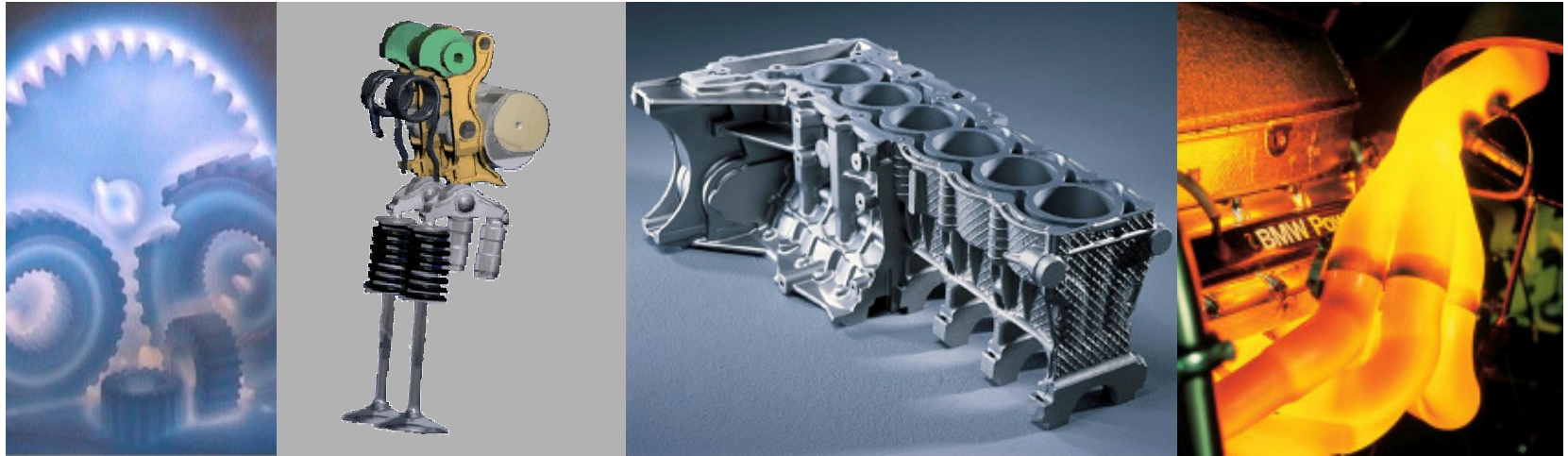


Werkstofftrends im Verbrennungsmotor.



Dr.-Ing. J. Staeves
EP-530
Metalle und Beschichtungen

BMW Group



Einleitung.

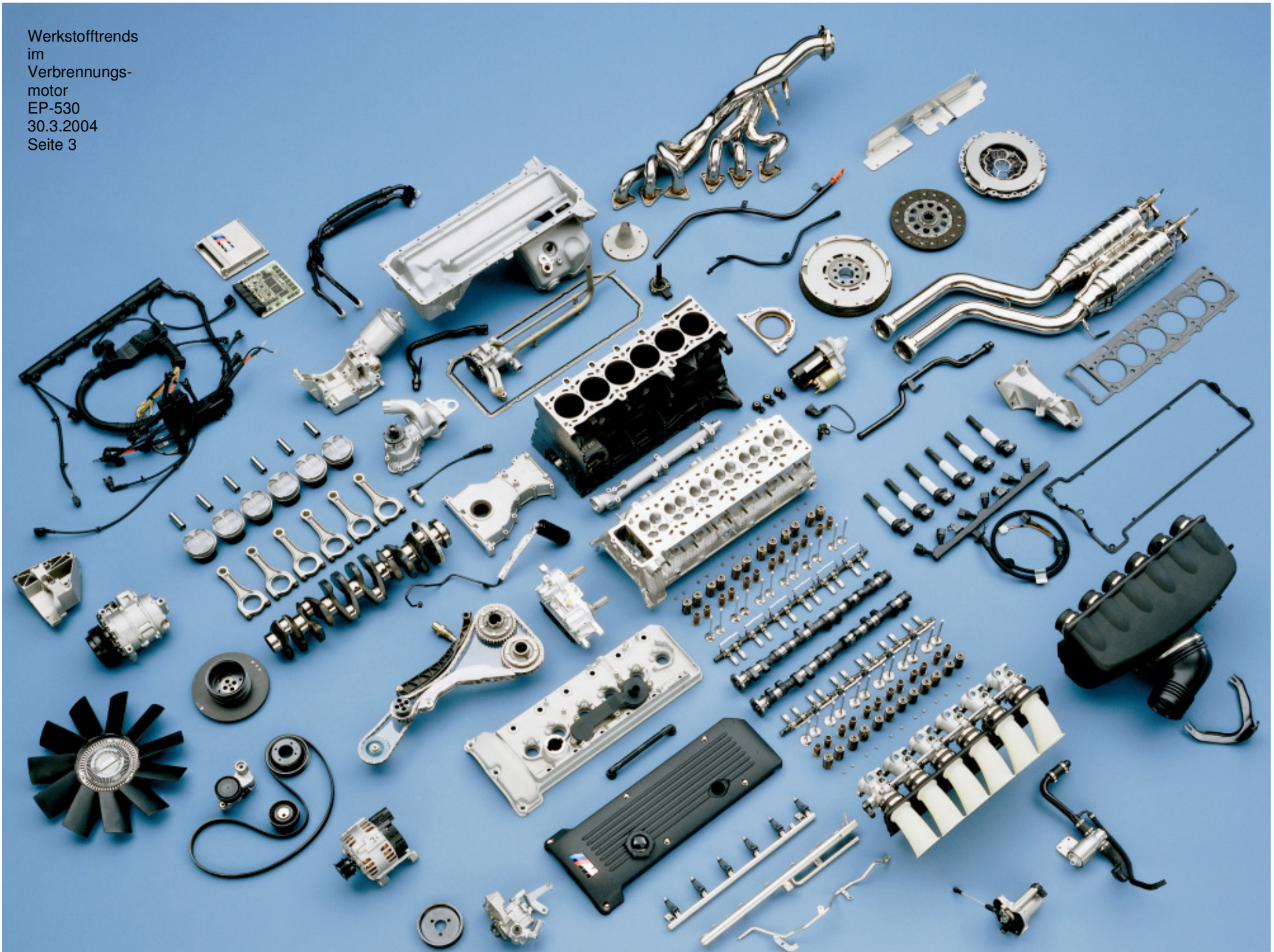
Historischer Vergleich.

BMW 326 und BMW 520i.



Baujahr	1936	2000	2004
Motor	6-Zylinder	6-Zylinder	6-Zylinder
Hubraum	1.971	1.991	2.171
Leistung	37 kW (50 PS) bei 3.750 1/min	110 kW (150 PS) bei 5.900 1/min	125 kW (170 PS) bei 6.100 1/min
Höchstgeschwindigkeit	115 km/h	220 km/h	230 km/h
Kraftstoffverbrauch (gemessen bei 90 km/h / außerstädtisch)	14 l/100 km	6,9 l/100 km	6,8 l/100km

Werkstofftrends
im
Verbrennungs-
motor
EP-530
30.3.2004
Seite 3



Ableitung zukünftiger Entwicklungen aus Trends?

“Ich glaube an das Pferd. Das Automobil ist nur eine vorübergehende Erscheinung.”

[Kaiser Wilhelm II., um 1900]

“Nuklearbetriebene Staubsauger werden wahrscheinlich schon in 10 Jahren Realität.”

[Alex Lewyt, Präsident Lewit Vacuum cleaner Company, 1955]

“640 KB sollten für jedermann genug sein.”

