



Einsatzhärten vs. Induktionshärten

Wirtschaftlichkeitsvergleich beim Wärmebehandeln von Zahnrädern

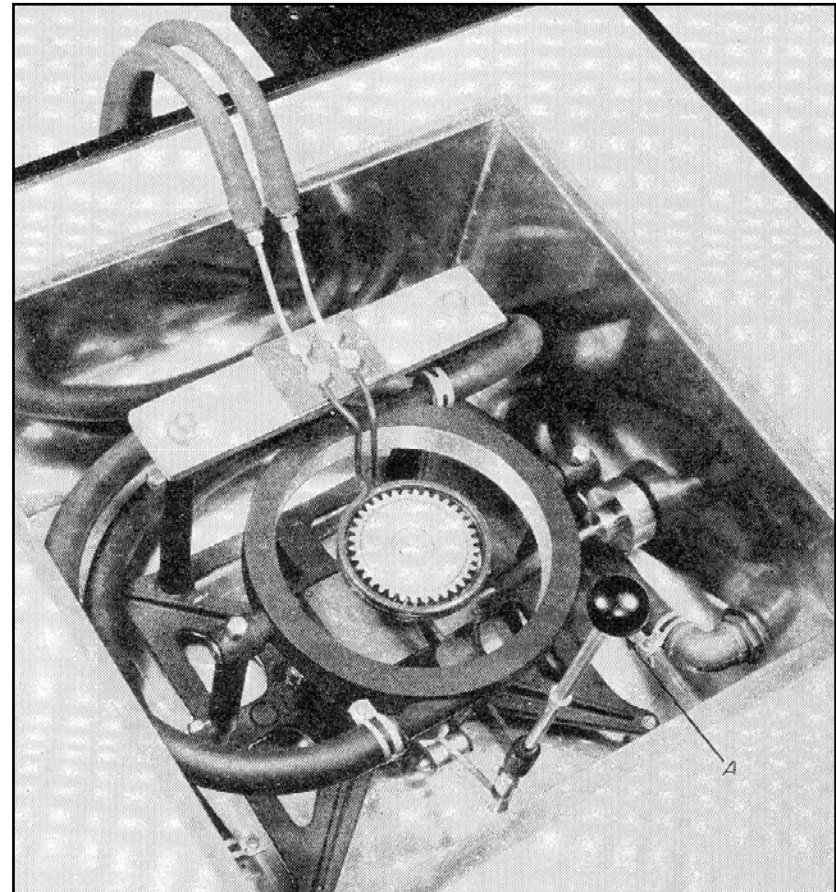
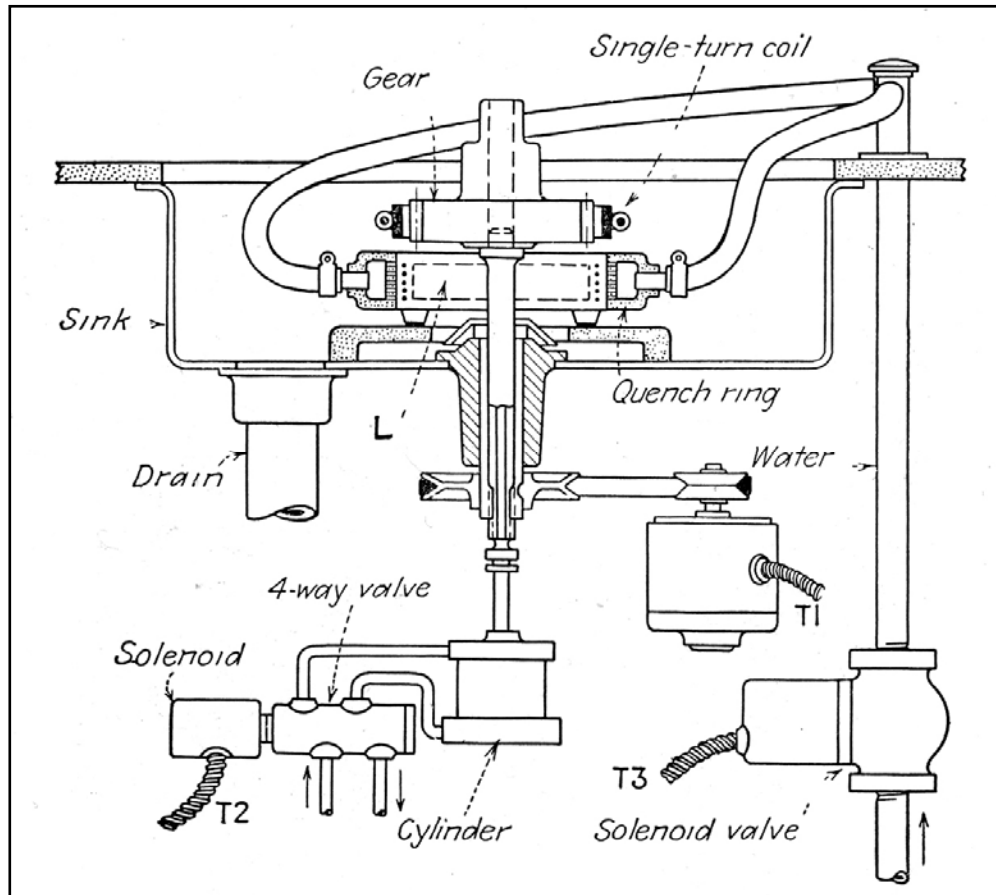
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Peter

