




# Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

**Suppliers Convention auf der Hannover-Messe  
05. April 2011**

**Dipl.-Ing. Michael Dahme  
Leiter Ausschuss Forschung und Technik  
im Industrieverband Massivumformung**

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau 1 von 28



## Gliederung

**A Vorstellung der Branche der Massivumformung**  
**B Energieeffizienz durch entsprechend**

- 1. ausgelegte Bauteile**
  - Konstruktiven Leichtbau
  - Stofflichen Leichtbau
    - » Stahl, Alu
    - » Aktuelle Werkstoffentwicklungen
    - » Versagensorientierte Bauteilauslegung
- 2. gefertigte Bauteile**
  - Reduzierung des Materialeinsatzes
  - Effiziente Einbringung und Nutzung der Wärme
    - » Reduzierten Wärmeeinsatz (kalt, hw statt w)
    - » Integrierte WBH, Härtung ...
    - » Nutzung Abwärme
- 3. Bauteilbetrieb**

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau 2 von 28



### A Branchenvorstellung

**Produktionsleistung**  
**2,6 Mio. Tonnen**

**Produktionswert**  
**6,9 Mrd. Euro**

**250 Unternehmen**  
**29.500 Beschäftigte**

*Deutsche Massivumformung – Marktführer in Europa*

Land	Produktionsleistung (in Mio. T)
Germany	1900
Italy	1000
Czech Republic	400
France	350
Poland	250
United Kingdom	250
Spain	200
Turkey	100
Sweden	50
Slovenia	50

Daten 2010

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

Quelle: Industrieverband Massivumformung 5 von 28

### A Branchenvorstellung

**Produktionsleistung**  
**2,6 Mio. Tonnen**

**Produktionswert**  
**6,9 Mrd. Euro**

**250 Unternehmen**  
**29.500 Beschäftigte**

*Deutsche Massivumformung – weltweit an zweiter Stelle*

Land	Produktionsleistung (in Mio. T)
China	7800
Germany	1900
India	1800
Japan	1500
USA/Canada/Mexico	1500
Italy	1000
Turkey	1000
Russia	800
Korea	800

Daten 2010

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

Quelle: Industrieverband Massivumformung 6 von 28

**B1 Konstruktiver Leichtbau**

Vergleichsspannung  $\sigma_v$  / MPa

300  
240  
180  
120  
60  
0

Basisdesign → 500 g Gewichtsreduzierung

Topologieoptimierung eines Schwanklagers  
(Grafik: Hirschvogel Automotive Group)

Geschmiedete Ausgleichswelle  
(Bild: Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf)

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau 7 von 28

**B1 Stofflicher Leichtbau**

- **Ersatz von Stahl durch Aluminium**

Gewichtsreduzierung auf Grund Verwendung eines Alu-Schmiedeteiles um 1,8 kg (bei geänderter Achskonstruktion)

Radträger alte C-Klasse

Radträger neue C-Klasse

Quelle: Hirschvogel

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau 8 von 28

## B1 Stofflicher Leichtbau



- **Aktuelle Werkstoffentwicklungen (Stahl)**  
**Grundsätzliche Idee: „Beim Einsatz höherfester Werkstoffe benötigt man weniger Werkstoff“**  
**Entsprechende aktuelle Entwicklungen sind:**

„Neue Werkstoffe und angepasste Prozessketten für höherfeste Stahlwerkstoffe (AFP-M) in geschmiedeten Strukturbauteilen“  
 „Effiziente Prozessketten und neue hochfeste (bainitische) Stähle zur flexiblen Darstellung hoch beanspruchter Strukturbauteile“  
 „Schmiedestähle mit verbesserter Betriebsfestigkeit durch verformungsinduzierte Phasenumwandlung (TRIP)“

## B1 Vergleich Werkstoffeigenschaften



<b>Vergütungsstahl</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ hohe Festigkeit mit hoher Zähigkeit</li> <li>➤ hohe Legierungskosten</li> <li>➤ aufwendige Prozesskette</li> </ul>	
<b>AFP-Stahl</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ etwas geringere Festigkeit bei geringerer Zähigkeit</li> <li>➤ kostengünstige Legierungslage</li> <li>➤ vereinfachte Prozesskette</li> </ul>	
<b>Bainitische Stähle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ hohe Festigkeit bei hoher Zähigkeit</li> <li>➤ günstige Legierungslage</li> <li>➤ vereinfachte Prozesskette (gegenüber Vergütungsstahl)</li> </ul>	