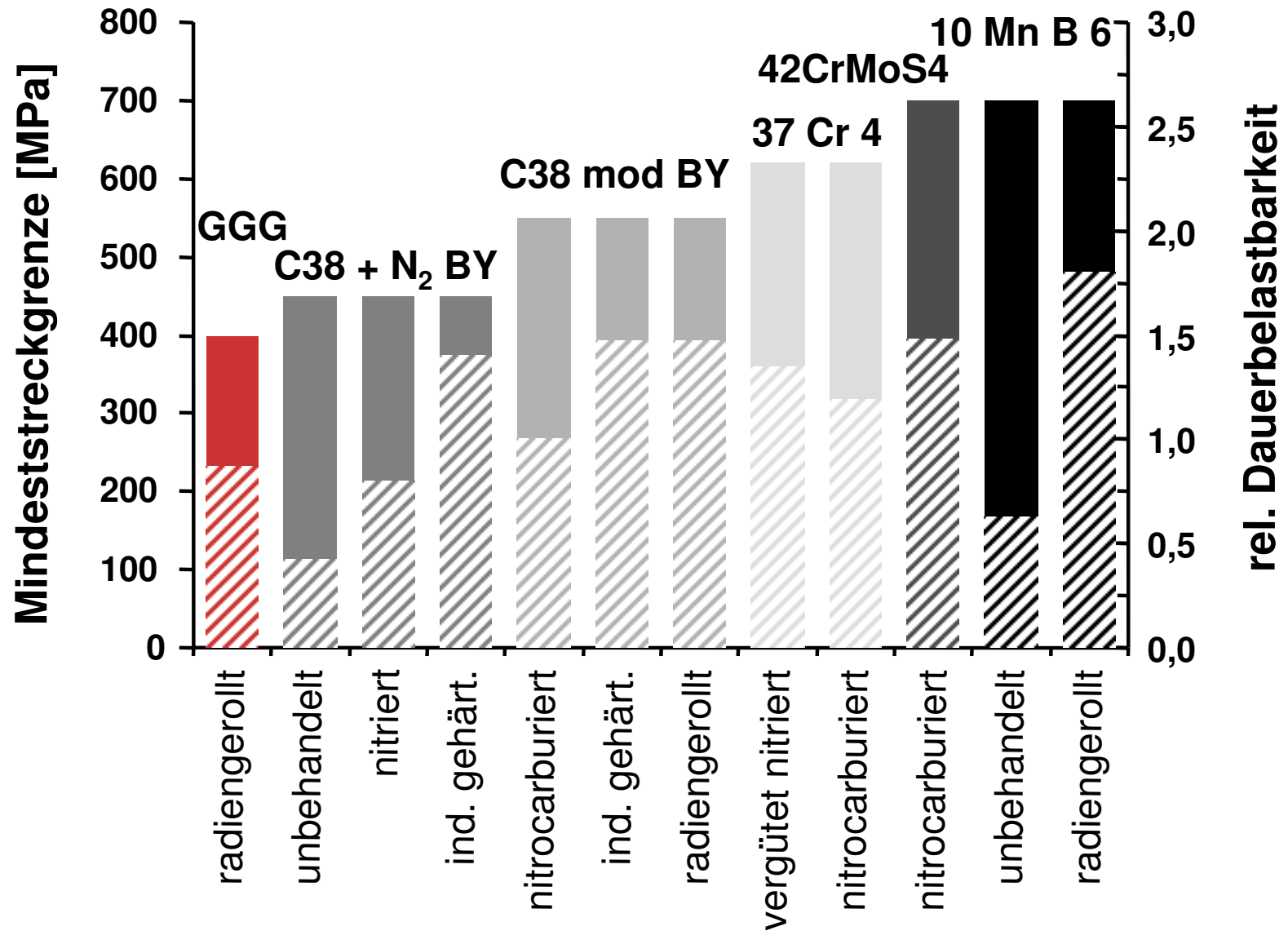
[Bill Gates, 1981]

Werkstofftrends im Verbrennungsmotor.

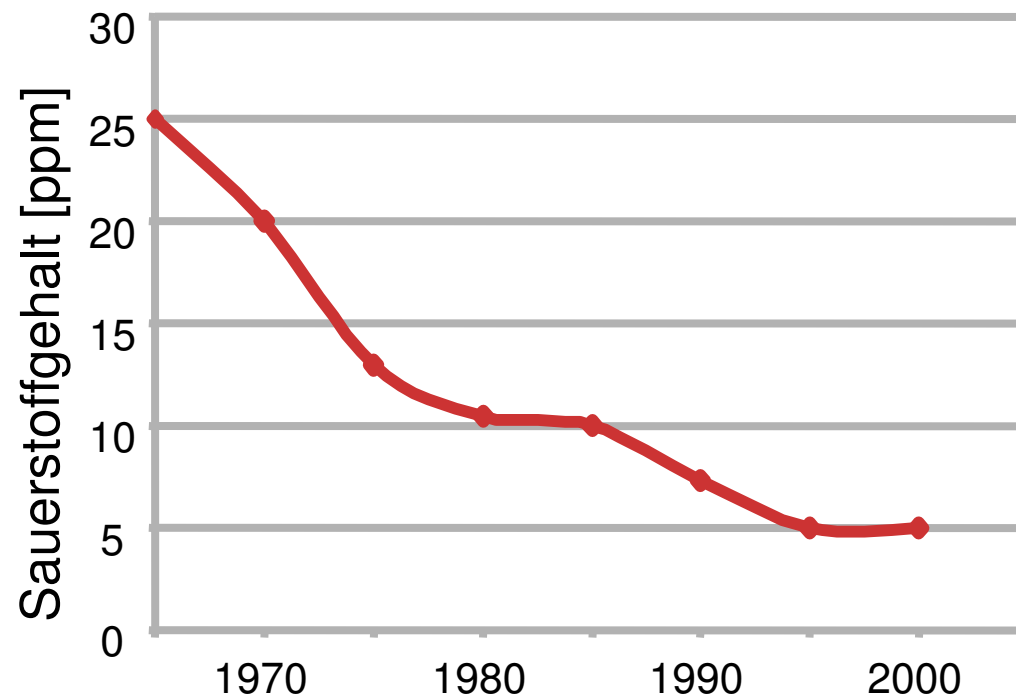
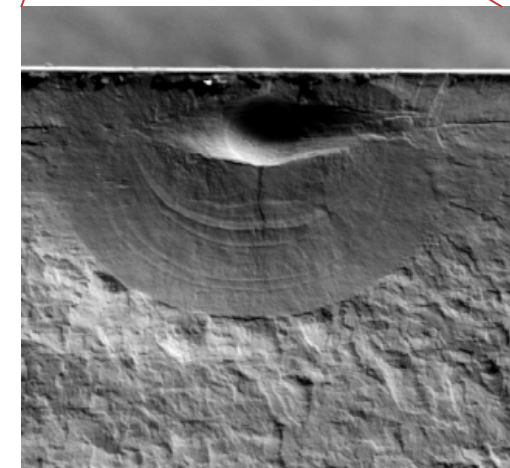
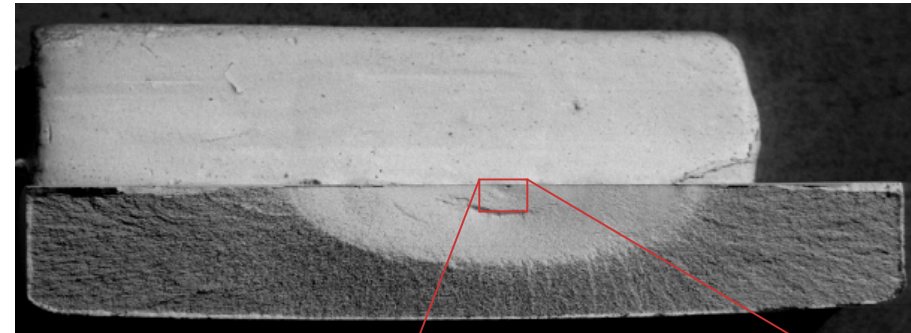
Inhalt.

- Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe
 - Gusskurbelwelle
 - Kunststoffe
- Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik
 - Metal Injection Moulding
 - Aluminium- und Stahlsinterwerkstoffe
- Mischbau: Der richtige Werkstoff am richtigen Ort
 - Mg-Al-KGH, Aluminiumschrauben
 - Gebaute Nockenwelle
- Neue Herausforderungen
 - Wasserstoff
 - Steigende Temperaturen

Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe. Einfluß von Werkstoff und Nachbehandlung auf die Dauerbelastbarkeit einer Kurbelwelle.



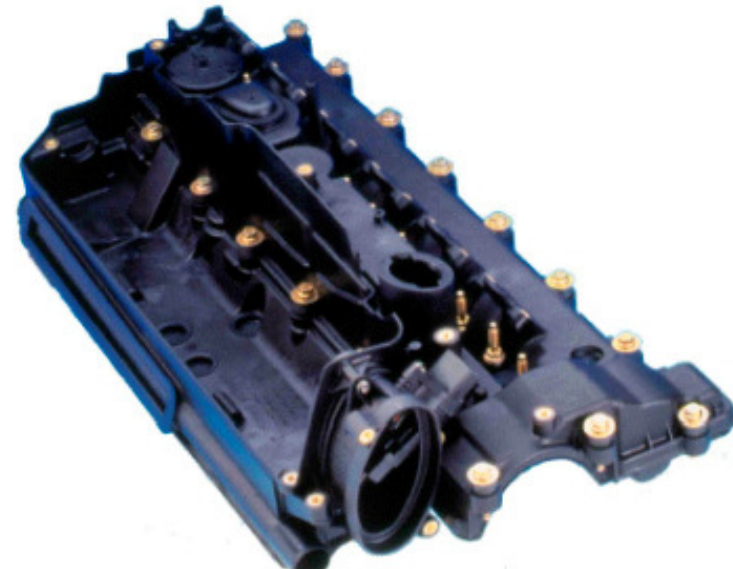
Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe. Hohe Reinheit der Werkstoffe. Sauerstoffgehalt am Beispiel 100Cr6.



Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe. Zunehmender Anteil von Kunststoffen.



Sauganlage



Zylinderkopfhaube mit Ölbascheidung



Schallabsorber



Ölsaugrohr



Ölpeilstab-
führungsrohr



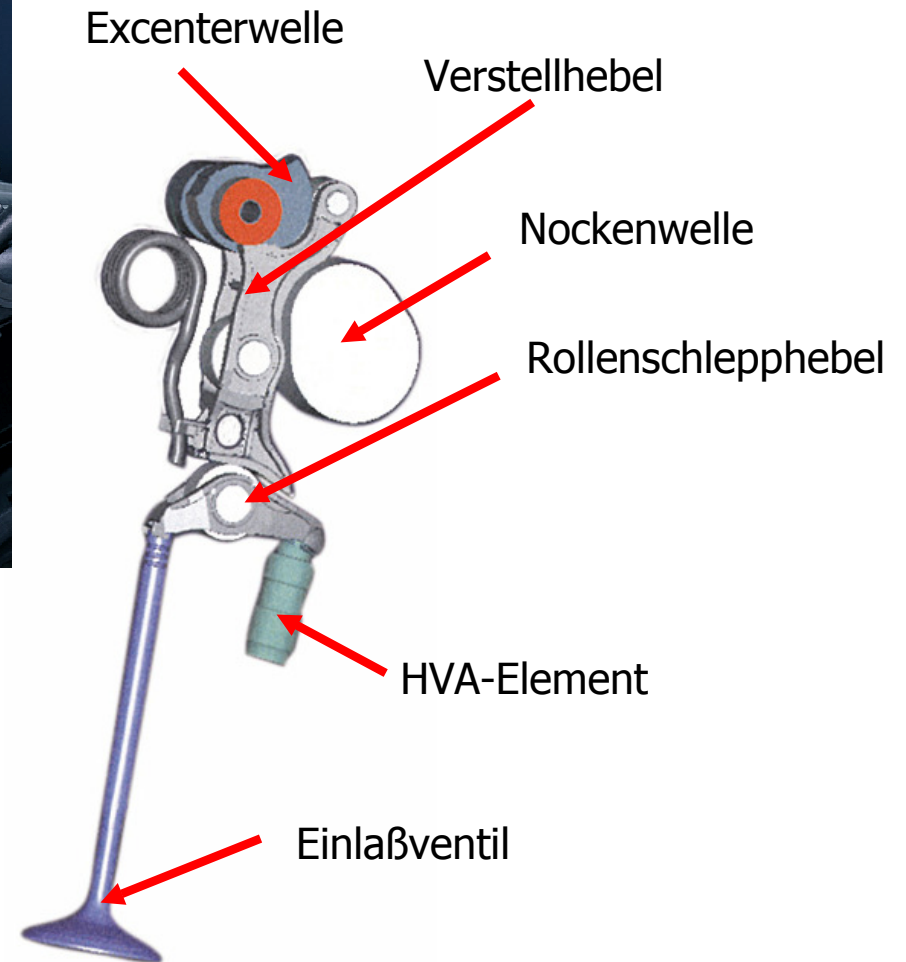
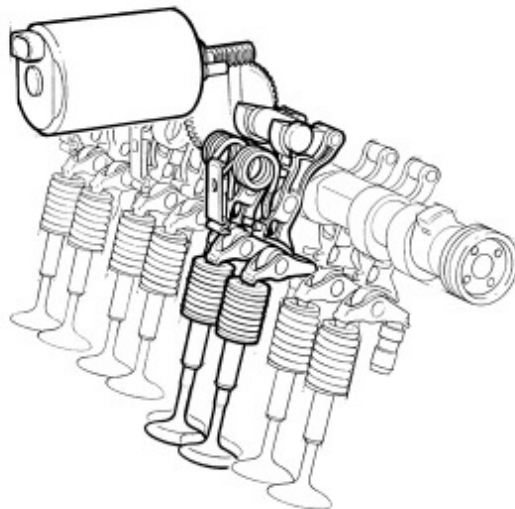
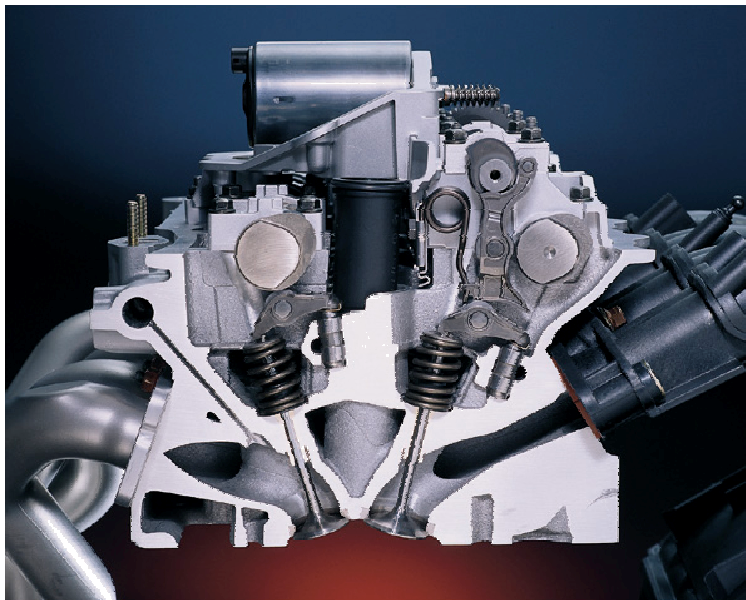
Riemenscheibe

Werkstofftrends im Verbrennungsmotor.

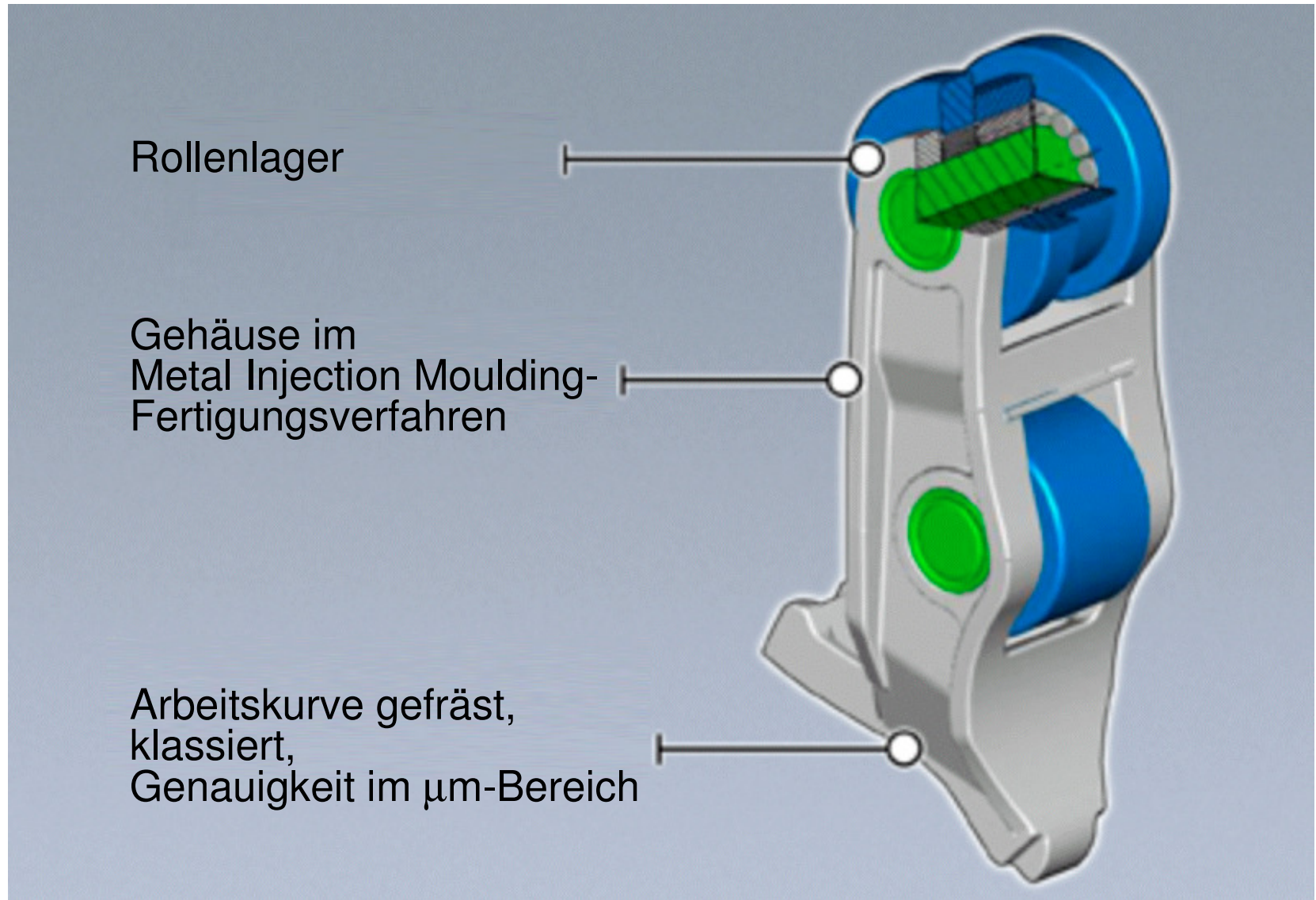
Inhalt.

- Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe
 - Gusskurbelwelle
 - Kunststoffe
- **Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik**
 - Metal Injection Moulding
 - Aluminium- und Stahlsinterwerkstoffe
- Mischbau: Der richtige Werkstoff am richtigen Ort
 - Mg-Al-KGH, Aluminiumschrauben
 - Gebaute Nockenwelle
- Neue Herausforderungen
 - Wasserstoff
 - Steigende Temperaturen

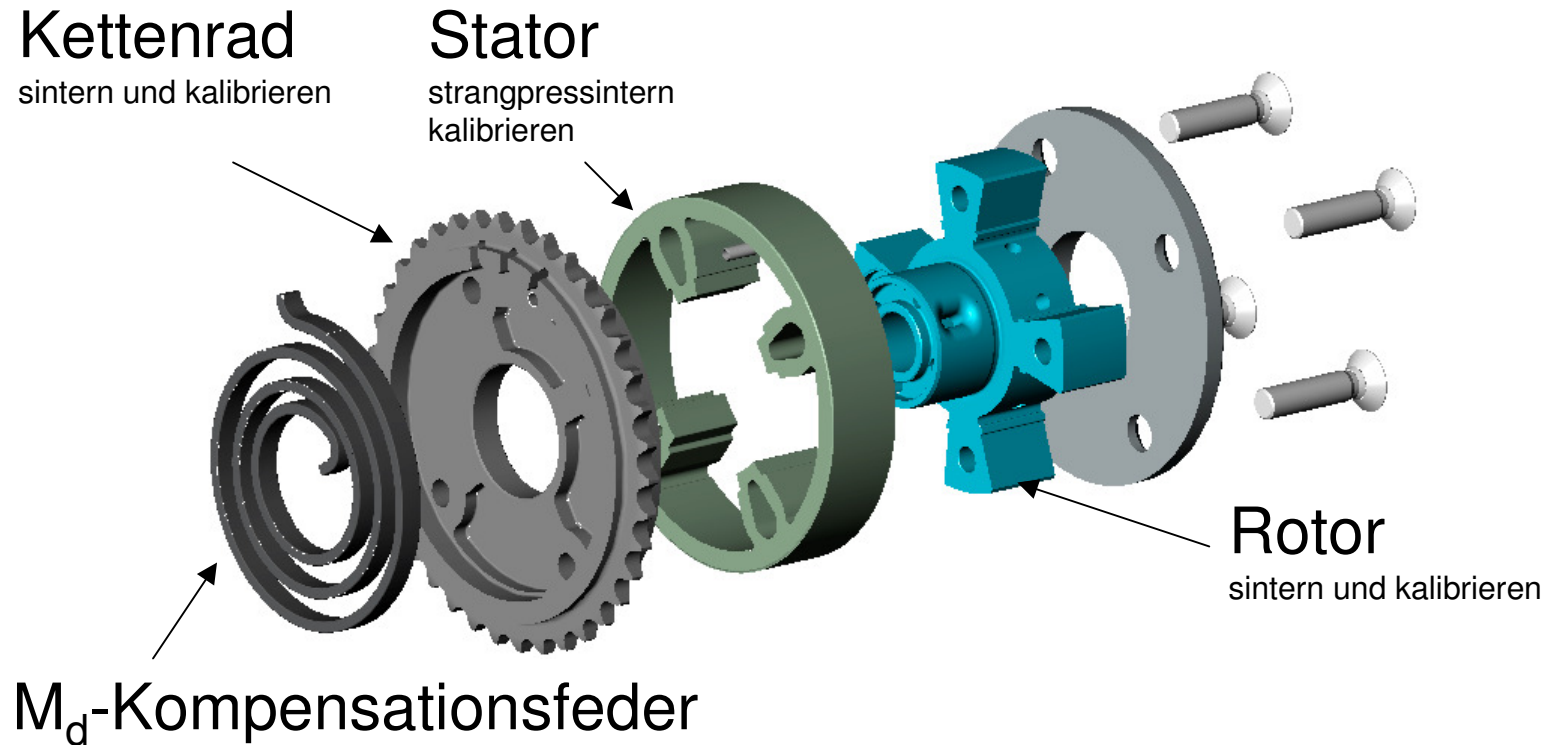
Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik. VVT. Variabler Ventilhub.



Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik. Metal Injection Moulding. VVT-Zwischenhebel.



Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik. Aluminium-Sinterwerkstoffe. Variable Nockenwellenverstellung VANOS.



- Gewichtseinsparung gegenüber Stahl-Stellern 800g
- Hoher Si-Anteil zur Sicherstellung der Verschleißfestigkeit
- Sintern zur kostengünstigen Erreichung der Maßhaltigkeit bei geringer Anzahl spanend bearbeiteter Flächen

Werkstofftrends im Verbrennungsmotor.

Inhalt.

- Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe
 - Gusskurbelwelle
 - Kunststoffe
- Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik
 - Metal Injection Moulding
 - Aluminium- und Stahlsinterwerkstoffe
- **Mischbau: Der richtige Werkstoff am richtigen Ort**
 - Mg-Al-KGH, Aluminiumschrauben
 - Gebaute Nockenwelle
- Neue Herausforderungen
 - Wasserstoff
 - Steigende Temperaturen

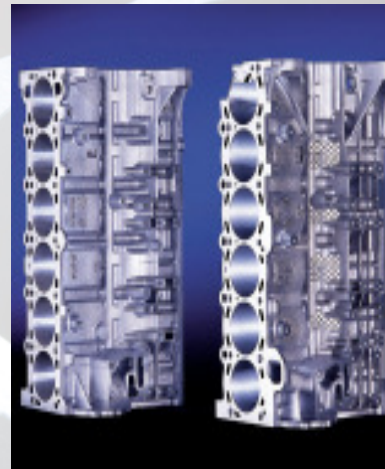
Mischbau.

Werkstoffe für Kurbelgehäuse und Laufbuchsen.