Dipl.-Ing. Hubertus Jehnert

64. HK 2008 Wiesbaden
08. bis 10. Oktober 2008

Grundlagen: Geschichte des induktiven Randschichthärtens

Entwicklungen in USA in der Zeit 1935-1950



Grundlagen: Voraussetzungen zum induktiven Randschichthärten

Werkstoffe

Zum Beispiel Stähle für Flamm- und Induktionshärten nach DIN 17212 und Vergütungsstähle nach DIN EN 10083 (Auswahl)

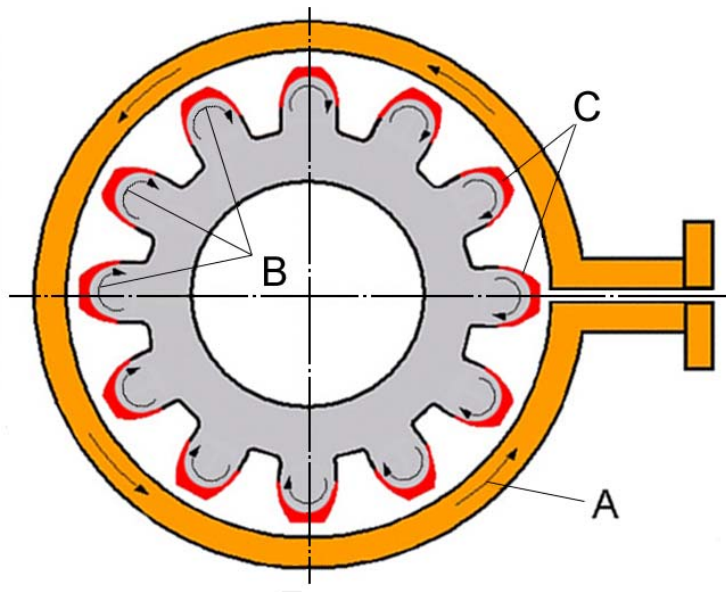
→ C ≥ 0,35 % ←

Kurzbezeichnung	Werkstoff-Nr.	Erreichbare Härte
C 35	1.0501	50-55
C 45	1.0503	55-60
Cf 45	1.1193	55-60
Cf 53	1.1213	58-63
34CrMo4	1.7220	52-58
42CrMo4	1.7225	54-61
50CrMo4	1.7228	57-62
58CrV4	1.8161	59-64

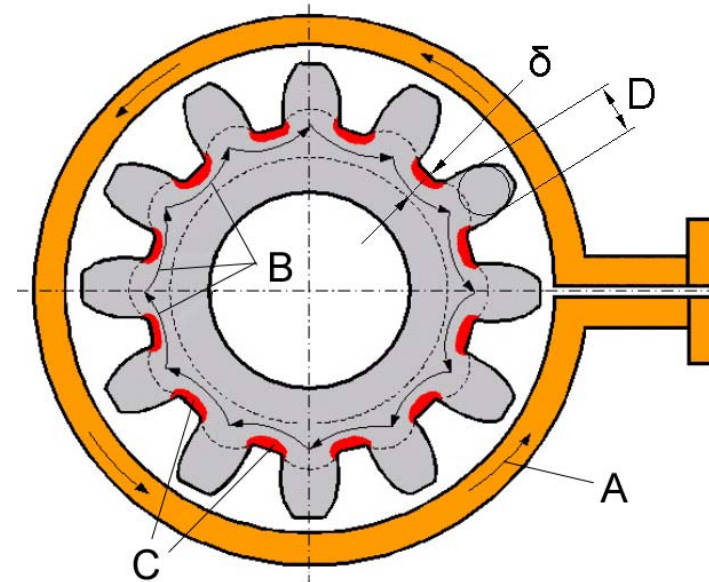
Grundlagen: Induktives Randschichthärten mit einer Frequenz

