

# **Mischbauweisen Karosseriekonzepte - Innovationen durch bezahlbaren Leichtbau**

## *Multi-Material Body Concepts – Innovations to Affordable Lightweight Design*

Dr. Martin **Goede**, Dr. Hans **Ferkel**, Jürgen **Stieg**, Dr. Klaus **Dröder**  
Volkswagen AG Konzernforschung, Wolfsburg

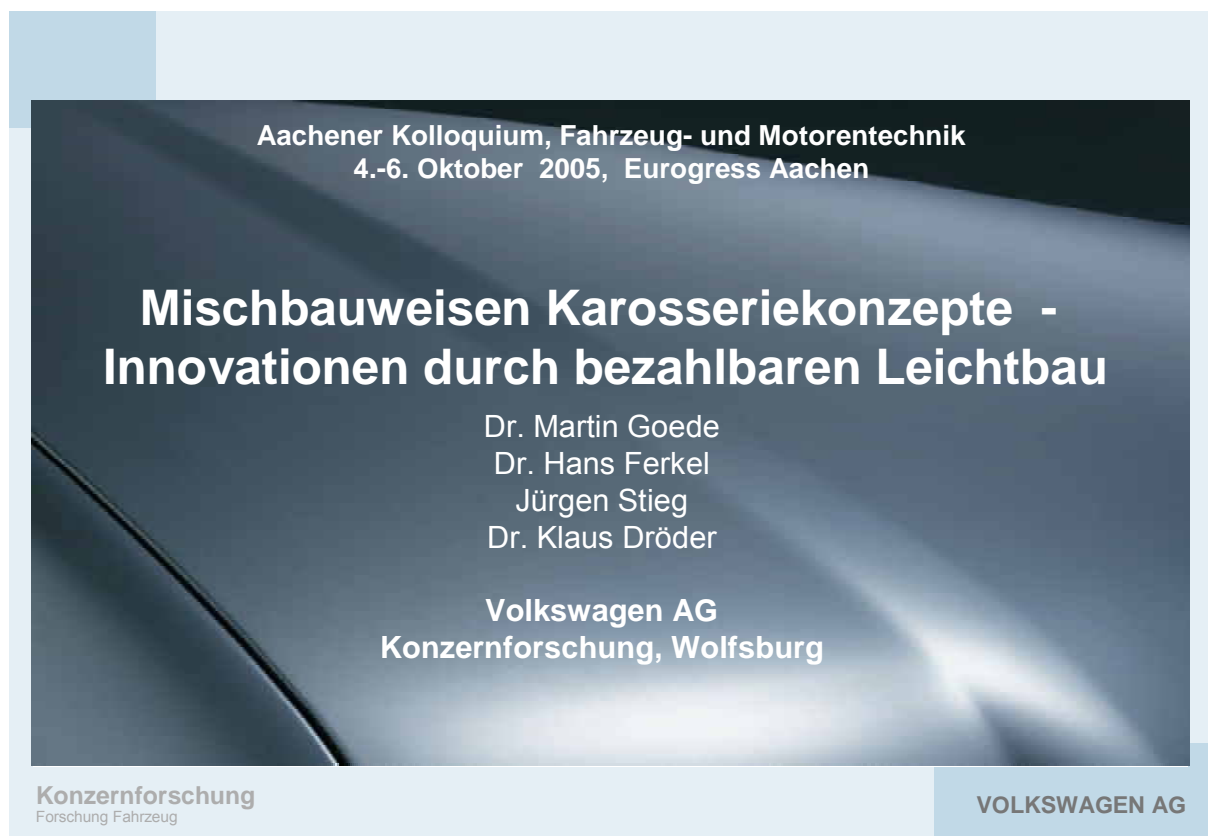


Abb. 1

## Mischbauweisen Karosseriekonzepte

### Innovationen durch bezahlbaren Leichtbau

### Inhalt

- **Allgemeine Anforderungen**
- **Randbedingungen für Leichtbau**
- **Bauweisen in der Fahrzeugstruktur**  
(Stahl / Leichtmetall / Faserverstärkte Kunststoffe)
- **Hybride Leichtbauweisen**
- **F&E Herausforderungen**
- **Zusammenfassung**




**Konzernforschung**  
Forschung Fahrzeug

**VOLKSWAGEN AG**

K-EFFK, Dr. Godek, 08.10.2005

Abb. 2

## Allgemeine Anforderungen



- **Neue Fahrzeugmodelle sollen .....**  
**leistungsstärker und komfortabler sein, aber gleichzeitig weniger Kraftstoff verbrauchen !**
- **Neue Fahrzeugmodelle sollen ....**  
**mehr Sicherheit und Bedienfunktionen bieten, aber gleichzeitig nicht schwerer werden !**
- Zielkonflikt ?** ➤ **Neue Fahrzeugmodelle sollen ....**  
**nicht mehr kosten als ihre Vorgänger, aber attraktiver und technisch hochwertiger sein !**
- **Forderung nach bezahlbarem Leichtbau !**

**Konzernforschung**  
Forschung Fahrzeug

**VOLKSWAGEN AG**

K-EFFK, Dr. Godek, 08.10.2005

Abb. 3

## Trend zu größeren und leistungstärkeren PKW

VW Golf I (1974)

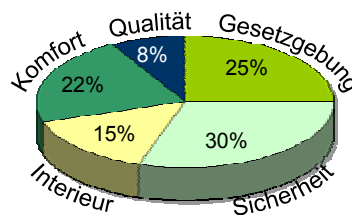


750 ~ 810 kg  
 37 ~ 51 kW  
 L x B x H (mm)  
 3705 x 1610 x 1410

VW Golf V (2004)



1176 ~ 1356 kg  
 55 ~ 147 kW  
 L x B x H (mm)  
 4216 x 1759 x 1485



Konzernforschung  
 Forschung Fahrzeug

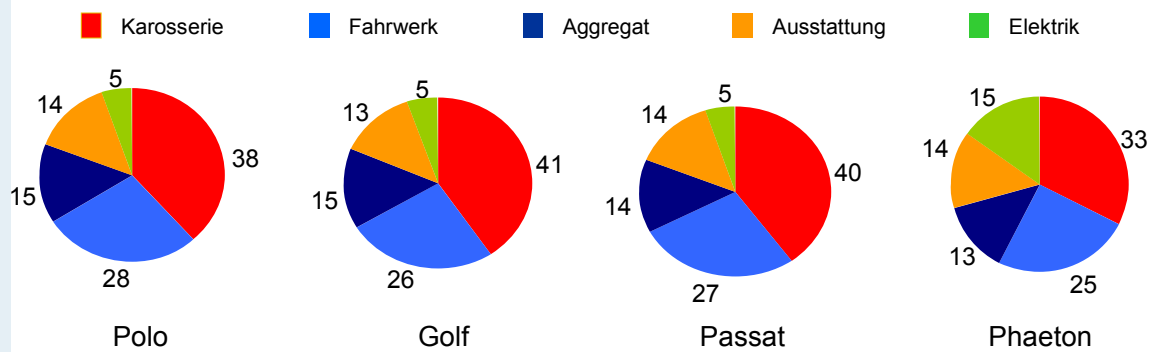
VOLKSWAGEN AG

K-EFFK, Dr. Gesele, 08.10.2005

Abb. 4

## Gewichtsverteilung der Fahrzeughauptgruppen

Anteil am Fahrzeuggewicht [%]