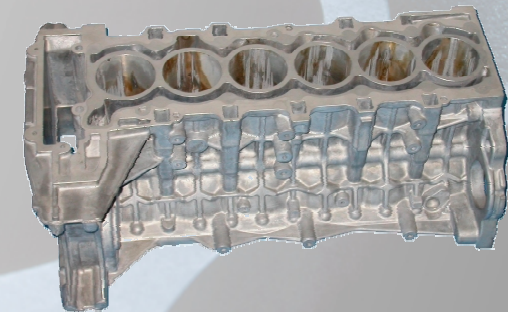
	1980	1990	2000	2004
Benzin	GJL	Al+GJL-Buchsen Alusil		Al-Mg
M	GJL		Alusil	
Diesel	GJL, GJV			



Reihensechszylinder
M-Motor
Grauguss



Reihensechszylinder
Benzinmotor
Al mit GJL-Laufbuchsen

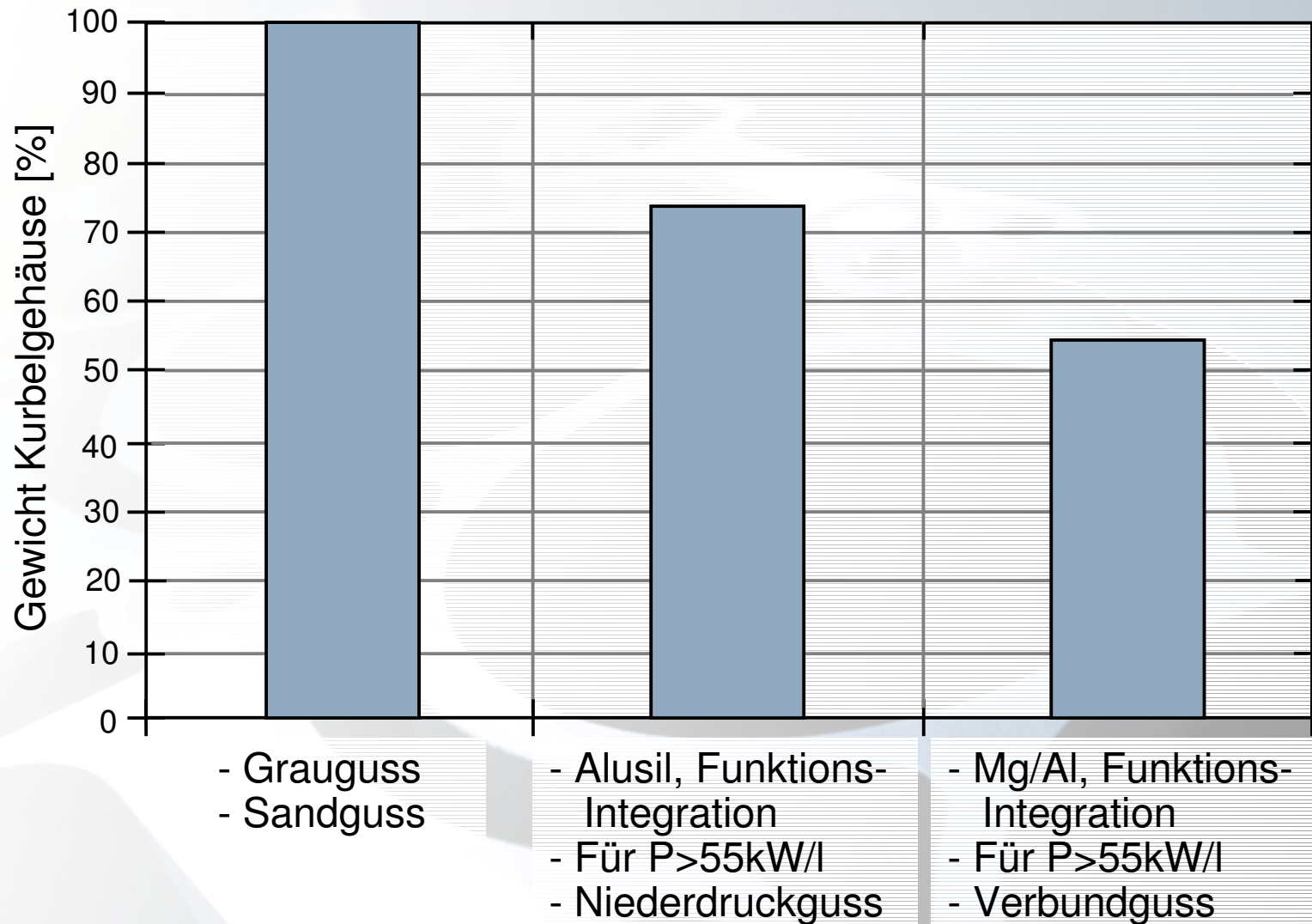


Reihensechszylinder
Benzinmotor
Al-Mg Verbundkurbelgehäuse

Mischbau.

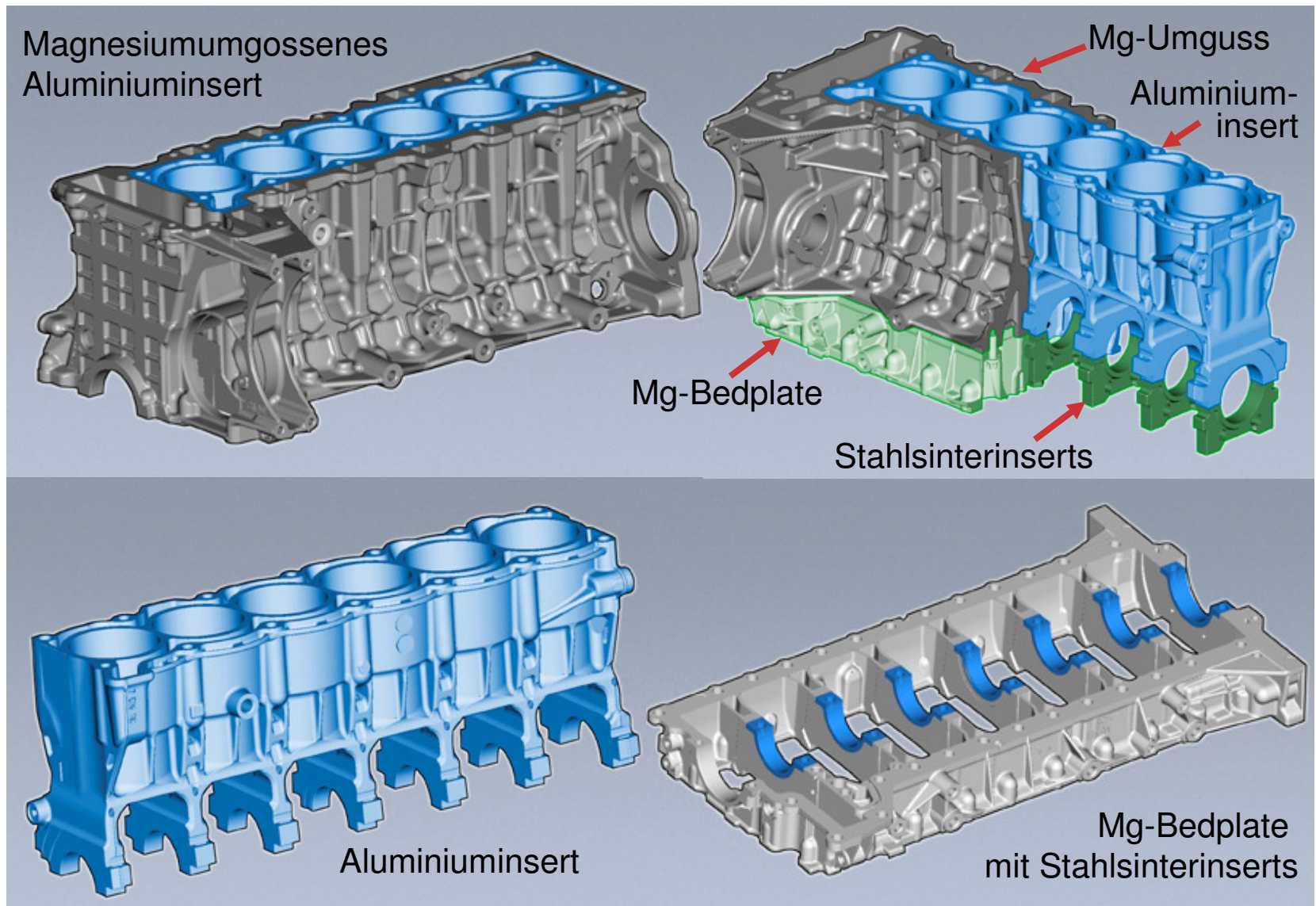
Aluminium-Magnesium Verbundkurbelgehäuse.

Zielsetzungen.



Mischbau.