Quelle: Hirschvogel

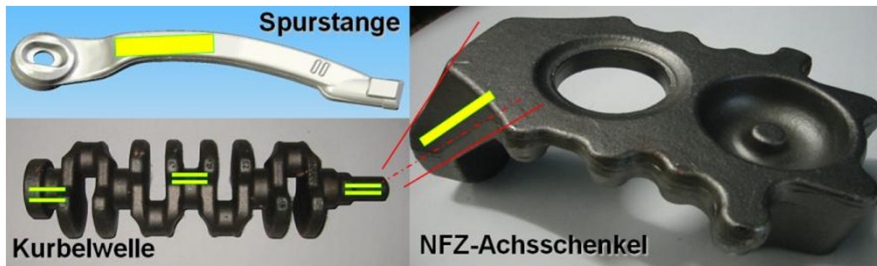
B1 Energieeffizienz durch BauteilAuslegung



Stofflicher Leichtbau

- Aktuelle Werkstoffentwicklungen

„Neue Werkstoffe und angepasste Prozessketten für höherfeste Stahlwerkstoffe (AFP-M) in geschmiedeten Strukturbauteilen“



Quelle: Neue Werkstoffe und angepasste Prozessketten für höherfeste Stahlwerkstoffe in geschmiedeten Strukturbauteilen

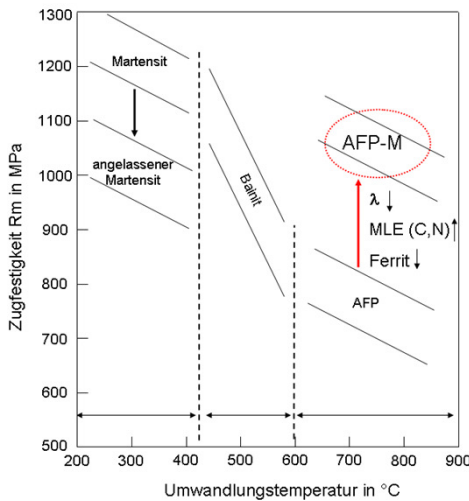
Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

11 von 28

B1 Werkstoffentwicklungen



	Streckgrenze [MPa]	Zugfestigkeit [MPa]	Streckgrenzen -verhältnis	Bruchdehnung [%]	Zähigkeit bei RT [J]
Ziel	> 800	> 1000	> 0,80	> 10	> 27



Am Beispiel Achsschenkel wurden mit Pilotschmelzen im Vergleich mit den Ausgangswerkstoffen folgende Verbesserungen erreicht:

- Streckgrenze verbessert sich um 100 – 280 MPa
- Zugfestigkeit verbessert sich um 115 – 250 MPa
- Streckgrenzenverhältnis verbessert sich von ca. 0,60 auf bis zu 0,73
- Die Dauerfestigkeit steigt mit der statischen Festigkeit.
- Die gewünschte Zähigkeit wird mit bainitischen Gefüge erreicht.

Quelle: Neue Werkstoffe und angepasste Prozessketten für höherfeste Stahlwerkstoffe in geschmiedeten Strukturbauteilen

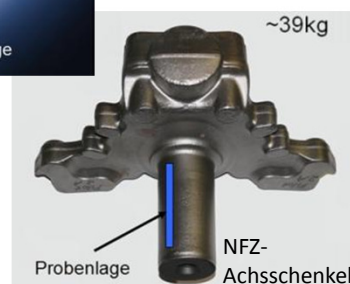
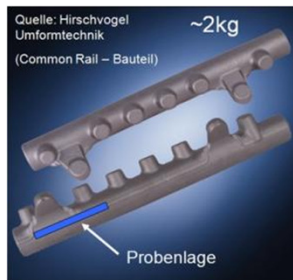
Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

12 von 28

## B1 Werkstoffentwicklungen



	Streckgrenze [MPa]	Zugfestigkeit [MPa]	Bruchdehnung [%]	Zähigkeit bei RT [J]
Ziel	> 850	> 1200	> 10	> 27



Am Beispiel Achsschenkel und Common Rail konnten die angestrebten mechanischen Eigenschaften erreicht werden

