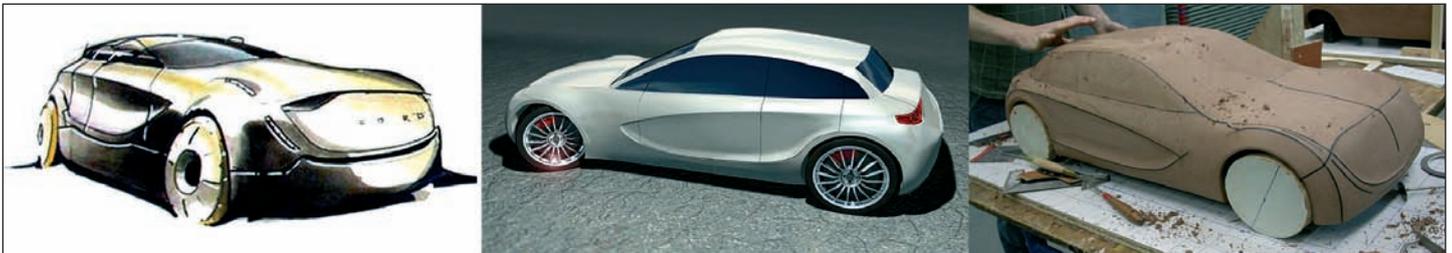


# Studentenprojekt „Capro“ – eine virtuelle Sportwagenstudie „Vision 2015“

Dipl. Ing. Anton Matheis, Prof. Dr.-Ing. Thilo Röth, Prof. Dipl.-Des. Manfred Wagner; FH Aachen, Aachen



**Bild 1: Capro-Designentwicklung – Sketch-Konzeptentscheidung, 3-D-Rendering, Claymodell 1 : 5**

Seit Sommersemester 2004 arbeitet ein Studententeam von 12 bis 14 Studenten an der virtuellen Sportwagenstudie „Capro“. Das Studententeam ist Bestandteil der neu gegründeten „Group Automotive“ an der FH Aachen und setzt sich im Wesentlichen aus Studenten des Studienschwerpunktes „Leichtbau und Karosserietechnik“ des Fachbereiches Luft- und Raumfahrttechnik sowie der „Automotive Design Group“ des Fachbereiches Design zusammen. Unterstützt wird dieses Projekt im Rahmen der Lehre durch Mitarbeiter der Ford Werke AG. Die Basistechnik, z. B. das Fahrwerk, und der 2-l-16V-DuraTec-Motor (I4), stammen vom Ford Focus. Weitere Unterstützung erfährt das Team durch den freien Designer Marcel Bastiaans.

### Ziele dieses Projektes:

- Vorbereitung der Studenten in interdisziplinären Teams auf praxisorientierte Projektarbeit mit Fokus auf Abläufe in der virtuellen Fahrzeugentwicklung
- Schaffung einer modernen, unabhängigen Lehr- und Forschungsplattform für zukünftige Projekte
- Aktivierung der „unbelasteten“ Innovationskraft angehender Ingenieure und Designer der FH Aachen, um eine „greifbare“ Fahrzeugvision für das Jahr 2015 zu schaffen

### Produktvision:

- komfortabler Sportwagen für viel Fahrvergnügen mit innovativen Highlights und richtungweisendem Design (**Bild 1**)
- wirtschaftliches Gesamtfahrzeugkonzept für einen jüngeren Kundenkreis, d. h.: ein Nischenprodukt, konzipiert

für mittlere Stückzahlen (20 000 jährlich) und einen Verkaufspreis von unter 20 000 EUR

- innovatives Karosseriestrukturkonzept in Aluminium-Stahl-Mischbauweise mit Kunststoffbeplankung
- zukunftsweisende Modulbauweise für höchste Produktionsflexibilität und Derivatbildung

### Vorgaben

Das Wettbewerbsumfeld, in dem dieser Sportwagen sich positionieren soll, orientiert sich an Coupés und Kompaktlimousinen, die einen hohen Anspruch an Fahrleistung, Fahrdynamik und sportliches Design besitzen, ohne Einbußen im Innenraumkomfort. Es wird eine Datenbasis zu allen konzeptrelevanten Package- und Leistungsdaten erhoben (**Tab. 1**). Daraus entsteht unter Berücksichtigung einer Trendextrapolation auf 2015 ein Lastenheft für das Gesamtfahrzeug. Dieses beinhaltet außerdem eine Auflistung der wichtigsten Innovationen, die in dem angenommenen Zeitrahmen zu erwarten und damit zu berücksichtigen sind. Der Projektumfang ist speziell auf die Kompetenz der Automotive Group an der FH Aachen abgestimmt, d. h.: primär auf die Karosseriestruktur und Karosseriesysteme, Gesamtfahrzeugintegration und das Exterior- und Interiordesign. Übrige Fahrzeugsysteme werden als gegeben angenommen.

