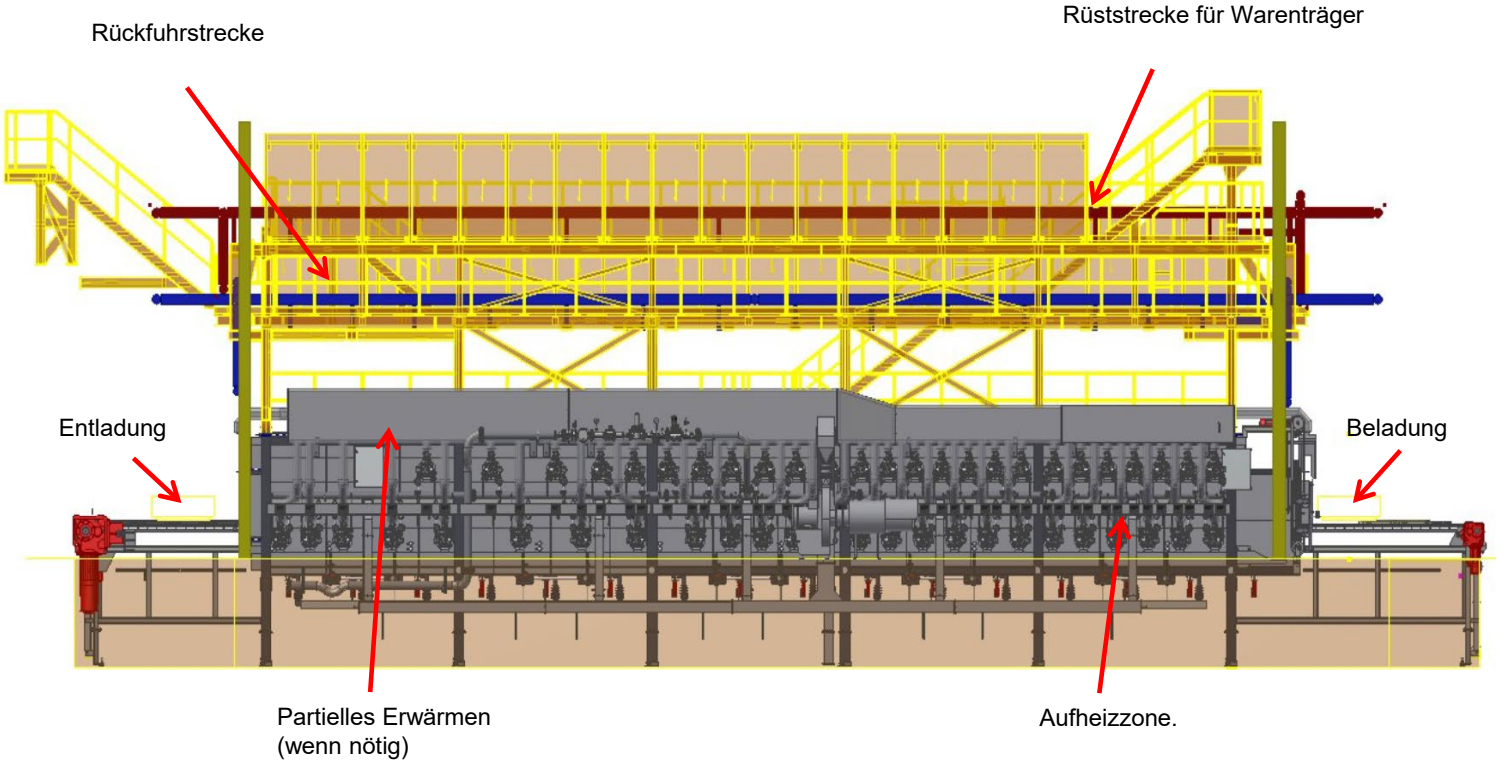
Hubschritt-Kettenförderofen

Alternative zu Rollenherdofen

- Geringe Wartungskosten (keine Rollen)
- Weniger Wärmeverluste (keine seitliche Durchführungen)
- Keine Begrenzung in Ofenbreite und Chargengewicht
- Hohe Positioniergenauigkeit
- Kleiner Abstand zwischen den Chargen
  ➔ kürzerer Ofen
- Geeignet für indirekt und direkten Prozess