Streckgrenze 720 – 780 MPa  
 Zugfestigkeit 1260 – 1280 Mpa  
 Bruchdehnung 10 -15  
 Zähigkeit 25 - 33.  
 Bainitanteil 97 – 99 %

Quelle: Neue Werkstoffe und angepasste Prozessketten für höherfeste Stahlwerkstoffe in geschmiedeten Strukturbauteilen  
 Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

13 von 28

## B1 Energieeffizienz durch Bauteilauslegung



### Stofflicher Leichtbau

- **Versagensorientierte Bauteilauslegung**

**Grundsätzliche Idee: „Eine auf Basis realitätsnaher Belastungsprofile und Versagenskriterien sowie unter Berücksichtigung lokaler Bauteilbelastungen und –eigenschaften durchgeführte Dimensionierung von Bauteilen führt gegenüber der pauschalisierten Bemessung zu geringerem Materialbedarf“**  
**Entsprechende aktuelle Entwicklungen sind:**

- „Betriebssichere Auslegung von Fahrwerkssicherheitsbauteilen aus AFP-Stahl“
- „Einfluss von Faserverlauf und Gefüge auf die Schwingfestigkeit von AFP-Stählen“
- „Untersuchung der Versagenskriterien von Schmiedeteilen in Stahl und Aluminium“

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

14 von 28

**B1 Stofflicher Leichtbau**

**• Versagensorientierte Bauteilauslegung**  
 „Einfluss von Faserverlauf und Gefüge auf die Schwingfestigkeit von AFP-Stählen“

Quelle: Hirschvogel

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

15 von 28

**B1 Energieeffizienz durch Bauteilauslegung**

**Einfluß des Faserverlaufs**

Stahlerzeugung

In der Schmelze ist Schwefel in Eisen löslich. Während der Erstarrung scheidet sich Schwefel aus und verbindet sich mit Mangan zu MnS.

Stahlschmelze

Strangguss

Warmwalzen

Rundmaterial

MnS-Faser

Walzrichtung

10 µm

Vergrößerung = 5.00 K X    Datum :20 Okt 2008  
 Signal A = SE1    Strahlröhrchenmesser = 500