Allzahnverfahren mit HF (ca. 150 – 350 kHz) und MF (ca. 10 – 25 kHz)

Wärmebild mit HF



Wärmebild mit MF



Grundlagen: Induktives Randschichthärten mit zwei simultanen Frequenzen

Bei optimaler Abstimmung von MF, HF, Leistungsdichte und Heizzeit zum Zahnprofil können optimale Einhärtungsprofile erreicht werden:

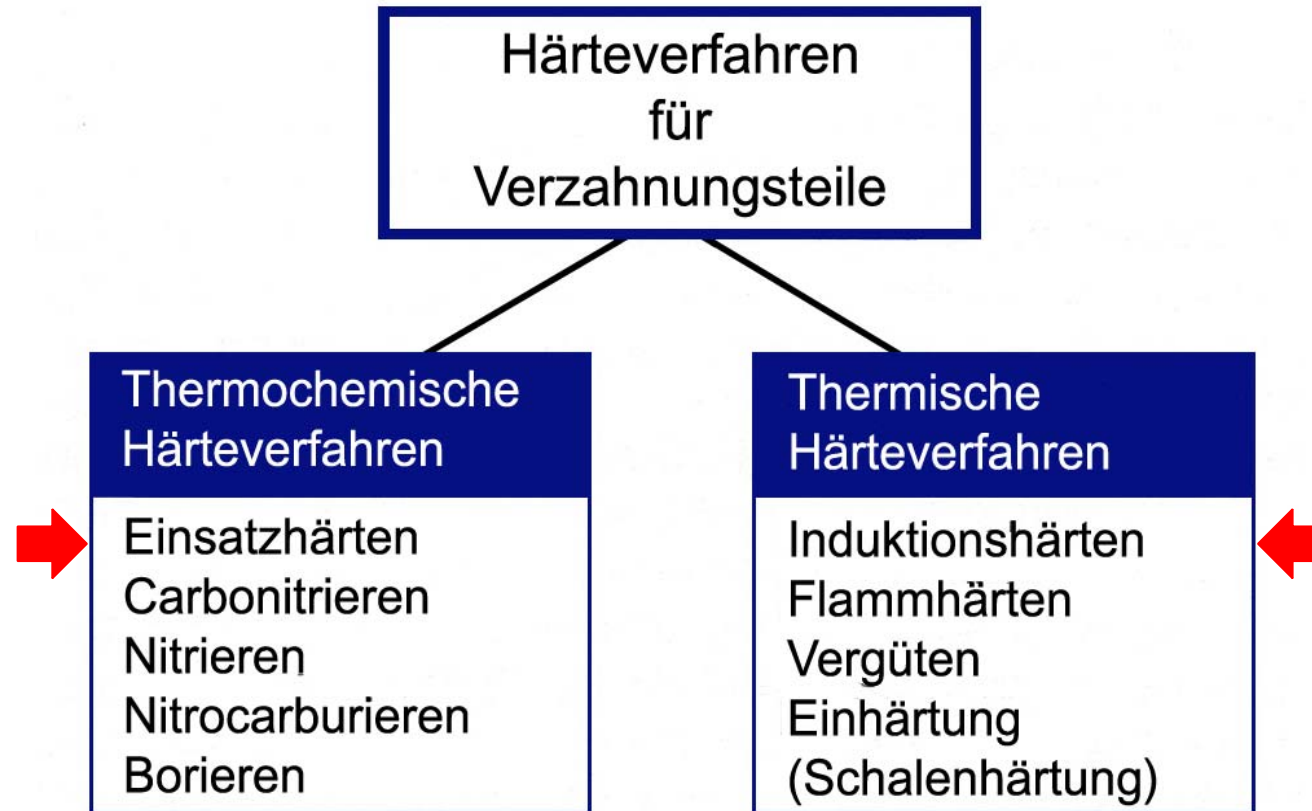


Grundlagen: Induktives Randschichthärten mit zwei simultanen Frequenzen



Härteanlage mit einem 3000kW SDF[®]-Generator. Mit dieser Anlage können Zahnformteile induktiv konturengetreu randschichtgehärtet werden.