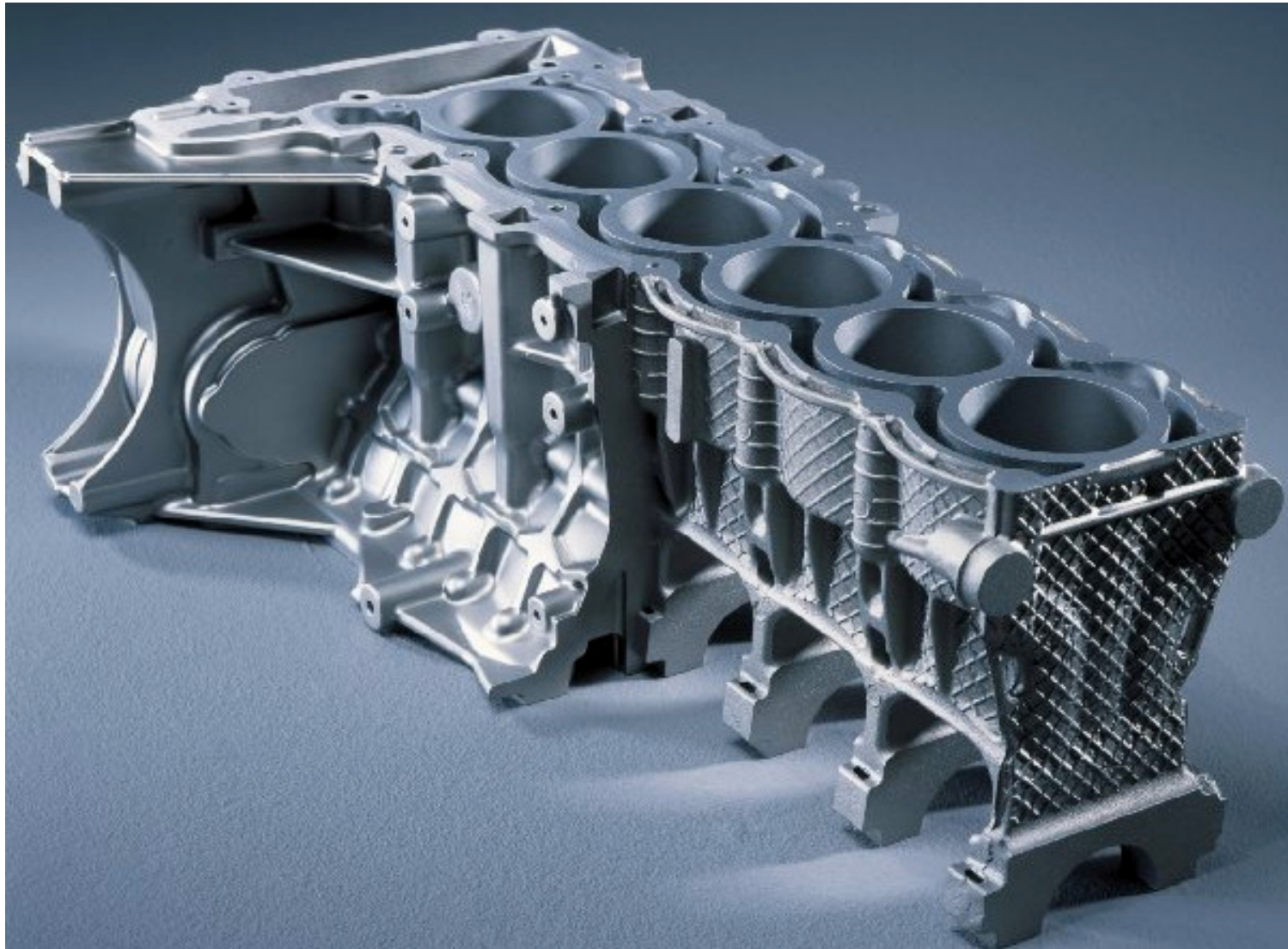
Aluminium-Magnesium Verbundkurbelgehäuse. Konstruktive Ausführung.



Mischbau.

Aluminium-Magnesium Verbundkurbelgehäuse.

Konstruktive Ausführung.

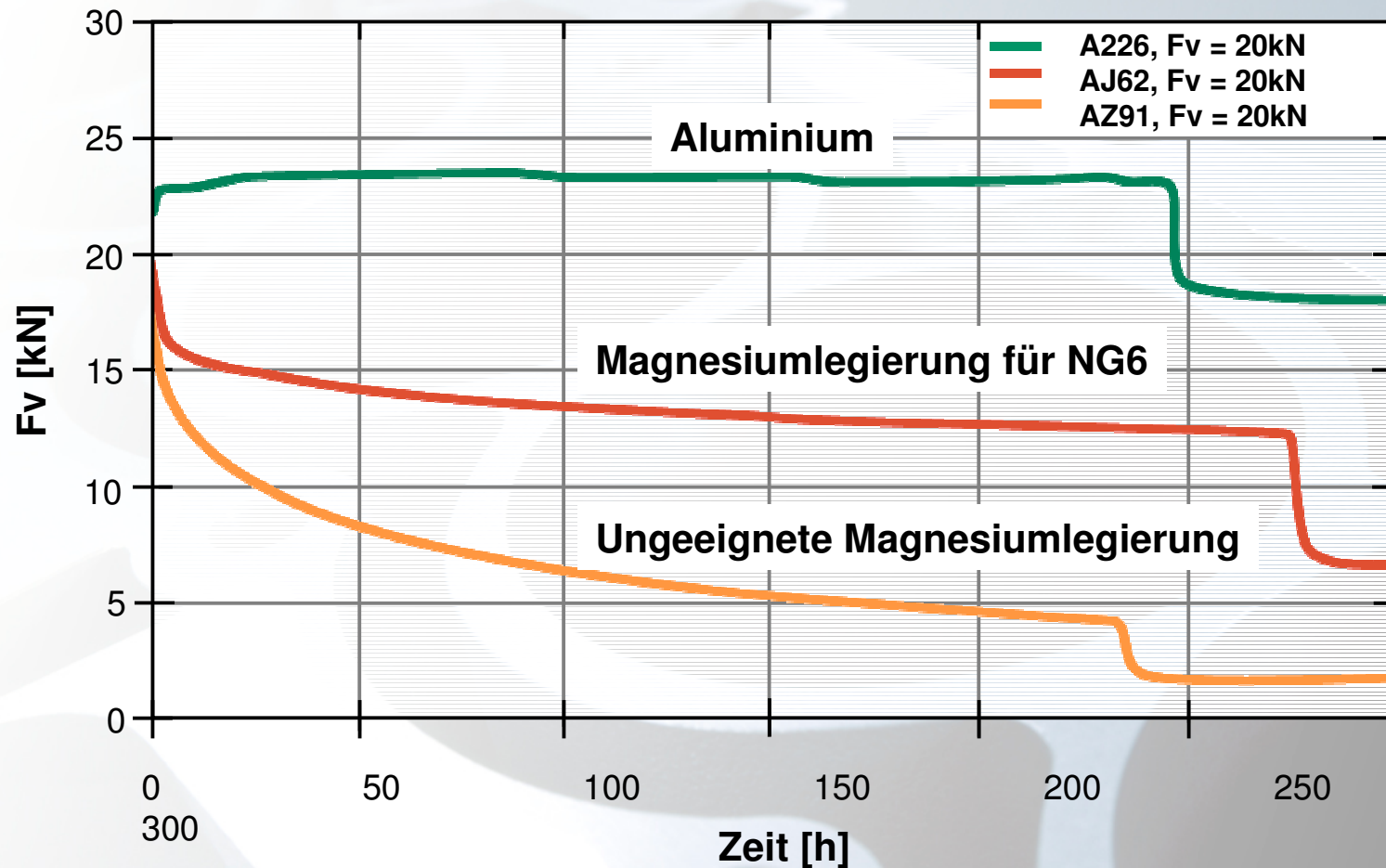


Mischbau.

Aluminium-Magnesium Verbundkurbelgehäuse.

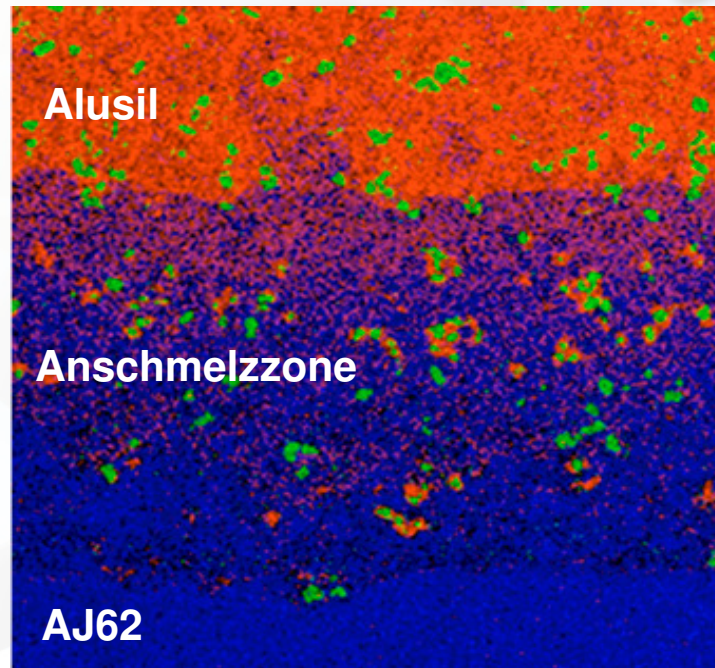
Relaxationsverhalten von Schrauben in Mg.