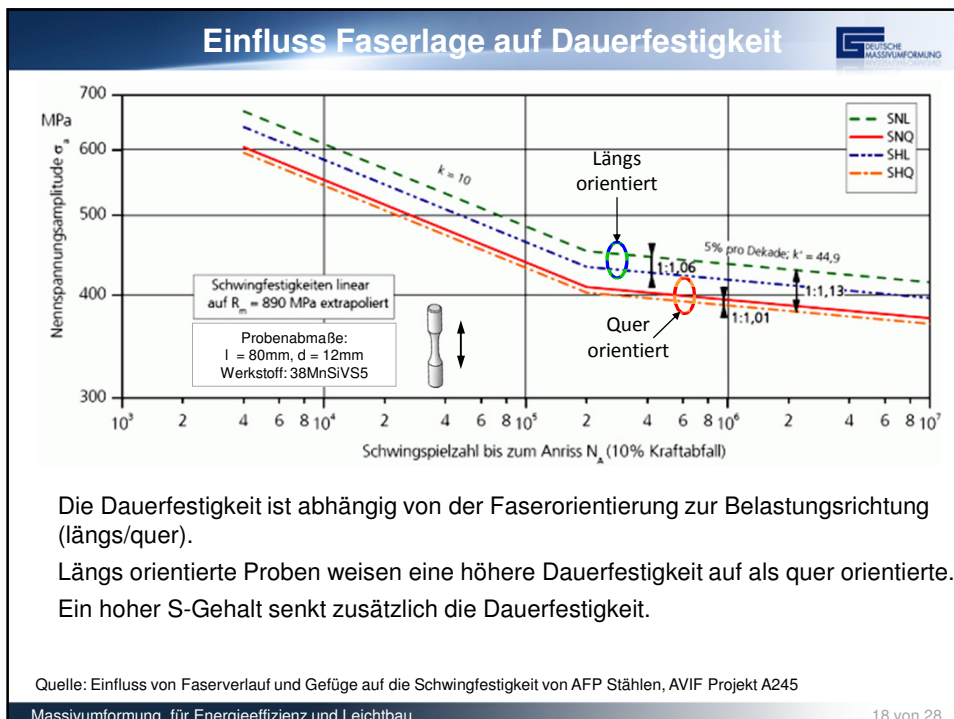
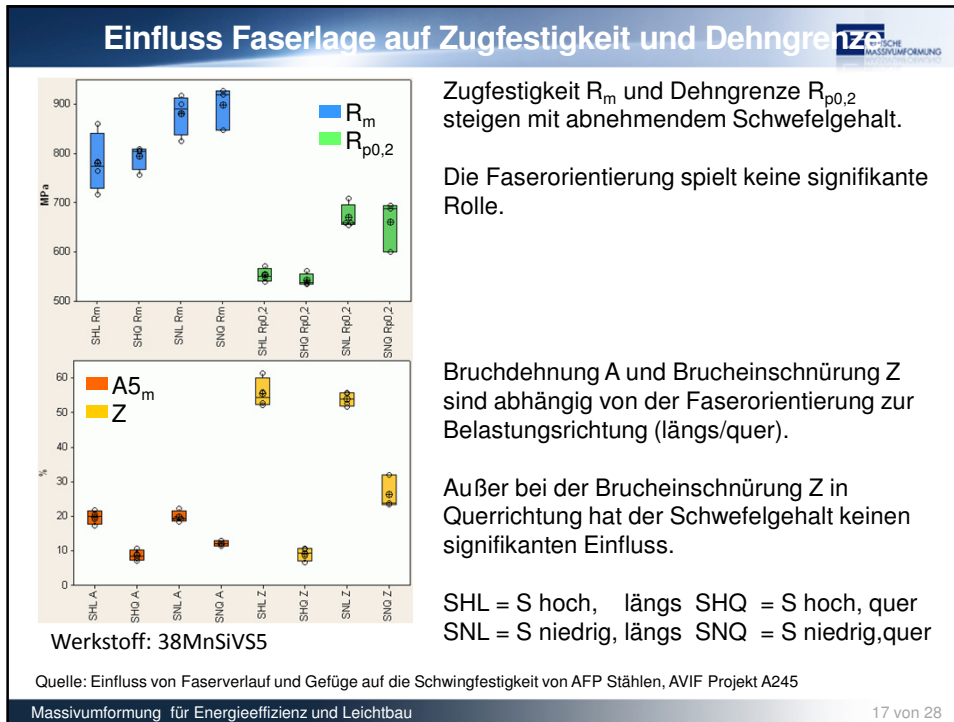
Quelle: Böhler, Breitenfeld, EWS, IFW

