



Das virtuelle Fahrzeug

The Virtual Vehicle

Vorgeschichte

Schon im Vorjahr gab es intensive Kontakte zwischen den Instituten der Fakultät für Maschinenbau der TUG und einigen führenden österreichischen Entwicklern und Herstellern von Fahrzeugen und Fahrzeugkomponenten. Die Modellierungs- und Simulationstechniken des Engineering und der Produktion für das gesamte Fahrzeug anzuwenden wurde alsbald zur Vision. Schon im Herbst 2001 konnte ein abgerundeter Projektplan vorgestellt und im Rahmen des „K plus – Kompetenzzentrenprogrammes“ des Bundesministeriums (BMIVT) eingereicht werden. Eine internationale Jury begutachtete die Forschungsvorhaben. Bis auf wenige Einwendungen der Experten wurde fast das gesamte Forschungsprogramm dem Ministerium empfohlen, so dass Mitte Jänner 2002 die schriftliche Zusage, dieses Kompetenzzentrum zu fördern, in Graz einlangte. Von der Vision getragen „Das virtuelle Fahrzeug“ („vif“) Realität werden zu lassen, wurde von allen Beteiligten mit hohem Engagement die Gründung dieses Kompetenzzentrums in die Tat umgesetzt.

Projektvolumen

Das gesamte Projektvolumen für die nächsten vier Jahre beträgt 16,35 Mio. Euro und wird zu 60% gefördert. Die Fördergeber sind der Bund mit 35%, das Land Steiermark und die Stadt Graz zusammen 20%, und die Technische Universität Graz mit 5%.

Die Förderleistung der TUG wird durch die intensive Mitarbeit der Institute in den Forschungsprojekten erbracht. Die Industriepartner bringen 20% Eigenleistungen und 20% Geldmittel ein. Der größte Teil der Projektarbeit (75%) wird im Kompetenzzentrum selbst abgewickelt.

Rahmen

Das Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH widmet sich dem Einsatz und der Entwicklung virtueller Modellierungs- und Simulationstechniken um konkurrenzfähige und innovative Werkzeuge zur Verwirklichung einer umfassenden virtuellen Fahrzeugentwicklung im Bereich der straßen- und schienengebundenen Fahrzeuge zu erarbeiten. Damit werden fundierte Voraussetzungen für die Reduktion der Entwicklungszeiten im Fahrzeugbau geschaffen.

Die Steiermark, insbesondere der Großraum Graz, hat sich im letzten Jahrzehnt zum österreichischen Zentrum für die Fahrzeugindustrie entwickelt. Die involvierten Unternehmen wurden in weiterer Folge selbst oft Teil größerer überbetrieblicher Netzwerke (Cluster) bzw. Firmenkooperationen. Dies gilt gleichermaßen für die straßen- wie für die schienengebundenen Fahrzeuge.

Das Hauptaugenmerk aller zukünftigen Entwicklungen in diesem wichtigen Industriezweig gilt dem Vermögen, rasch und mit den neuesten wissenschaftlichen und technologischen Erkenntnissen auf den Markt zu reagieren. Die Entwicklungsmethodik, welche diesen Anforderungen gerecht wird, ist die virtuelle Modellierung und Simulation des Produktes.

Dies wiederum ist eine Stärke der beteiligten Institute der Technischen Universität Graz. Zudem weisen Forscher der TUG, insbesondere der Fakultät für Maschinenbau auf diesem Gebiet ein durch zahlreiche nationale und internationale Förderungen und Auszeichnungen manifestiertes Know-How aus.

Durch Bündelung der vorhandenen personellen und experimentellen Ressourcen im Rahmen des K plus - Zentrums „vif“ entsteht in einem Netzwerk zwischen Universität und Industrie eine, gegenüber der derzeitigen üblichen Bearbeitung einzelner Projekte durch Einzelinstitute, äußerst qualifizierte, schlagkräftige und überkritische

Forschungseinheit. Diese wird somit in der Lage sein, die vielfältigen Aufgabenstellungen der steirischen und österreichischen Fahrzeugindustrie auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung auf international führendem Niveau effektiv und effizient zu lösen, in einer Art und Weise, die für isolierte Einzelprojekte unerreichbar wäre.

Modellierung und Simulation ermöglichen die technologisch – virtuelle Darstellung eines Fahrzeuges, beginnend mit der grundsätzlichen Entwicklungsphase (virtual design) in mechanischer, thermodynamischer und strömungstechnischer Hinsicht, einer ingenieurmäßigen Umsetzung in einen virtuellen Prototyp (virtual engineering), einer virtuellen Fertigung (virtual manufacturing), bis hin zum virtuellen Fahrverhalten und der Sicherheitsüberprüfung (virtual testing einschließlich der Crash-Simulation). Die ungeheure Stärke dieses Konzeptes liegt in der permanenten Verfügbarkeit des jeweilig letzten Entwicklungsstandes, alle Versionen und Varianten einschließend, jedes einzelnen dieser Schritte in der vollen Bandbreite der gesamten Entwicklung. Die virtuelle Entwicklung erfolgt somit rascher, umfassender und wirtschaftlicher als eine Reale.