	Länge	Höhe	Breite	Spurweite	Radstand	Überhänge vorne	Überhänge hinten
BMW 1er	4227	1430	1751	1484	2660	737	830
Mazda RX-8	4430	1340	1770	1500	2700	806	918
Focus II	4342	1497	1828	1535	2640	871	831
Capro	4288	1366	1804	1555	2900	798	790

**Tab. 1: Capro im Konzeptvergleich**

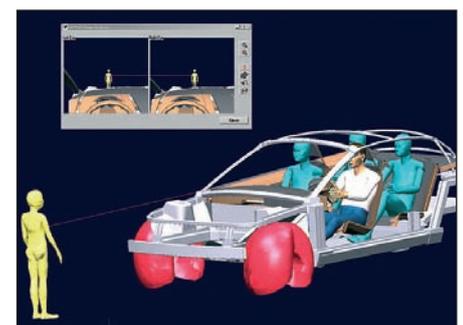
### Konzeptentwicklung

### Package und Fahrzeugintegration

Der Anspruch sowohl auf innovatives Design als auch auf einen komfortablen und ergonomisch einwandfreien Innenraum erforderte eine sorgfältige Ausarbeitung von Gesamtkonzept und Interiorkonzept. Die vordere Sitzanordnung entspricht völlig einem Mittelklasse-Pkw, jedoch mit tieferer Sitzposition.

Neben den reinen Komfortuntersuchungen für die Insassen werden für den Fahrer die Erreichbarkeit von Bedienelementen und Sichtverdeckungen mit RAMSIS simuliert (**Bild 2**). Diese Daten sind der Gestaltung des Innenraumes zugrunde gelegt.

Durch Beschränkung auf nur zwei Plätze im Fond erreicht der Capro Mittelklasse-Komfortmaße (**Bild 3** und **Bild 4**). Um hier komfortable Ein- und Ausstiegsbedingungen zu erzielen, wird ein mittelpfostenloses, hinteres Türkonzept festgelegt. Das „mechanische Package“ basiert im Wesentlichen auf Frontantriebskomponenten des Ford Focus und wird nur dort modifiziert, wo das Sitzkonzept oder Capro-spezifische Anforderungen es erfordern.



**Bild 2: Ergonomie und Sichtverdeckung mit RAMSIS**



Bild 3: Erreichbarkeit von Bedienelementen

### Exteriordesign

Nachdem in einem „Pre-Package“ die Hauptabmessungen und Proportionen festgelegt waren, konnte das Design-Team mit der Phase der „Sketch-Ideation“ beginnen. Diese führte schließlich zu einer Designsprache mit äußerst maskuliner Anmutung. Charakterisiert wird diese durch große Räder (20 Zoll), kurze Überhänge, hohe Gürtellinie und dominanter Motorhaube mit geschlossenem Grill.

### Interiordesign

Mit den Packagevorgaben und den Randbedingungen des Exteriors ist es dem Interior-Team gelungen, trotz der kleinen Fensterflächen einen transparenten, luftigen Eindruck zu erzielen (Bild 5). Die Designsprache des Exteriors konnte nach mehreren Iterationsschleifen auch erfolgreich im Innenraum umgesetzt werden.

### Karosserie

Beim Strukturkonzept werden neue Wege beschritten, da die verlangte Designflexibilität die Ableitung von einer Produktionsplattform nicht erlaubt und das angenommene Produktionsvolumen die Investition einer eigenständigen Plattform nicht rechtfertigt. Nach eingehenden Recherchen hat man sich für eine Mischbauweise aus Aluminium und Stahl mit einer Kunststoffbeplankung entschieden. Die Realisierung dieses Konzeptes zielt gleichzeitig auf einen neuartigen Produktionsablauf unter Verwendung von vormontierten Großmodulen (Bild 6) ab. Hierbei wird zunächst aus dem Aluminium-Vorderwagen und der Bodengruppe aus Stahl ein „Body-in-Gray“ mit farbneutraler Korrosionsschutzlackierung gebildet. Dieser wird

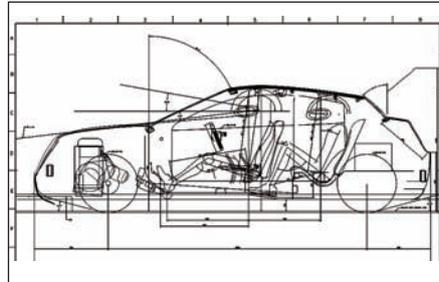


Bild 4: 2-D-Packageplan nach ECIE

danach um 180° gedreht, das Fahrwerk von oben sowie der Antrieb von vorne zu einem „Rolling Chassis“ komplettiert. In dieses nach oben offene Funktionsgerippe werden – besonders montagefreundlich – alle Innenausstattungs-systeme sowie abschließend die Türmodule montiert. Erst dann wird das Dachmodul an speziellen, von der Außenhaut verdeckten Schnittstellen montiert. Als Letztes wird die gesamte individuell lackierte Beplankung angebracht.