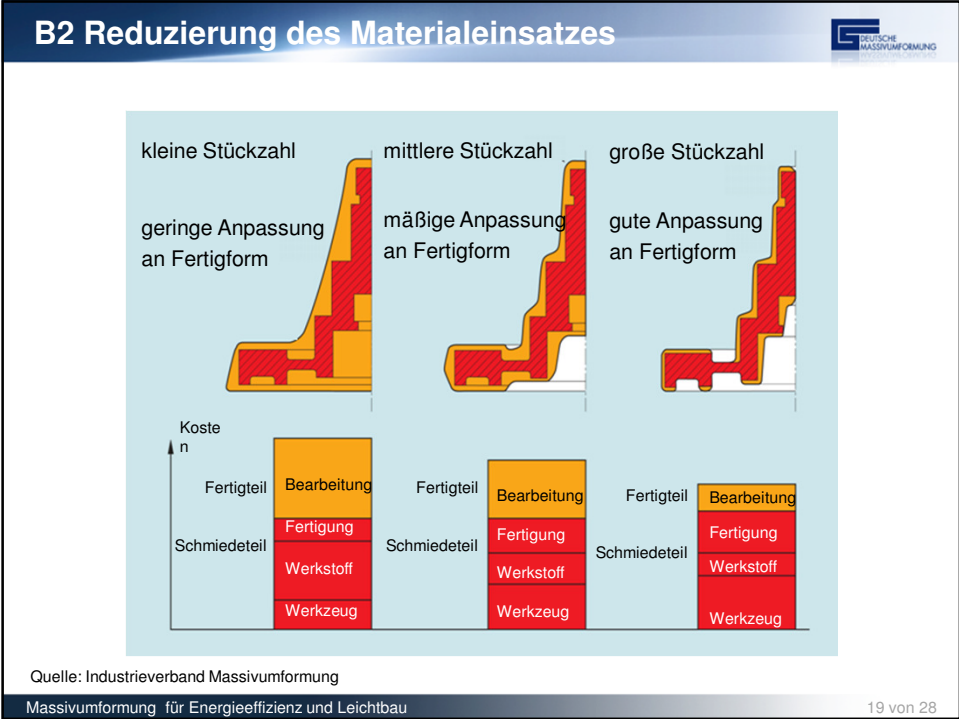
Werkstoff: 38MnSiVS5

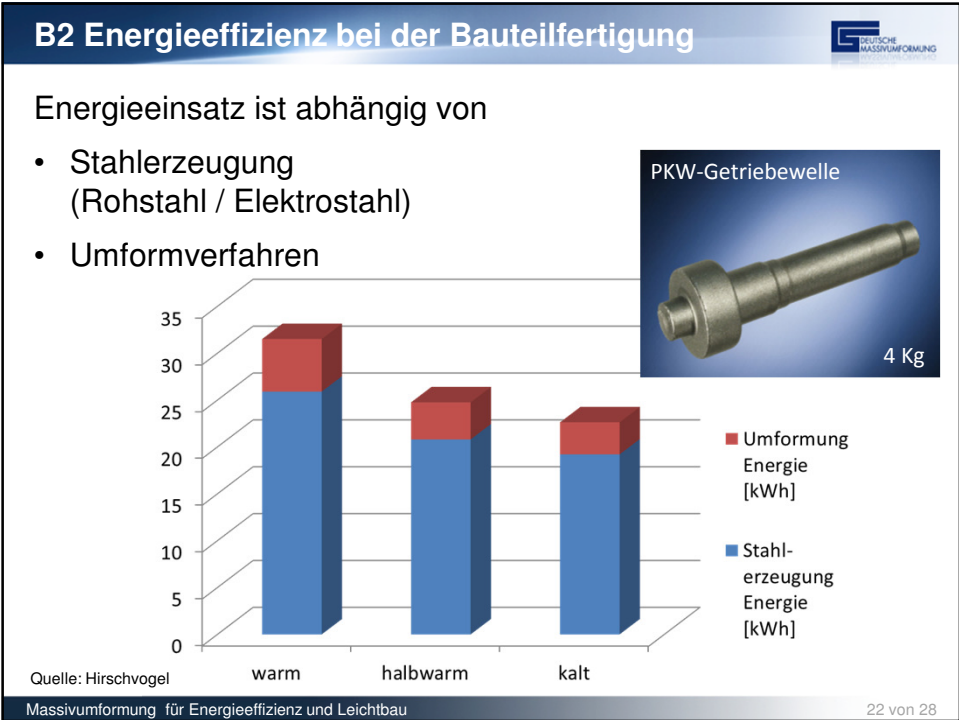
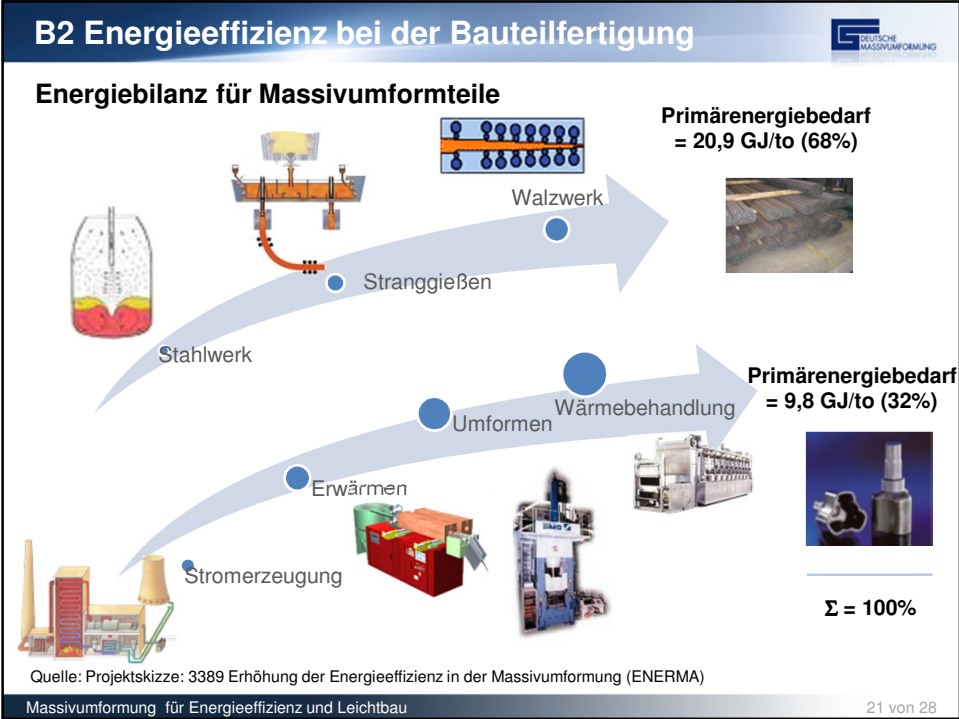
Quelle: Hirschvogel