Wirtschaftlichkeitsvergleich: Auswahl der Härteverfahren



Wirtschaftlichkeitsvergleich: Das Werkstück

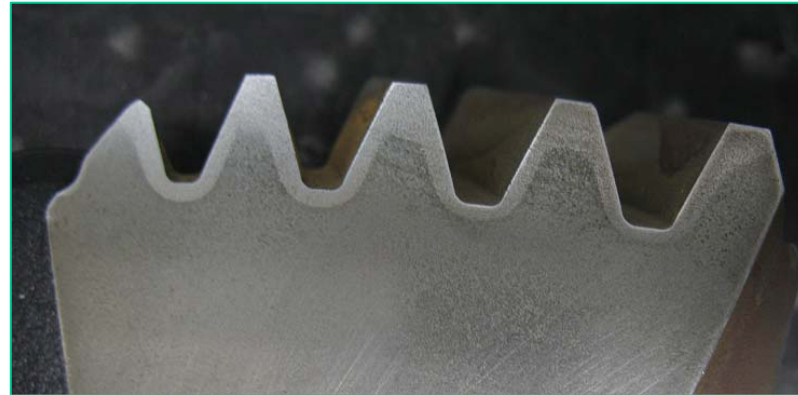
Tellerrad aus PKW-Differential

Werkstoff Einsatzhärten:

16MnCrS5

Werkstoff Induktives Randschichthärten:

52Mn5



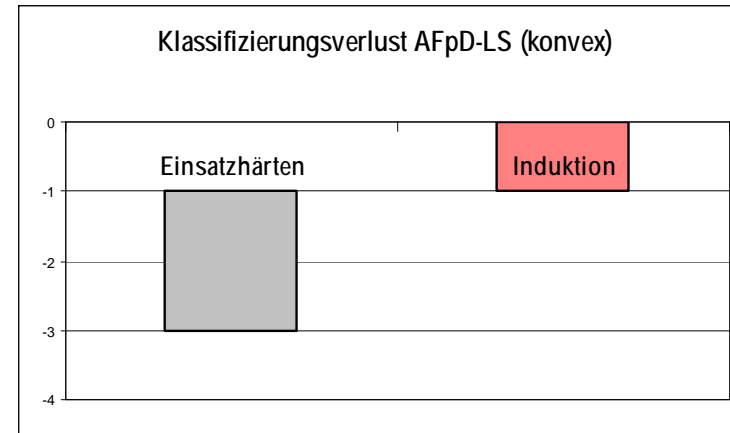
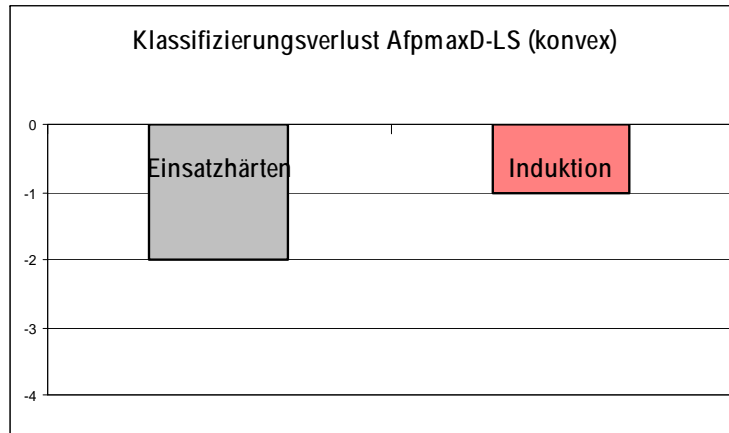
Wirtschaftlichkeitsvergleich: Die Randbedingungen

Jahresproduktion:	1.350.000 Stück
Elektroenergie:	0,15 EUR/kWh
Gas:	0,075 EUR/kWh
Auslastung Einsatzhärteanlage:	0,85
Auslastung SDF®-Härteanlage:	0,6
Stückzeit Ind. Randschichthärten:	12 s (Härten + Anlassen)