Der Vorderwagen ist als Aluminiumstruktur ausgelegt, um die konzeptionell zu erwartende Frontlastigkeit zu kompensieren (Achslastverteilung v/h: 55/45). Der Vorderwagen ist aus Strangpressprofilen, einfachen Blechen und Gussknoten aufgebaut. Der Einsatz von tiefgezogenen Blechen wird vermieden. Die Baugruppe beinhaltet den unteren Teil der A-Säule mit einer Schnittstelle zum Dachmodul und Strukturknoten zur Aufnahme der Bodengruppenträger.

Die Bodengruppe ist in Stahlbauweise konzipiert. Auch hier wird der Einsatz von Tiefziehteilen weitestgehend umgangen. Es kommen neben einfachen Präge- und Faltblechteilen standardisierte Rohrquerschnitte (teils gebogen) oder rollgeformte Profile zum Einsatz. Die Verbindung zum Aluminium-Vorderwagen erfolgt durch Klebe-Niet-Verbindungen.

Neue Wege werden bei der Konzipierung des Dachmoduls beschritten. Es ist eine Verbundkonstruktion aus einem Metallgerippe und verschiedenen Polymeren mit lackierter Außenhautfolie, Trägerschaum und innerer Trimmoberfläche. Konzeptspezifisch beinhaltet es auch die verklebten Front- und Heckscheiben sowie die unteren Scheiben-



Bild 5: Interiormodell aus PU (1 : 5)

rahmen einschließlich der Scheibenwischer und Antriebe. Es wird an verdeckten Schnittstellen in Höhe der Gürtellinie auf der bereits ausgestatteten Karosseriestruktur befestigt. Die Derivatbildung durch ein komplettes „Green House“-Modul wird wesentlich vereinfacht.

Das Türkonzept sieht eine Mischbauweise mit Aluminiumrahmen und Türaufprallträger aus martensitischem Stahl, vormontiertem Innentrimmmodul und einer Beplankung vor, die gemeinsam mit der Seitenwandbeplankung am Ende des Montageprozesses angebracht wird (Bild 7).

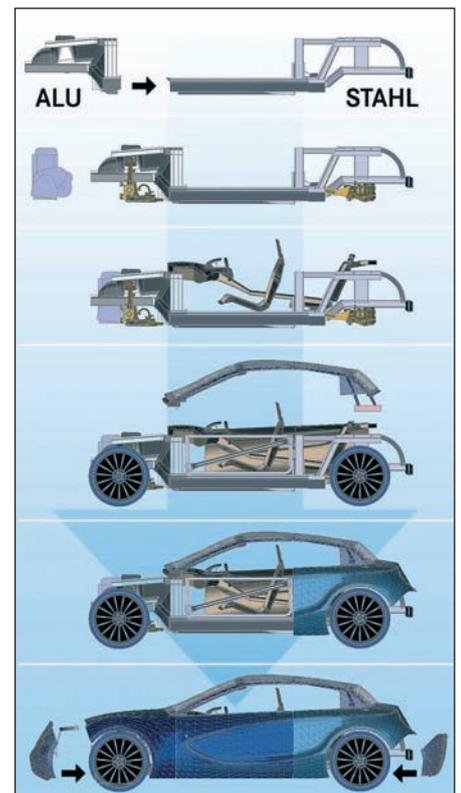
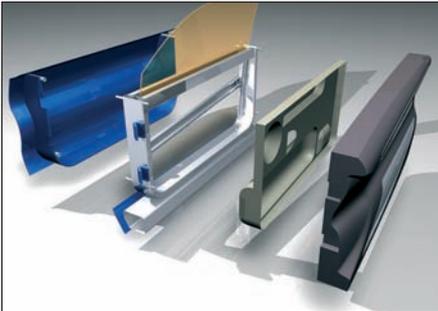


Bild 6: Montage der Großmodule



**Bild 7: Modularer Aufbau der Türen**

Der Capro hat lediglich auf der Beifahrerseite eine Fondtür. Um hierfür den Einstieg für die hinteren Passagiere zu erleichtern, ist diese Tür ohne feste B-Säule konzipiert. Dafür werden alternative Konzepte, z. B. mit hinten angeschlagenen Scharnieren oder als nach hinten öffnende Schwingschiebetüren, entwickelt.