Schraubenrelaxationsverhalten bei 150 °C, A226, AJ62, AZ91

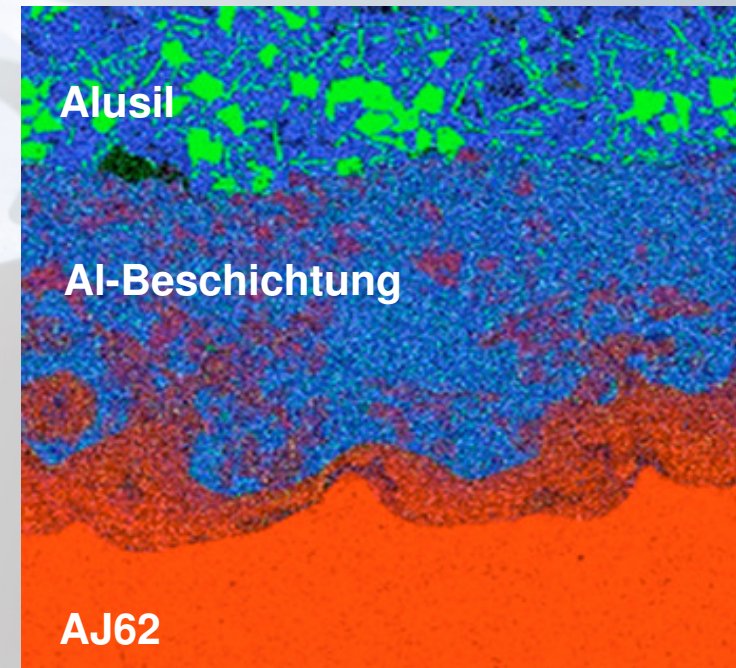


Mischbau.

Aluminium-Magnesium Verbundkurbelgehäuse. Aluminium-Zwischenschicht.



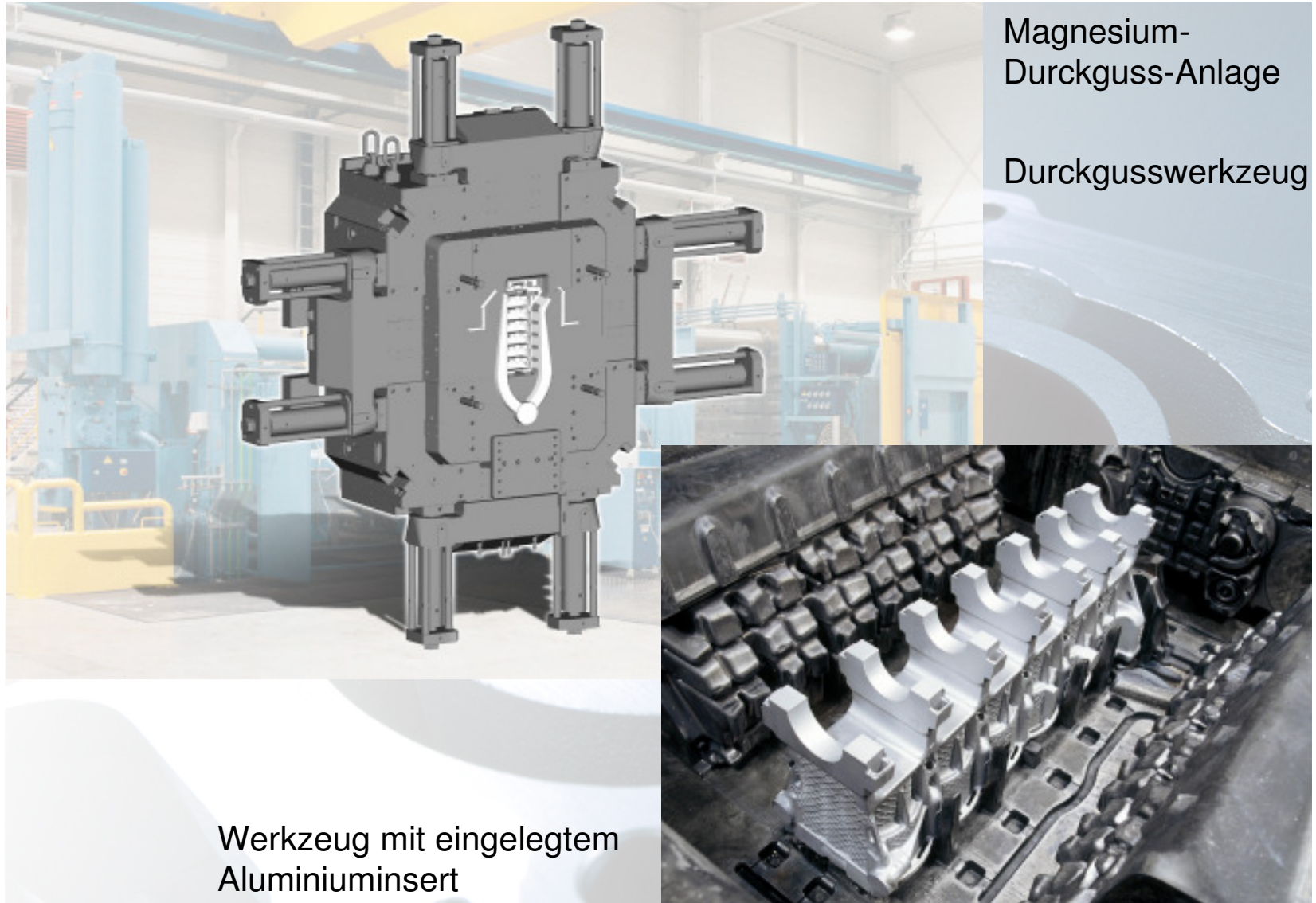
Anschmelzzone ohne Beschichtung



Aluminiumzwischen-
schicht aufgebracht
im Flamm-spritzverfahren

Mischbau.

Aluminium-Magnesium Verbundkurbelgehäuse. Gießanlage und Werkzeug.



Mischbau. Nockenwellen. Fertigungsverfahren und Werkstoffe.

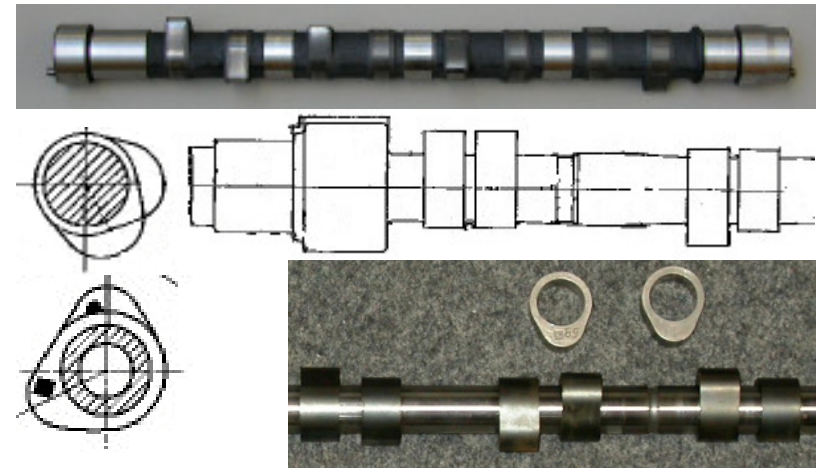
Geschmiedete Nockenwelle

1976, 6 Zylinder, 12 Ventile/NW
Schalenhartguss

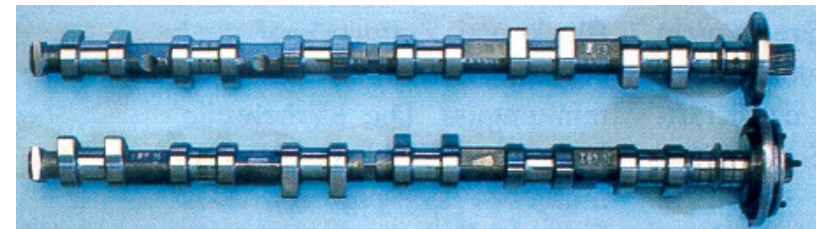
4375 g

1993, 12 Zylinder, 12 Ventile/NW
Gebaut (Nocken aufgeschumpft)