Quelle: EGPT

Konzernforschung  
 Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

K-EFFK, Dr. Gesele, 08.10.2005

Abb. 5



Abb. 6



Abb. 7



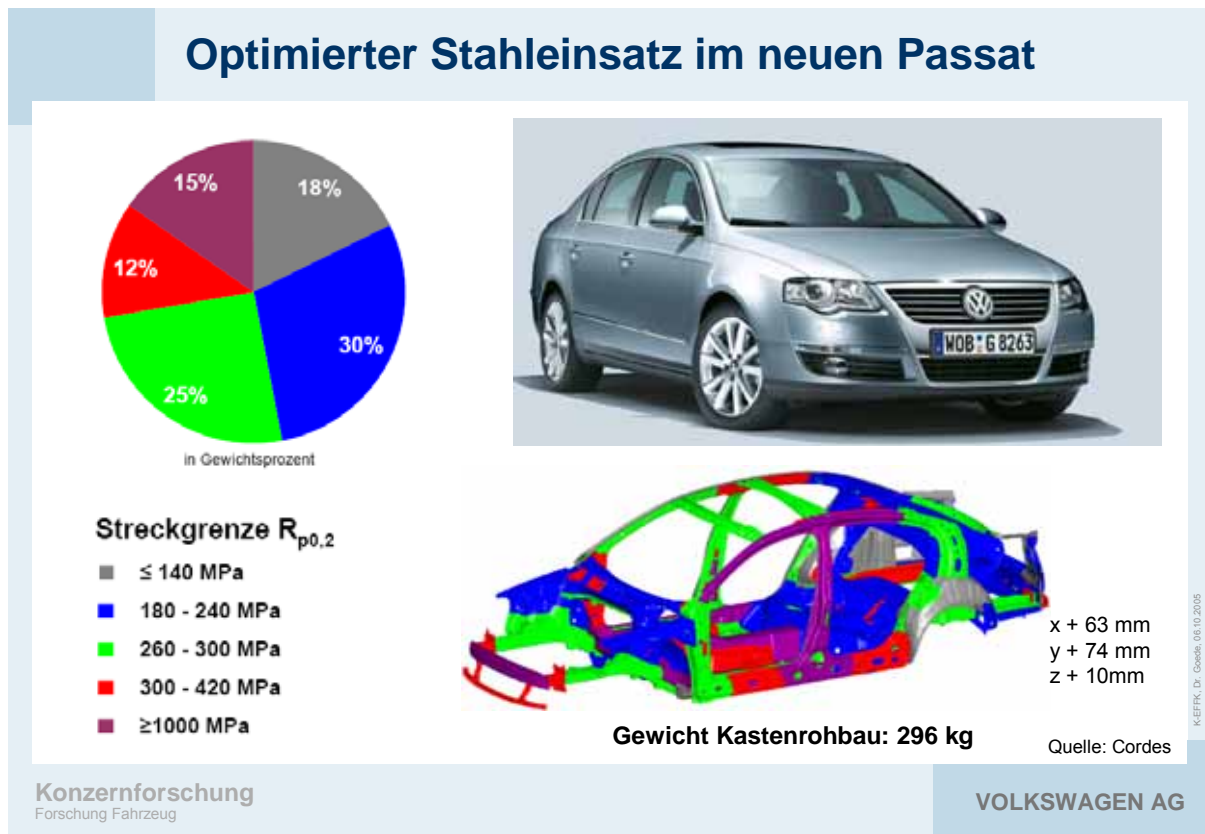


Abb. 8

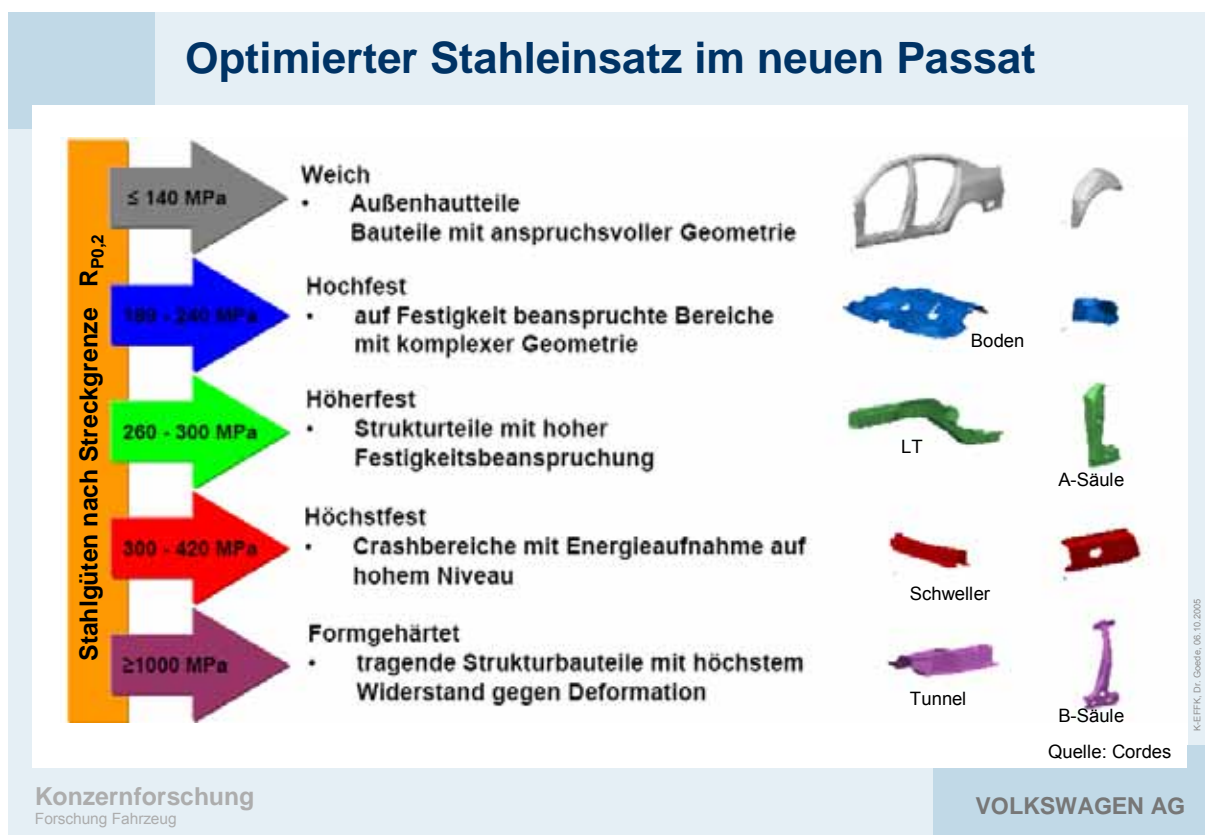


Abb. 9