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

16 von 28







## B2 Nutzung Wärme



Die entlang des Umformprozesses entstehende Abwärme wird heute überwiegend nur zu Heizzwecken genutzt. Das BMBF geförderte Projekt ENERMASS hat zum Ziel, die Nutzung der eingesetzte Prozessenergie zu verbessern:

- Einsatzmaterial einsparen
- Wärme im Bauteil zur Wärmebehandlung nutzen
- Wärmen effektiver ermöglichen
- Wärme auf hohem Temperaturniveau sammeln um sie besser nutzen zu können



Quelle: Erhöhung der Energieeffizienz in der Massivumformung (ENERMASS) BMBF 02PO2000

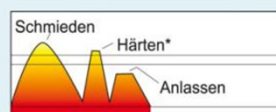
Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

23 von 28

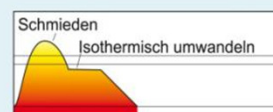
## B2 Effiziente Einbringung und Nutzung der Wärme



- Integrierte Wärmebehandlung, Härtung ...



\*Austenitisieren und Abschrecken  
Vergüten(V)



Aus der Schmiedewärme kontrolliert abkühlen,  
isothermisch umwandeln (BG oder BF)




Aus der Schmiedewärme kontrolliert abkühlen,  
kontinuierlicher Verlauf (P)

Schematische Darstellung der Wärmebehandlungsverfahren bei Gesenkschmiedeteilen aus **Stahl**

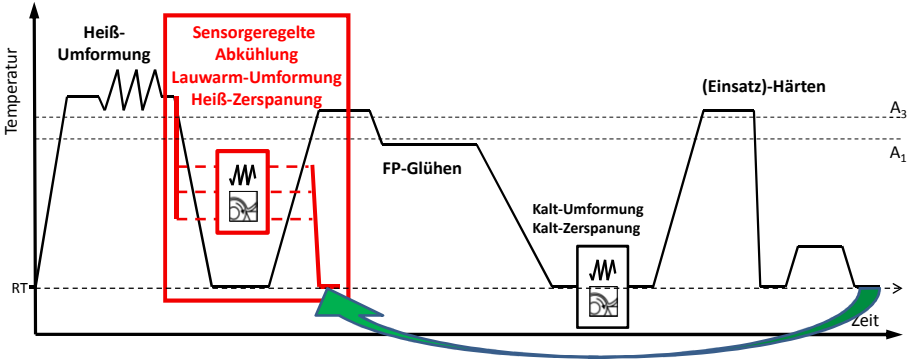
Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

Quelle: Industrieverband Massivumformung 24 von 28

## B2 Effiziente Einbringung und Nutzung der Wärme




- **Integrierte Wärmebehandlung, Härtung ...**  
 Forschung:  
 Integration der Wärmebehandlung, einer verfestigenden Lauwarmumformung und der Heißzerspanung in eine sensorkontrollierte Abkühlung aus der Schmiedehitze.




Quelle: Erhöhung der Energieeffizienz in der Massivumformung (ENERMASS) BMBF 02PO2000

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau
25 von 28

## B3 Energieeffizienz beim Bauteilbetrieb



**Energieeinsparung bei rotatorisch betriebenen Bauteilen durch Reduktion nicht tragender Querschnitte**



Quelle: Hirschvogel

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau
26 von 28

### B3 Energieeffizienz beim Bauteilbetrieb

**Reduzierte Massen und Querschnitte**

**Funktionsintegration**

**Belastbarkeit die nur von Umformteilen und entsprechenden Werkstoffen geleistet werden können**



Quelle: Hirschvogel

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

27 von 28

### Energieeffizienz und Leichtbau in der Massivumformung



**Vielen Dank für Ihr Interesse**

Massivumformung für Energieeffizienz und Leichtbau

28 von 28