2533 g

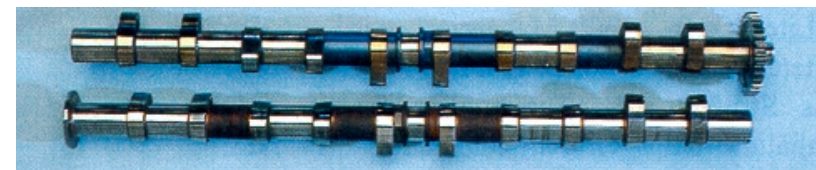


2000, 6 Zylinder, 12 Ventile/NW
Hohl gegossene Nockenwelle
Auslass 2160 g, Einlass 2004 g



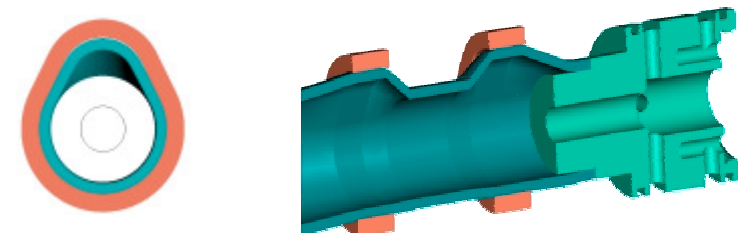
2003, P83, 10 Zylinder, 10 Ventile/NW
hohlgebohrt

1100 g



2004, 6 Zylinder, 12 Ventile/NW
Gebaut, IHU

1200 g Einsparung ggü. hohl gegossen



Werkstofftrends im Verbrennungsmotor.

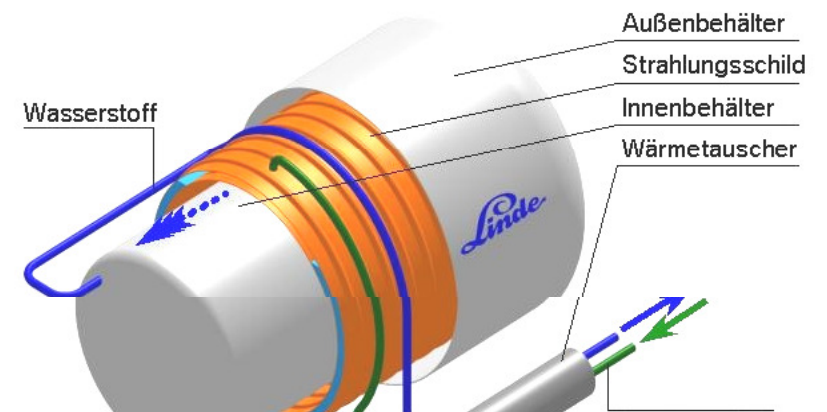
Inhalt.

- Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe
 - Gusskurbelwelle
 - Kunststoffe
- Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik
 - Metal Injection Moulding
 - Aluminium- und Stahlsinterwerkstoffe
- Mischbau: Der richtige Werkstoff am richtigen Ort
 - Mg-Al-KGH, Aluminiumschrauben
 - Gebaute Nockenwelle
- **Neue Herausforderungen**
 - Wasserstoff
 - Steigende Temperaturen

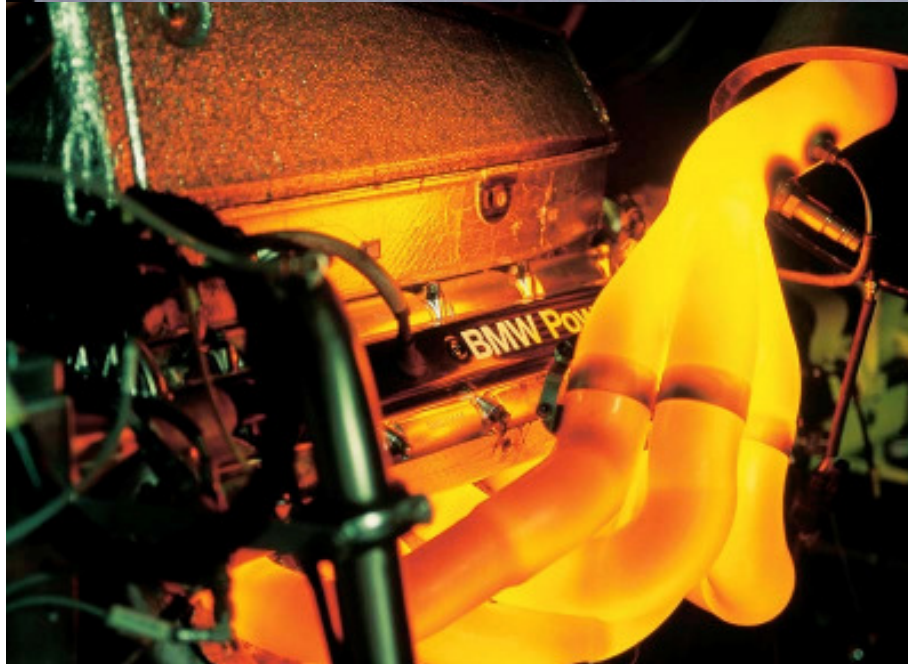
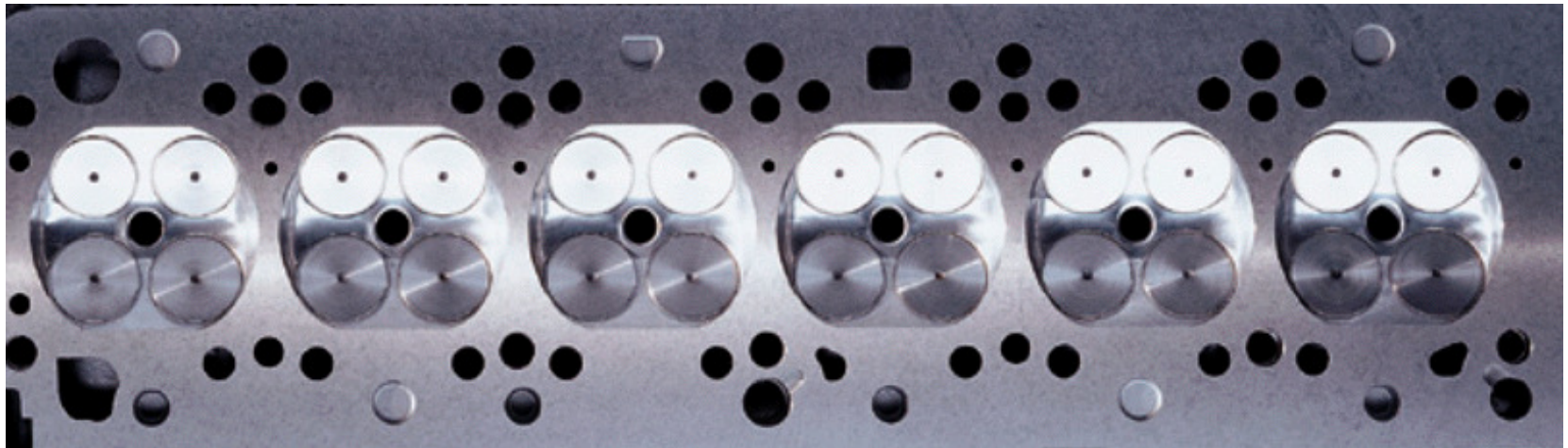
Neue Herausforderungen. Wasserstoff.



CleanEnergy.
CoolH2 – Tanksystem mit verlängerter
Standzeit.



Neue Herausforderungen. Steigende Abgastemperaturen.



Neue Werkstoffe für

- Zylinderköpfe
- Ventile
- Auspuffkrümmer
- Abgasturbolader
- ...

Werkstofftrends im Verbrennungsmotor. Zusammenfassung.

Leistungssteigerung konventioneller Werkstoffe

- Erweiterung des Einsatzbereichs kostengünstiger Werkstoffe
- Ersatz teurer Werkstoffe und Fertigungsverfahren
- Lokale Werkstoffoptimierungen

Neue Werkstoff- und Fertigungstechnik

- Neue Werkstoffeigenschaften
- Neue Bauteileigenschaften
- Gesamtoptimum von Werkstoff- und Fertigungskosten

Mischbau

- Der richtige Werkstoff am richtigen Ort
- Komplexere Bauteile
- Teure Werkstoffe nur da wo sie erforderlich sind

Neue Herausforderungen

- Wasserstoffbeständige Werkstoffe
- Temperaturfeste Legierungen