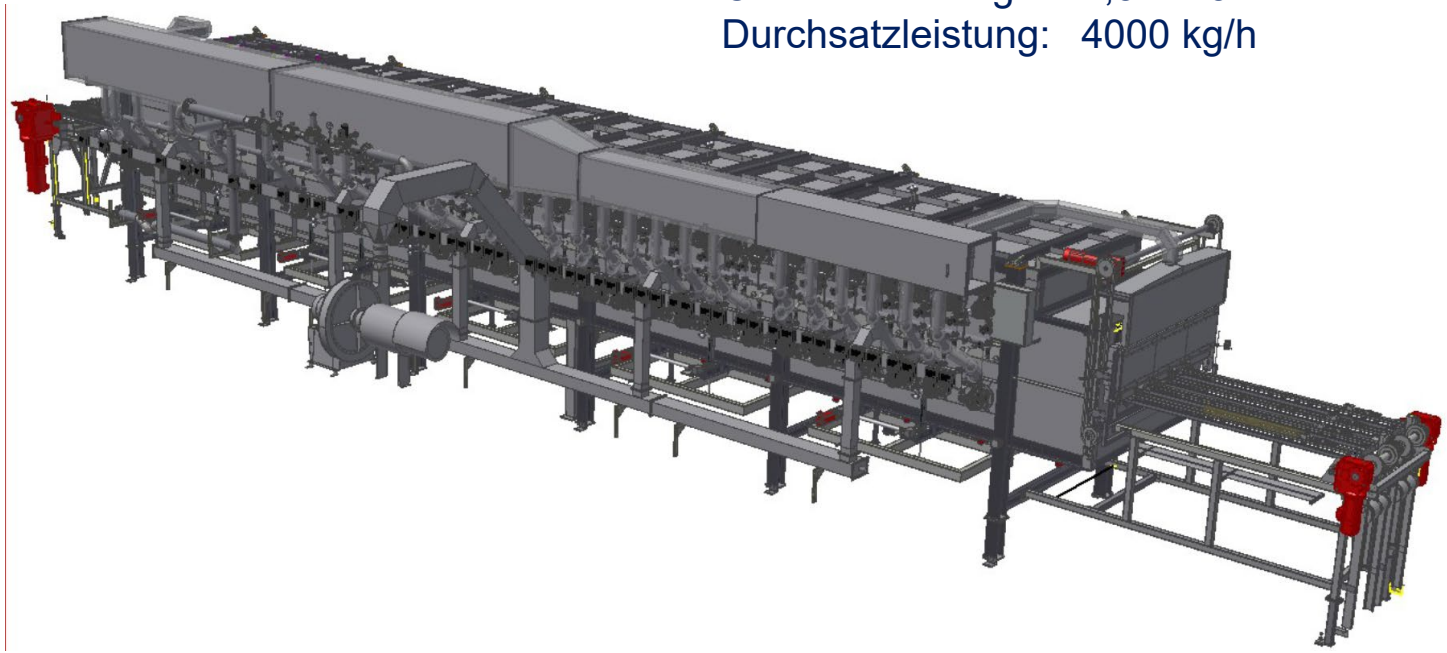
Layout indirekter Prozess heatXpress



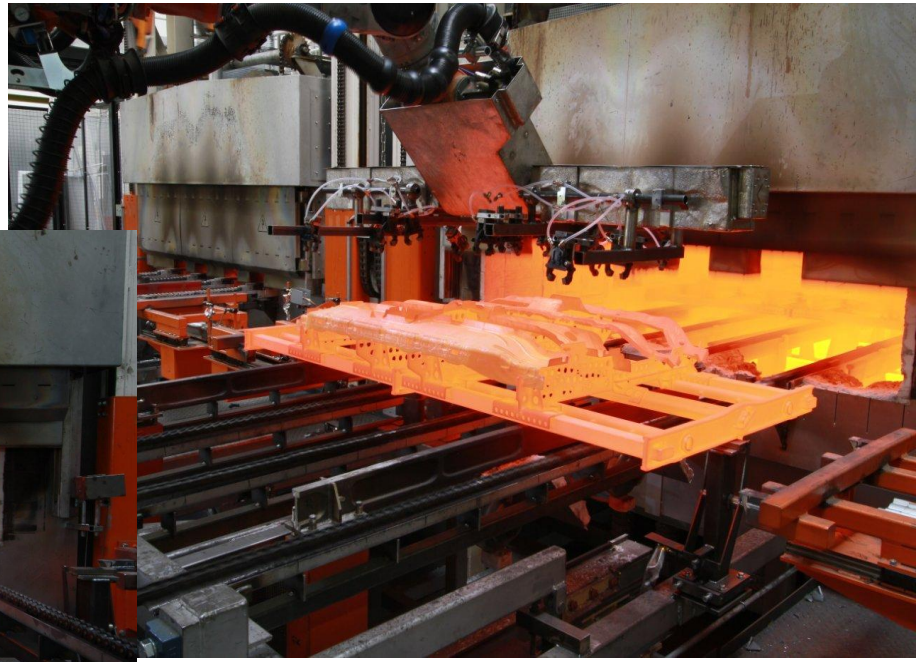
Hubschritt- Kettenförderofen heat Xpress