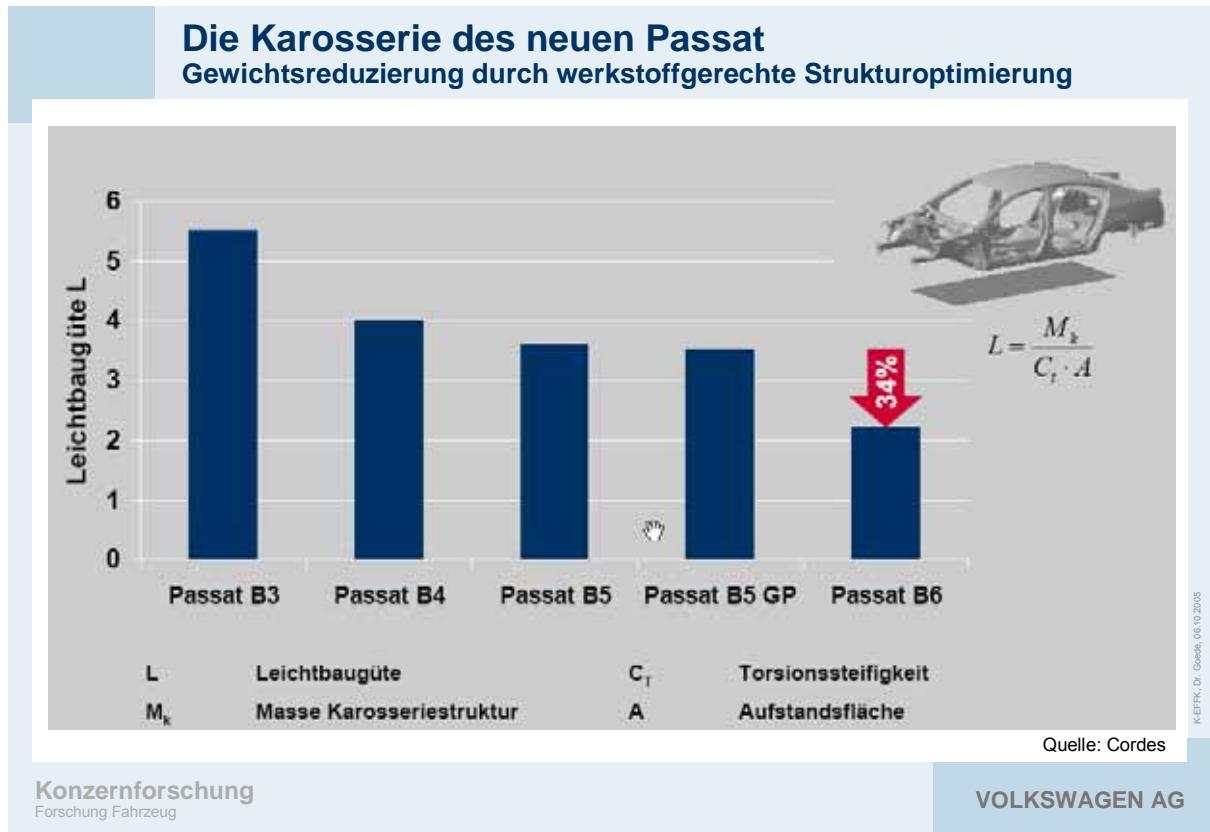


Abb. 10

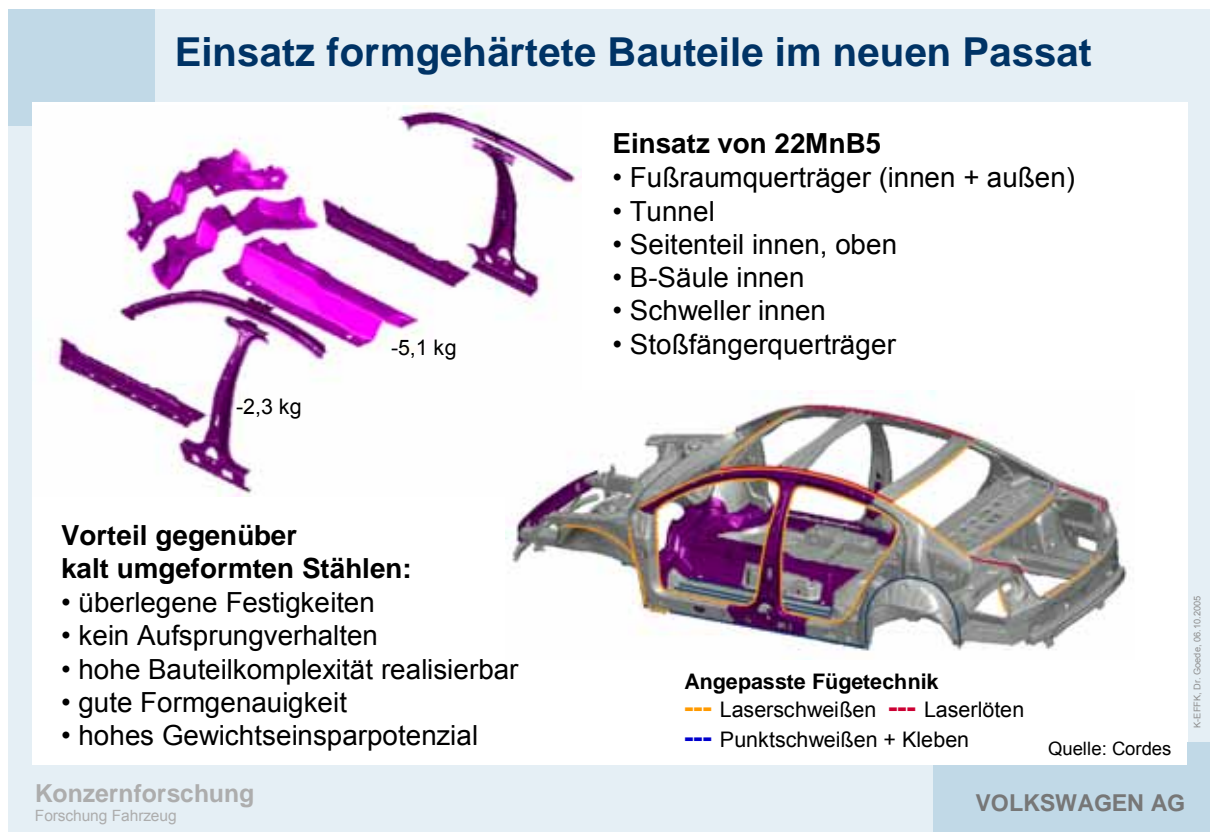
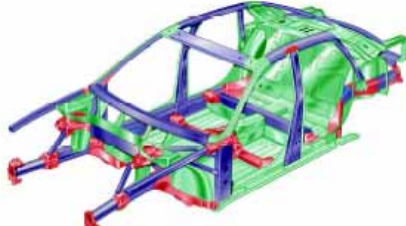
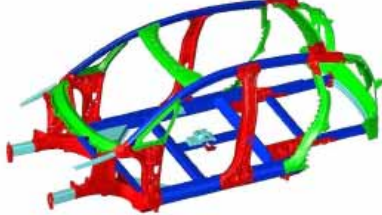


Abb. 11

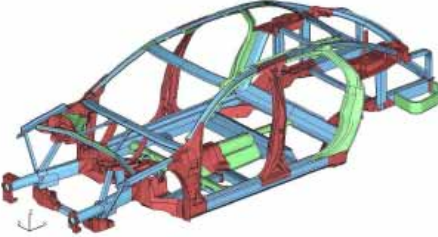
## Weiterentwicklung der ASF-Technologie