Wirtschaftlichkeitsvergleich: Effekte am Werkstück

Reduzierung der Genauigkeitsklasse

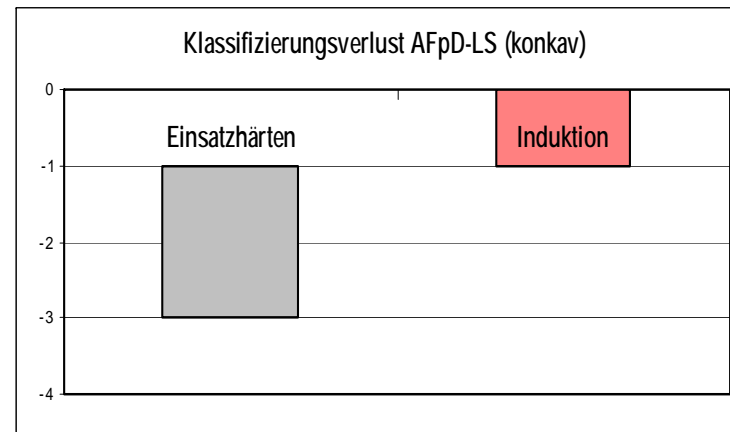
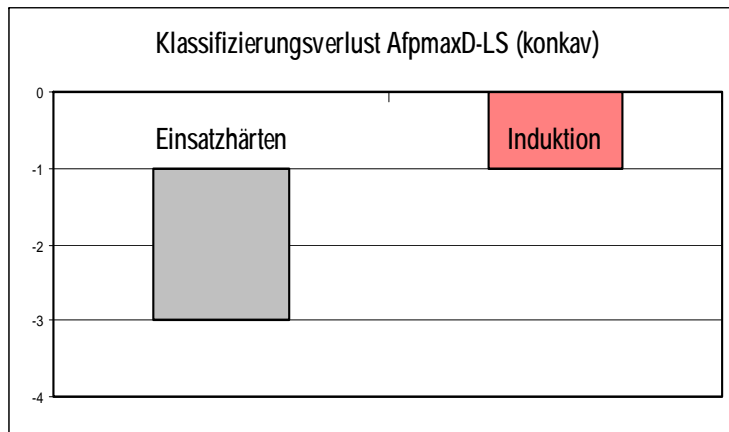
Konvexer Zahnbereich