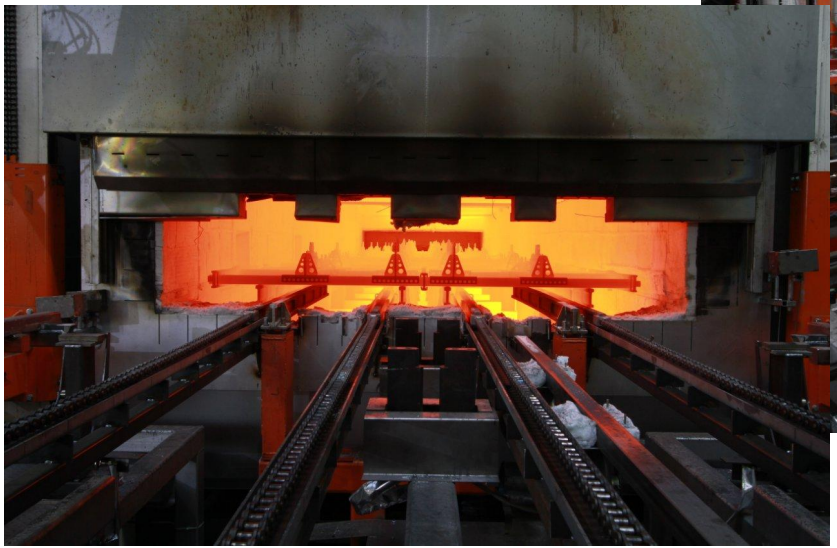
Ofen für direkten Prozess:

Ofenabmessung: 2,5 X 25 m
Durchsatzleistung: 4000 kg/h



Pressblechhärtung



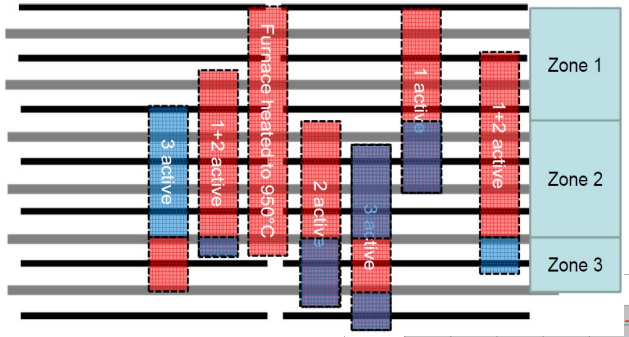


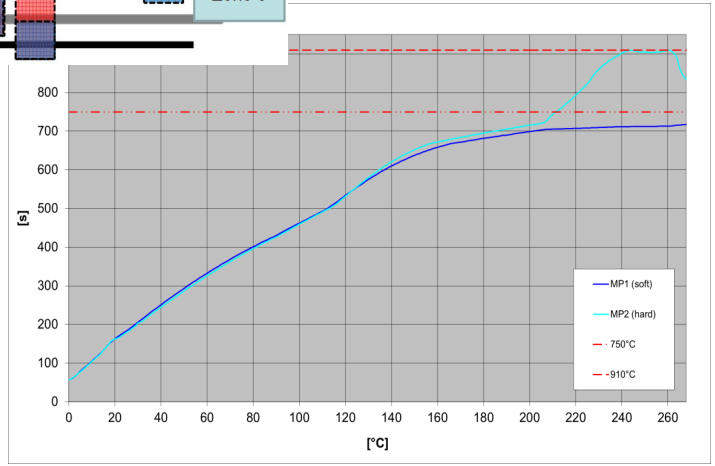
Tailored properties, Beispiel B-Säule

Gezielte Eigenschaften von Bauteilen durch duktile Stellen, um die Crash-Performance zu optimieren.

Hubschrittförderofen
Tailored Property Parts

heat Xpress





Gezielte Bauteileigenschaften durch partielle Aufheizung:

- Erwärmung auf 700°C auf dem gesamten Bauteil
- Rasche Austenitisierung an definierten Stellen durch Deckenstrahler
- Umwandlung in Martensit zwischen gekühlten Pressmatrizen

6. Zusammenfassung

- Gewichtsreduzierung und Leichtbau haben für die Automobilindustrie erhebliche Bedeutung erlangt.
- Optimierte Wärmebehandlungsprozesse können zur Gewichtsreduzierung von Automotive-Komponenten beitragen, z.B: durch
  - optimierte Chargierung der Bauteile
  - Hochdruck-Gasabschreckung zur Verzugsreduzierung
  - Bainitisieren statt Vergüten
- Schrauben aus Aluminium werden in zunehmendem Maße eingesetzt
- Presshärten von hochfestem Stahlblech oder gezielt partiell gehärtete Stahlbleche können einen wesentlichen Beitrag zur Gewichtsreduzierung leisten

Danke für die Aufmerksamkeit!