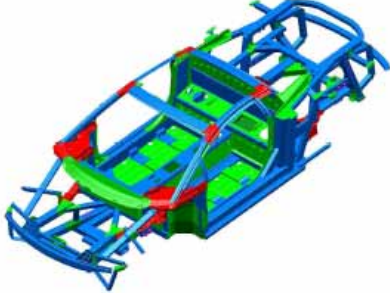
A8(D2) ASF



A2 ASF



A8(D3) ASF



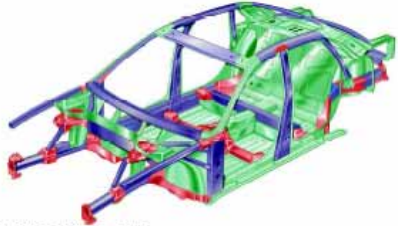
Gallardo ASF

Quelle: NEL, Timm

Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug
VOLKSWAGEN AG

Abb. 12

## Weiterentwicklung der ASF-Technologie

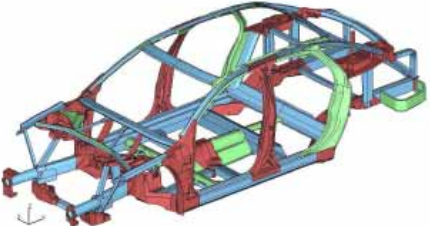


A8(D2) ASF 1994

- Blech 55% Gewichtsanteil (237 Teile)
- Guss 22% (50)
- Profil 23% (47)

**Merkmale**

- wenige, große multifunktionale Gussteile
- mehr einfache gerade Strangpressprofile
- große Strangpressprofile
- einfache Blechteile
- insgesamt weniger Bauteile (334 / 254)



A8(D3) ASF 2002

- Blech 37% Gewichtsanteil (164 Teile)
- Guss 34% (32)
- Profil 29% (58)

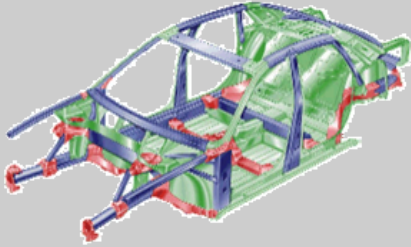
Quelle: NEL, Timm

Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug
VOLKSWAGEN AG


Abb. 13

## Fügeomfänge in der ASF-Karosserie

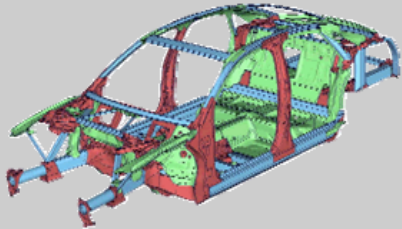
**Audi A8 (D2)**



**Audi A2 (W10)**



**Audi A8 (D3)**



**Fügetechnik**  
 1100 Stanznieten  
 70 m MIG-Nähte  
 500 Schweißpunkte  
 178 Clinchpunkte

**Fügetechnik**  
 1800 Stanznieten  
 20 m MIG-Nähte  
 30 m Lasernähte

**Fügetechnik**  
 2400 Stanznieten  
 64 m MIG-Nähte  
 20 m Lasernähte  
 5 m Hybridnähte

Quelle: NEL, Timm

Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 14

## Der neue Audi A6 - Innovation in Mischbauweise





319 kg

	Audi A6 (neu)	Audi A6	Veränderung
Fahrzeughöhe, mm	1.459	1.447	+12
Fahrzeuglänge, mm	4.916	4.796	+120
Radstand, mm	2.849	2.760	+89
Fahrzeugbreite, mm	1.855	1.810	+45
Spurweite vorn, mm	1.609	1.540	+69
Spurweite hinten, mm	1.628	1.569	+59

Quelle: Audi / Erbe, Wilde

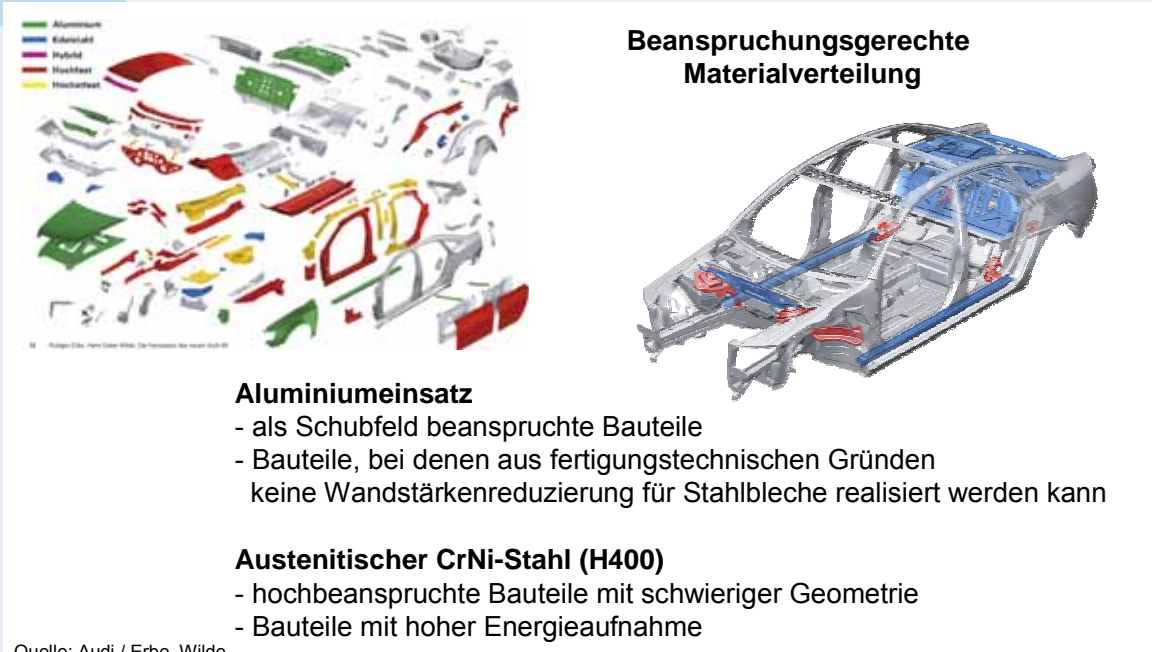
Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 15