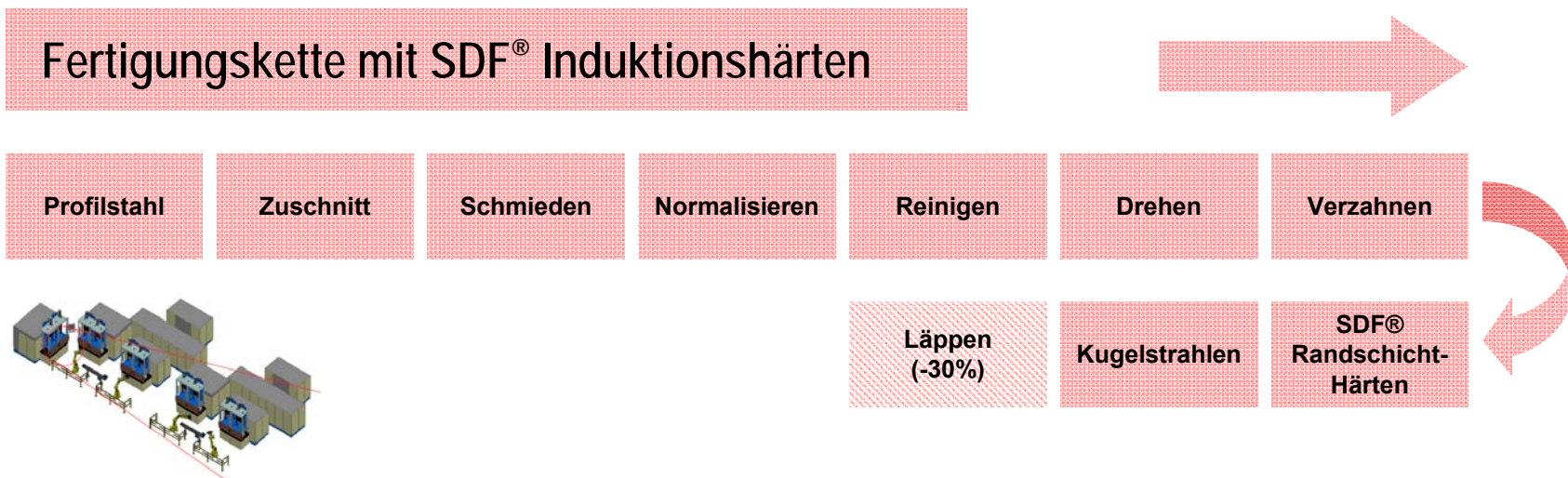
Maximaler Teilungsfehler

Summenteilungsfehler

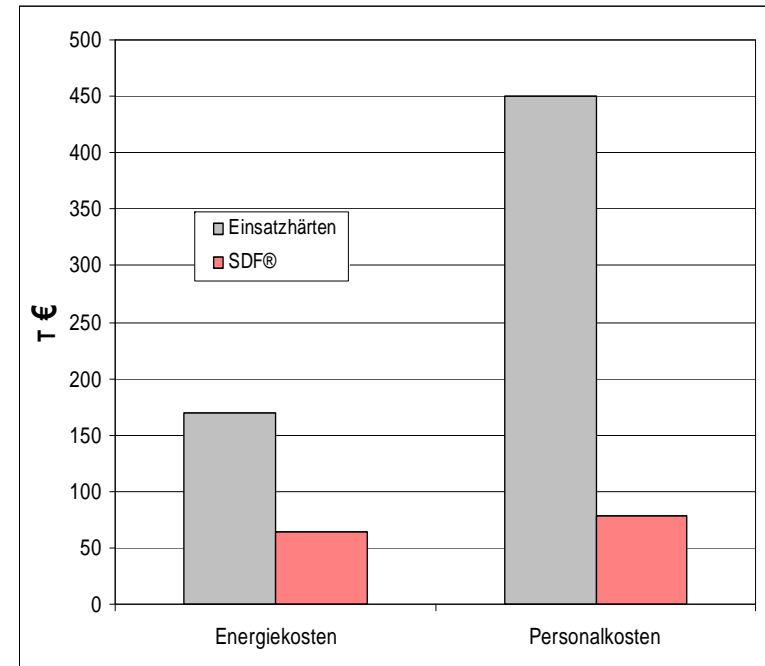
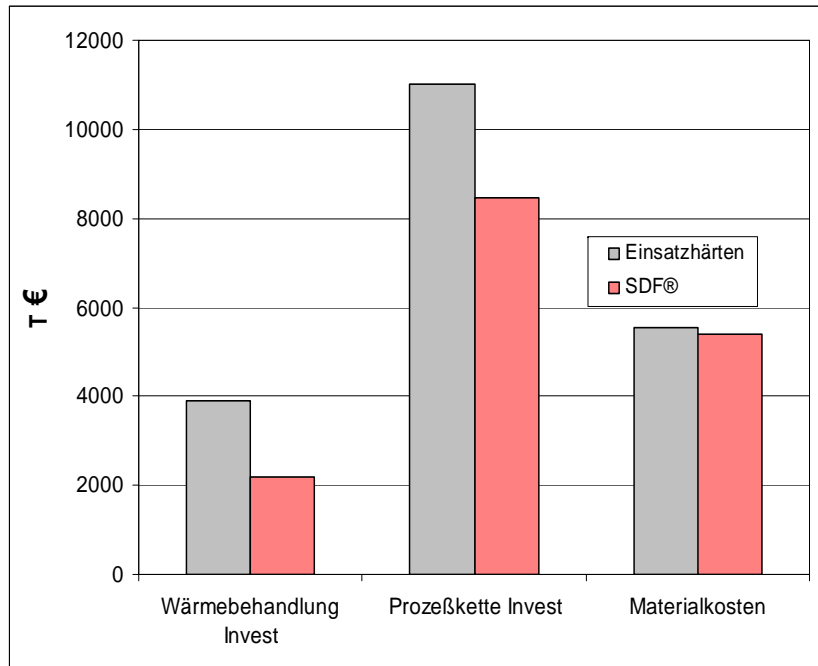
Konkaver Zahnbereich