Für die Beplankung nach dem Verfahren der Hinterspritztechnik von lackierten Folien werden spezielle, toleranzausgleichende Fügeverfahren untersucht. Durch das gezielte Justieren der Paneele sollen die zu erwartenden steigenden Kundenansprüche hinsichtlich Qualitätsanmutung erreicht werden.

**Attributentwicklung**

Die Entwurfs- und Konstruktionsarbeit wird begleitet durch die experimentelle und analytische Überprüfung relevanter Fahrzeugattribute. Genannt seien hier nur die Aerodynamikentwicklung im Modell-Windkanal der FH Aachen an einem Modell im Maßstab 1 : 5 (**Bild 8**) oder die eingehende Analyse des Crashverhaltens mittels FEM (**Bild 9**). Besonderes Augenmerk liegt derzeit auf der



**Bild 9: FEM-Crashmodell in RADIOSS**

Beurteilung des Frontalcrashverhaltens (insb. ODB nach Euro NCAP mit 64 km/h, starre Barriere nach FMVSS208 mit 56 km/h), dem Dacheindrückttest sowie einer fußgängerfreundlichen Gestaltung der Front. Weitere analytische Nachweise sind in der Vorbereitung.

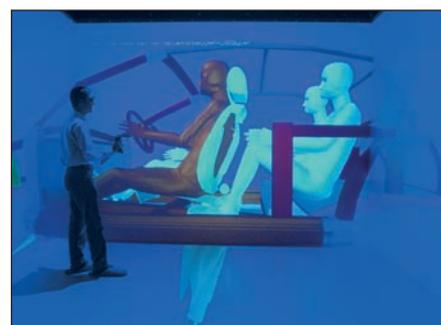
**Entwicklungswerkzeuge**

Für die Capro-Entwicklung werden typische Applikationstools eingesetzt, die den Studenten im Rahmen der CAx-Ausbildung zur Verfügung stehen. Dies sind z. B.:

- Design: AUTOSTUDIO
- Package/Ergonomie: RAMSIS
- Konstruktion: CATIA V5, IDEAS
- Berechnung: RADIOSS, ANSYS, LS-Dyna, Hypermesh, Optistruct
- Visualisierung und VR: DMU, CAVE
- Rapid Prototyping: Diverse Verfahren des RP-Labors der FH Aachen

**Arbeitsmethodik**

Großer Wert wird auf praxisorientierte Teamarbeit gelegt. Dazu gehört eine klare Definition des Arbeitsumfanges für jedes Teammitglied sowie die Einhaltung von Terminabsprachen. Die Koordination der Einzelaufgaben liegt in der Zuständigkeit der „Fahrzeugintegration“. Dazu gehört auch die Fortschrittskontrolle bei den wöchentlichen Gruppenmeetings mit allen Beteiligten. Hier wird sichergestellt, dass alle den gleichen Informationsstand und auch das gleiche Verständnis für das



**Bild 10: Teambesprechung in der CAVE des VRCA**



**Bild 8: Aerodynamische Untersuchungen am 1 : 5-Modell**

Gesamtprojekt haben. In regelmäßigen Abständen finden diese Treffen in der CAVE im Virtual Reality Center der RWTH Aachen (VRCA) statt (**Bild 10**).

Ein beträchtlicher Arbeitsaufwand ist das Datenmanagement. Im studentischen Entwicklungsalltag stellt sich die Arbeit mit den verschiedenen Datenformaten und die Auseinandersetzung mit umfangreichen Datenstrukturen als eine echte Herausforderung dar.

**Zusammenfassung**

Innerhalb von ca. 15 Monaten ist es dem Studententeam der „Group Automotive“ gelungen, mithilfe von externen Fachleuten, insbesondere der Ford Werke AG in Köln, eine konzeptionelle Sportwagenstudie unter Einsatz virtueller Entwicklungswerkzeuge zu erstellen. Diese „freie“ Fahrzeugplattform dient als Basis für weitere Forschungsprojekte mit konkreten Aufgabenstellungen und wird in die nächste Generation übergeführt. Neue Designstudien hierzu sind gerade angelaufen.

Ähnliche Projektarbeiten wie der Capro werden in die neuen „Automotive“-Studiengänge an der FH Aachen ab Wintersemester 2006 mit Bachelor- und Masterabschluss im Rahmen der praxisorientierten Lehre eingebunden. ■