## Der neue Audi A6 - Innovation in Mischbauweise Werkstoffkonzept

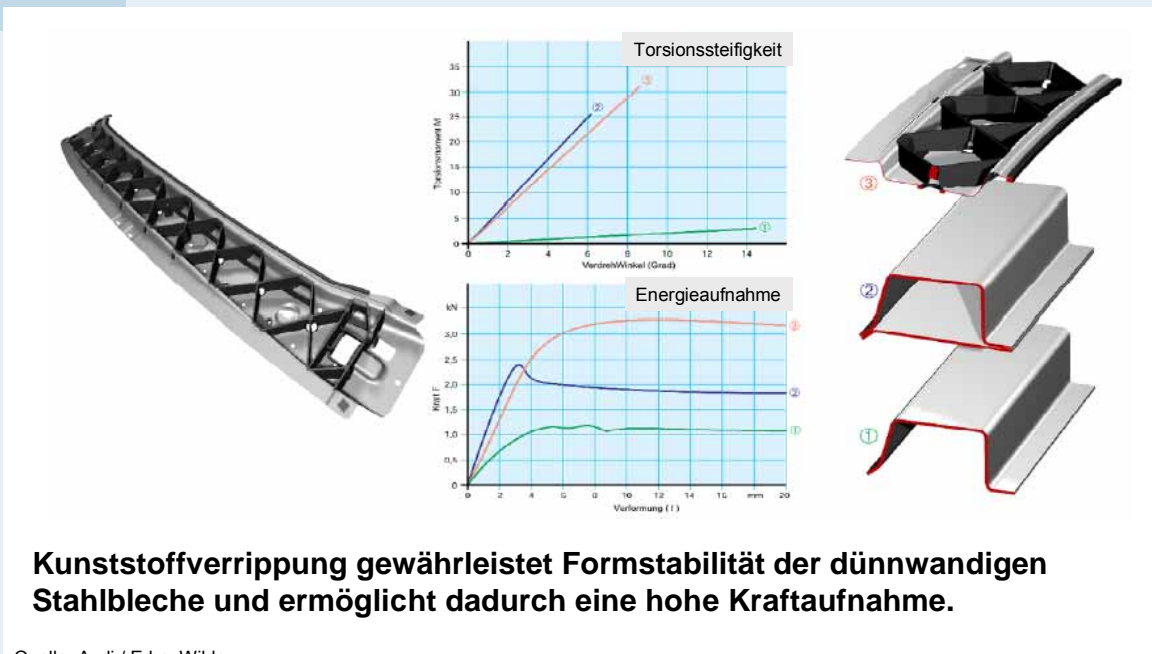


Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 16

## Karosseriestruktur des neuen Audi A6 Hybridtechnologie Stahl-Kunststoff (Dachrahmen vorn)



Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 17



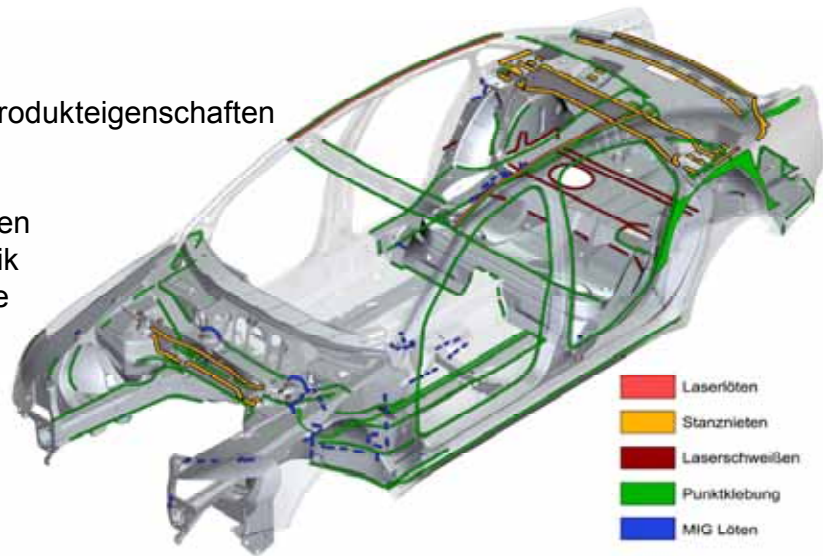
## Der neue Audi A6 - Vielfalt der Verbindungstechnik

### Auswahlkriterien

- Verfügbarkeit
- Prozesssicherheit
- Optimierung der Produkteigenschaften

### Schwerpunkte

- Punktschweißkleben
- Verbindungstechnik höchstfester Stähle



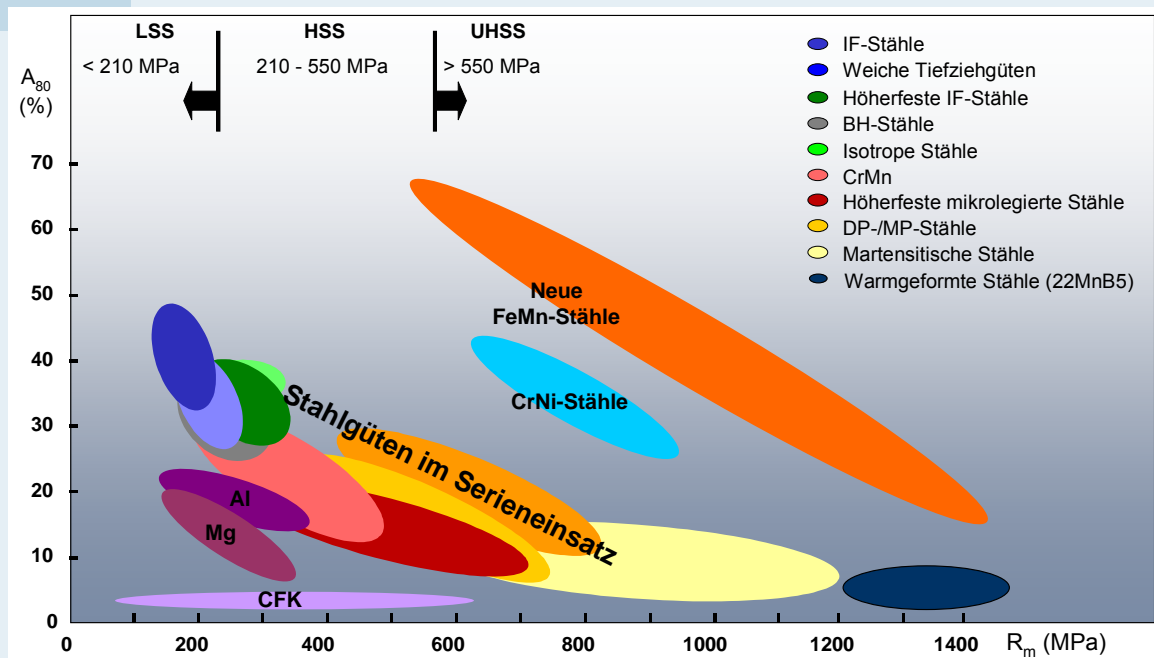
Quelle: Audi / Erbe, Wilde

Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 18

## Entwicklung von hochfesten, duktilen FeMn-Stählen



Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 19



Abb. 20



Abb. 21

## FVK-Technologien in der Serie

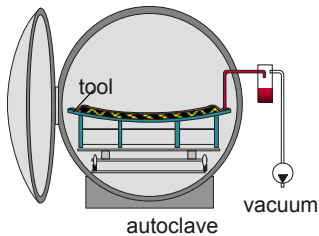
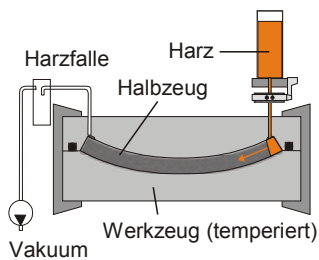
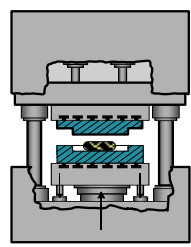

Prepreg/Autoklav	Resin Transfer Moulding (RTM)	Sheet Moulding Compound (SMC)
		