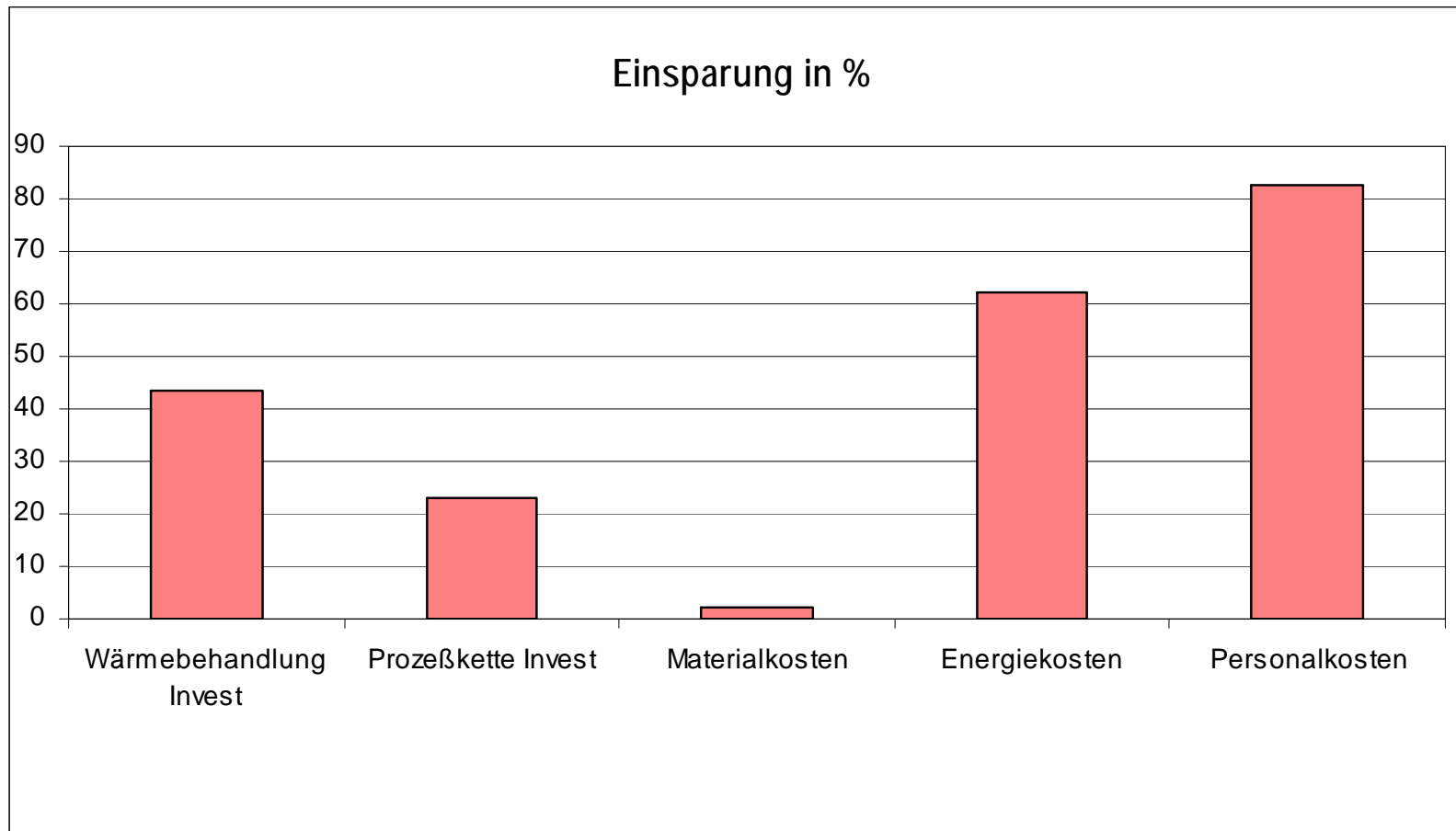
Wirtschaftlichkeitsvergleich: Effekte in der Prozeßkette



Wirtschaftlichkeitsvergleich: Effekte auf Kostenebene



Wirtschaftlichkeitsvergleich: Prozentuale Einsparung



Wirtschaftlichkeitsvergleich: Nicht berücksichtigte Kosteneffekte

Zins- und Abschreibungseffekte

Kosten für Teilelogistik, Pufferung, IT

Versorgung mit technischen Gasen

Geringerer Verbrauch an Abschreckmittel und Kühlleistung

Auslastung der SDF[®]-Härteanlage liegt nur bei ca.60% -
dadurch Kapazitätsreserve von ca. 2400h/a

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Einsatzhärten vs. Induktionshärten

Wirtschaftlichkeitsvergleich beim Wärmebehandeln von Zahnrädern

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Peter

Dipl.-Ing. Hubertus Jehnert

64. HK 2008 Wiesbaden
08. bis 10. Oktober 2008