<p><b>Vorteile :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ geringe Fertigungstoleranzen</li> <li>+ geringe Werkzeugkosten</li> <li>+ mechanische Eigenschaften</li> </ul> <p><b>Nachteile :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lange Zykluszeiten</li> <li>- hoher manueller Aufwand</li> <li>- kostenintensive Werkstoffe</li> <li>- nicht fließfähiges Vormaterial</li> </ul>	<p><b>Vorteile:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Exakte Bauteilgeometrien</li> <li>+ Kostengünstige Halbzeuge</li> <li>+ Automatisierbare Fertigung</li> <li>+ Mittlere Zykluszeiten</li> <li>+ Fertigungskostenvorteil bei mittleren Stückzahlen</li> </ul> <p><b>Nachteile:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostenintensive Werkzeuge</li> </ul>	<p><b>Vorteile:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Exakte Bauteilgeometrien</li> <li>+ Automatisierbare Fertigung</li> <li>+ Kostengünstige Halbzeuge</li> <li>+ Sehr kurze Zykluszeiten</li> <li>+ Fertigungskostenvorteil bei großen Stückzahlen</li> </ul> <p><b>Nachteile:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kostenintensive Werkzeuge</li> <li>- Geringer Faservolumengehalt</li> </ul>
z.B. Murcielago / Porsche GT (<500 U/a)	z.B. BMW Z1 / Porsche 911 (< 3000 U/a)	z.B. A4 Carbio / BMW 6er / Espace)
<b>Konzernforschung</b> Forschung Fahrzeug	<b>VOLKSWAGEN AG</b>	

Abb. 22

# TECABS

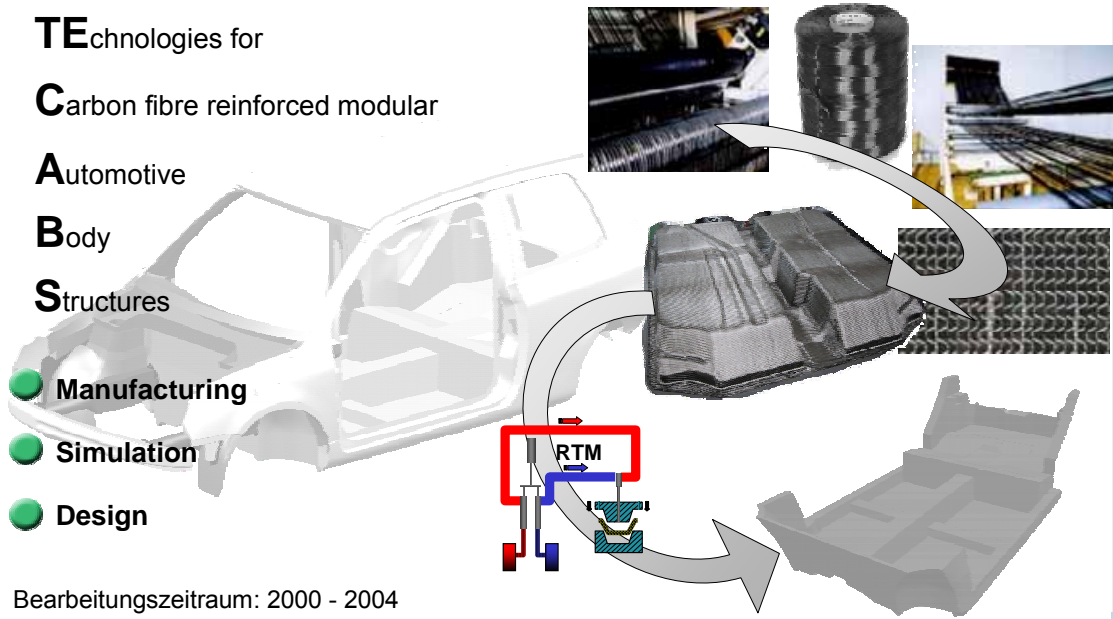


5<sup>th</sup> Framework Programme of European Community for  
RTD and demonstration activities

**TE**chnologies for  
**C**arbon fibre reinforced modular  
**A**utomotive  
**B**ody  
**S**tructures

- **Manufacturing**
- **Simulation**
- **Design**

Bearbeitungszeitraum: 2000 - 2004




**Konzernforschung**  
 Forschung Fahrzeug

**VOLKSWAGEN AG**

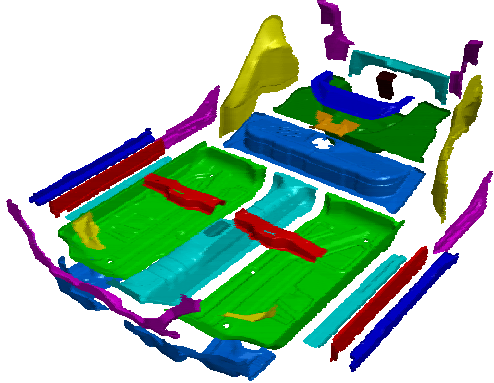
Abb. 23

## TECABS

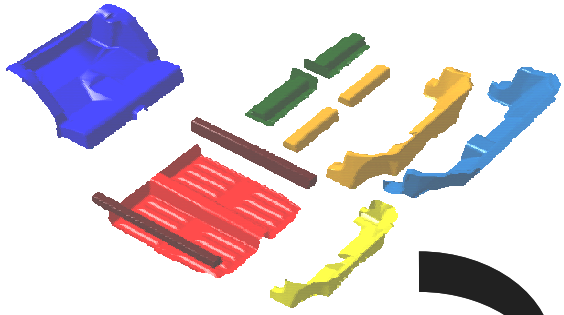


5<sup>th</sup> Framework Programme of European Community for  
RTD and demonstration activities

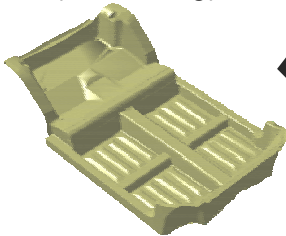
### Bauteilintegration „Boden“



Serie:  
Stahl: 28 Teile  
(m = 18,2 kg)



TECABS: 8 Preforms + 5 Kerne  
(m = 9,7 kg)

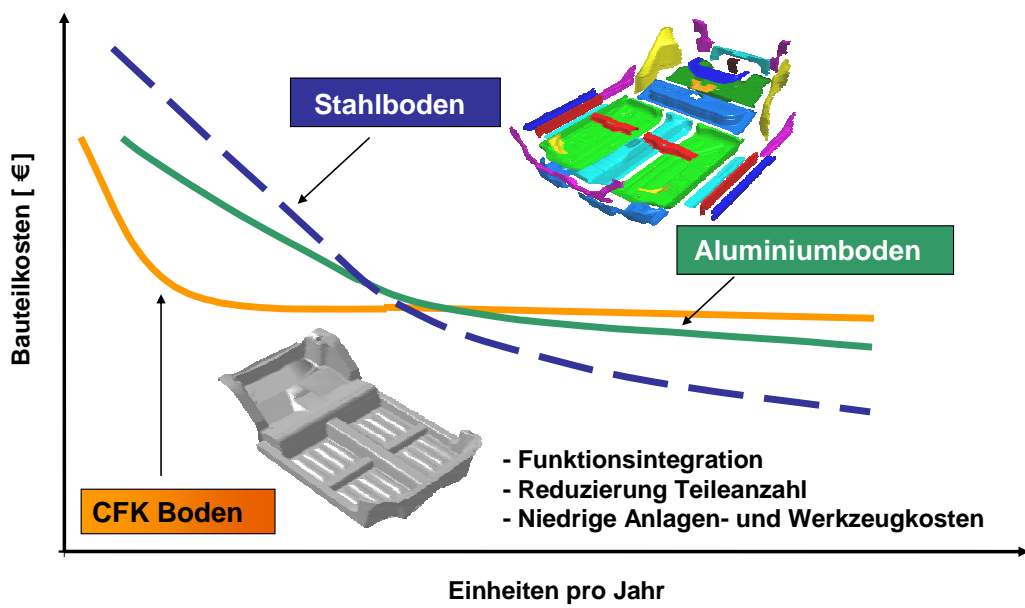


Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

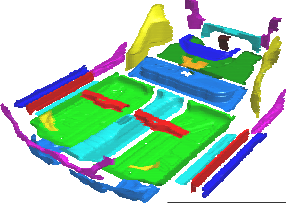
VOLKSWAGEN AG

Abb. 24

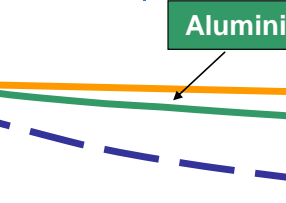
## CFK-Boden - Kostenvergleich



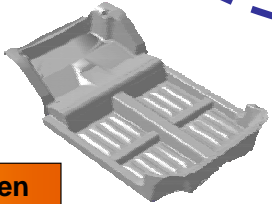
- Funktionsintegration  
- Reduzierung Teileanzahl  
- Niedrige Anlagen- und Werkzeugkosten



Stahlboden



Aluminiumboden



CFK Boden

Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 25

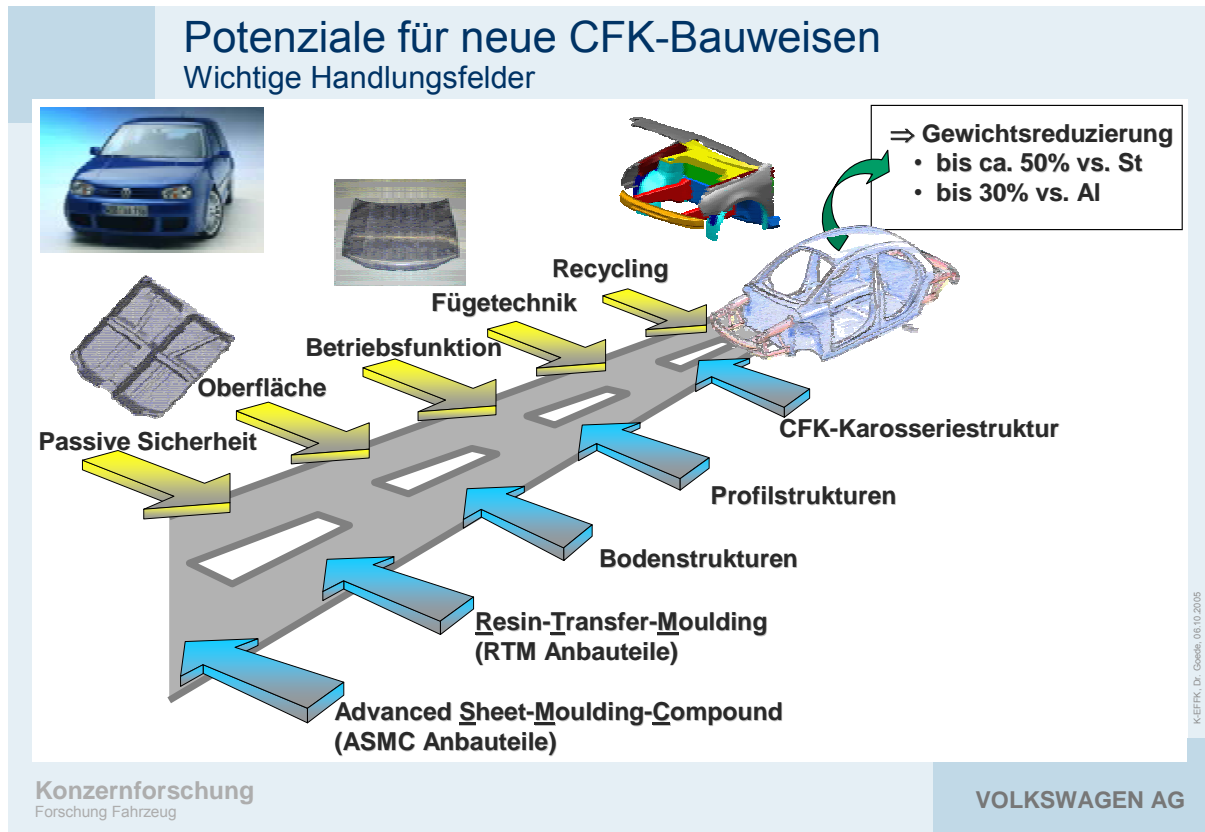


Abb. 26



Abb. 27



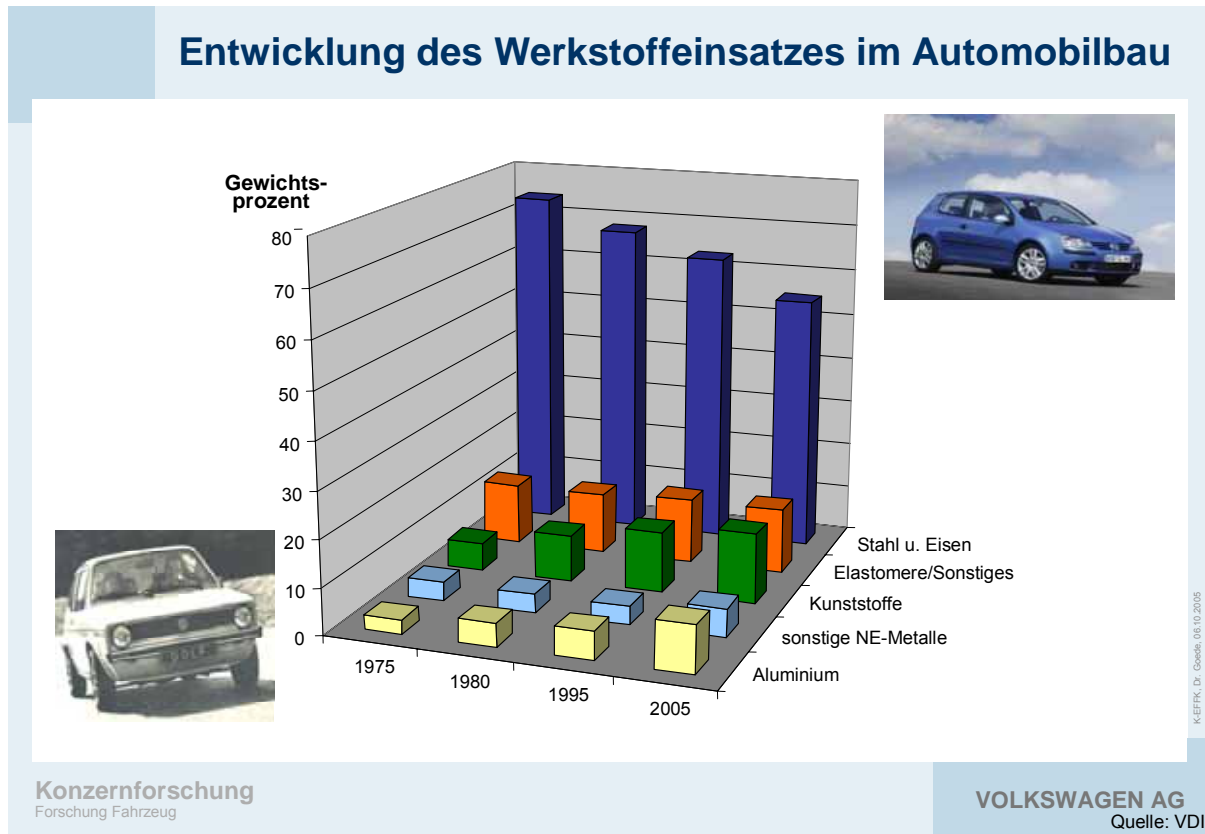


Abb. 28

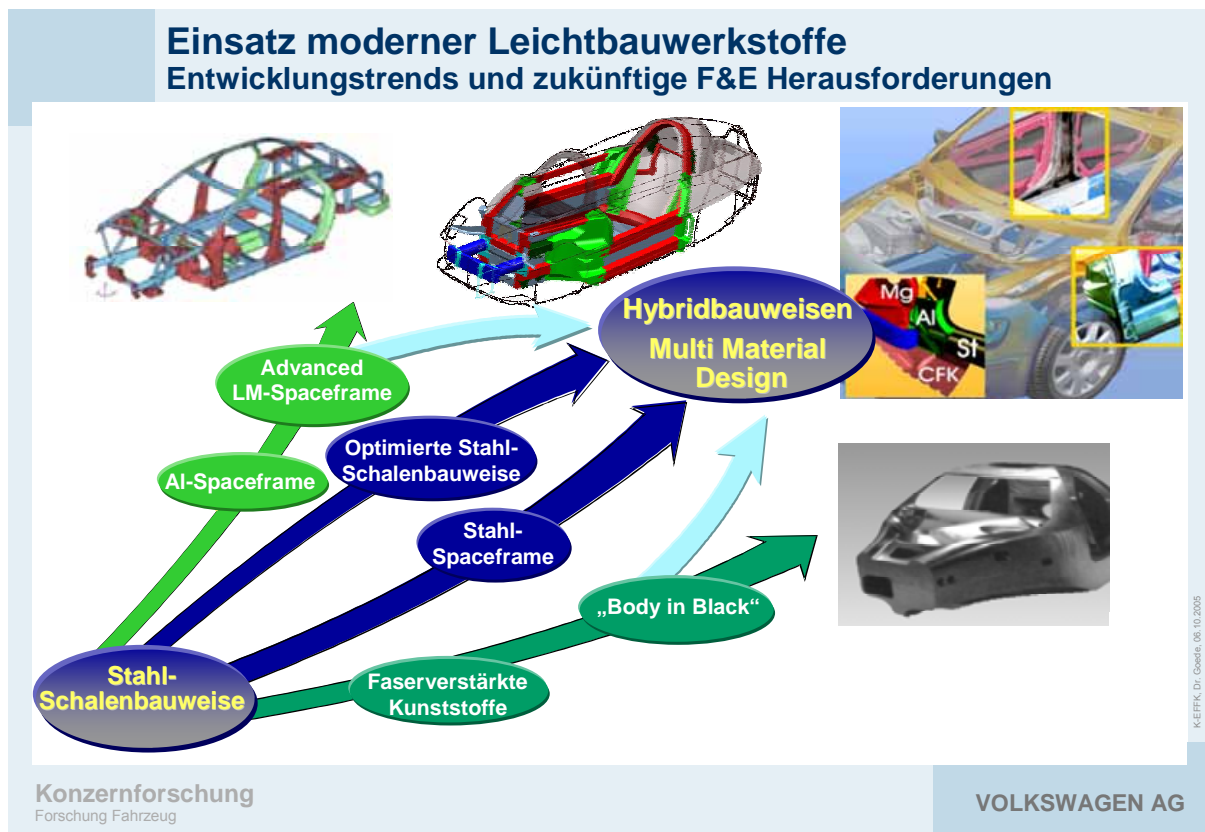


Abb. 29



## Europäischer Forschungsschwerpunkt (6<sup>th</sup> FP) Karosserieleichtbau in Mischbauweise

**Projekt:** **S**ustainable **P**roduction Technologies of **E**mission **R**educed **L**ight weight **C**ar concepts

**Acronym:** Super Light CAR (**SLC**)

**Konsortium:** 7 OEM: CRF, DC, Porsche, Renault, Volvo, Opel, VW  
10 Zulieferer + 10 Engineering Partner  
8 Universitäten  
3 KMU

**Projektziel:** - 30% Gewichtsreduzierung in der Fahrzeugstruktur  
- Kostenreduzierung für Leichtbaulösungen

**Projektbeginn:** Februar 2005

**Laufzeit:** 4 Jahre

**Projektbudget:** 20 Mio. Euro

**Koordination:** Volkswagen AG

**Information:** [www.superlightcar.com](http://www.superlightcar.com)

Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

K-EFFK, Dr. Godeke, 06.10.2005

Abb. 30



## Das EU-Projekt „Super Light Car“

**SP1: Karosseriekonzepte**

- Innovative Designkonzepte
- Optimierung auf Modul- und Fahrzeugebene

**SP2: Fertigungsverfahren**

- Umformtechnologie
- Multi-Material-Fügeverfahren
- Oberflächenbehandlung

**SP3: Simulationswerkzeuge**

- Crashverhalten, Betriebsfestigkeit
- Recycling, Nachhaltigkeit
- Kostenberechnung

**SP4: Demonstration**

- Virtuelles und reales Prototyping





Konzernforschung  
Forschung Fahrzeug

VOLKSWAGEN AG

Abb. 31

## Resumé

- **Leichtbau ist wichtiger Einflußfaktor zur Verbrauchsenkung**
- **Strategischer Leichtbau basiert auf gezielter Maßnahmenpriorisierung**
- **Entwicklungstrend von heutigen singulären Stahl-, Aluminium und FVK-Bauweisen hin zu Mischbauweisen- und Hybridkonzepten**
- **Neue Stähle werden durch hohe und höchste Festigkeiten bei gleichzeitig hohen Bruchdehnungen ein hohes Leichtbaupotenzial bieten**
- **Multi-Material-Design verspricht vielfältiges Potenzial für kostenattraktive Gewichtsreduzierung**
- **Intelligenter Mischbau erfordert angepasste und wirtschaftliche Fügeverfahren**
- **Nachhaltige Gewichtsreduzierung ist nur durch neue, innovative Leichtbaulösungen realisierbar (Forschungsschwerpunkt 6<sup>th</sup> FP)**

Abb. 32