Ziele

Die Hauptziele des K plus - Zentrums „vif“ sind wie folgt zu beschreiben:

1. Forschungsprogramm: Modellierung und Simulation sind die vielversprechendsten Werkzeuge der modernen Ingenieurwissenschaften. Neben den im Forschungsprogramm definierten Zielen für die einzelnen Projekte, Cluster und Areas, stehen die Öffnung der Universität für industrierelevante Grundlagenforschung, die Erhöhung der Ausbildungsqualität, die Erhöhung der Attraktivität dieser Forschung für junge Menschen, der Transfer von Forschern in die Industrie aber auch die Reduktion der Entwicklungszeiten für die Industrie an erster Stelle.
2. Programmstruktur: Die Programmstruktur ist so angelegt, dass durch die Input- und Outputvorgabe eine enge Vernetzung der einzelnen Forschungsprogramme der gesamten Programmstruktur sichergestellt wird und das Zentrum in kurzer Zeit als weitgehend homogene Forschungseinheit agieren kann. Dadurch wird neben der Kompetenz zur Lösung von Einzelaufgaben bevorzugt eine ganzheitliche Forschungsstrategie des Zentrums erreicht werden.
3. Ausnutzen von Synergien: Die Arbeit im K plus Zentrum „vif“ konzentriert sich auf bestimmte Anwendungsgebiete. Durch die Verbindung, sowohl der beteiligten Institutionen, Universitätsinstitute und Industriepartner, als auch durch die Einbindung verschiedener Anwendungsbereiche (wie z.B. Schienen- und Straßenfahrzeuge) werden rasch kritische Massen entstehen und Synergieeffekte ausgenützt werden. Durch die bevorzugte Einbindung von Projekten mit mehreren Industriepartnern (multifirm) soll dieser Synergieeffekt noch verstärkt werden.
4. Standortsicherung für Industrie und Universität: Die Realisierung des K plus - Zentrums „vif“ bietet für die beteiligten Unternehmen die Vorteile der frühzeitigen Erkennung und des Zugangs zu modernen Entwicklungstrends und grundlagenorientierter Methodik. Dies macht sie für ihre Kunden äußerst attraktiv und ermuntert zu zusätzlicher Initiative im Bereich eigener F&E Aktivitäten (Additionalität). An der TUG entsteht dadurch ein modernes, theoretisches und anwendungsorientiertes Arbeitsgebiet, welches große Chancen für junge Wissenschaftler bietet. Außerdem werden im Zentrum für die Industrie Spezialisten ausgebildet. Die Kooperation der Institute und Fakultäten innerhalb der TUG wird so gefördert und jene zwischen TUG und Industrie weiter institutionalisiert. Insgesamt werden sich daraus neue,

äußerst positive Effekte für den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Graz und Steiermark ergeben.

5. Technologietransfer: Durch die verbreiterte Verbindung von Grundlagenforschung (Universität) und anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung (industrieller F&E) im Zentrum soll es durch gegenseitigen Technologietransfer zum Aufbau eines Netzwerkes kommen, welches den Rahmen für kooperative Forschung bildet. Wissen und Kompetenz der einzelnen Partner sollen so optimal genutzt und sich gegenseitig befruchtend ausgebaut werden. Besonderer Wert wird hier auf die Veröffentlichung der erreichten Forschungsergebnisse, sowie auf die Weitergabe von erarbeitetem Wissen gelegt (Tagungsveranstaltungen, Kurse).
6. Internationale Kooperation: Durch Schaffung von Reserven für zukünftige Partner im Rahmen des K plus - Bereichs des Zentrums sollen neue Partner auch auf internationaler Ebene eingeladen werden ihre Expertise einzubringen. Durch Technologietransfer und die Ausnutzung von Synergien soll neue Expertise für das Zentrum dazu gewonnen werden, die wiederum Basis für selbstständige Auftragsarbeiten von „vif“ bildet (non-K plus - Bereich). Das Erreichen einer überkritischen Masse auch in diesem Bereich ist erklärtes Ziel von „vif“. Hierzu ist die Schaffung internationaler Kooperationen erforderlich, so dass das längerfristige Ziel ein nationales Zentrum mit starker internationaler Einbindung ist (auch über europäische Projekte).
7. Schaffung eines führenden Forschungszentrums für virtuelle Fahrzeugentwicklung: Langfristiges Ziel ist es, das „vif“ zu einem international führenden Forschungs- und Entwicklungszentrum für virtuelle Fahrzeugentwicklung zu machen, das aufgrund der erarbeiteten Expertise als der kompetente Ansprechpartner, nicht nur für die lokale, sondern auch für die internationale Fahrzeugindustrie wird. Durch die enge Vernetzung mit der TUG entsteht damit auch ein nachhaltig wirkender Wissenstrust in einem fortschrittlichen zukunftssträchtigen Arbeitsgebiet.
8. Aus- und Weiterbildung der „vif“ Mitarbeiter: Ein wesentliches Ziel ist die Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlichen Personals des „vif“ auch im Rahmen der Teilnahme an internationalen Austauschprogrammen.

Themen

Die thematischen Schwerpunkte sind insbesondere:

Area 1: Mechanics

Die Mechanik spielt eine sehr bedeutende Rolle in der Fahrzeug-



Area 1

entwicklung. Es sind viele offene Fragen die wissenschaftlich gelöst werden müssen, wie Belastungen, Fahrverhalten, Optimierung des Antriebsstranges, Mehrkörperdynamik und lineare und nichtlineare Strukturmechanik. Die Projekte des Area 1 sind auf 3 Arbeitsgebiete (Cluster) aufgeteilt, die im folgenden beschrieben werden:

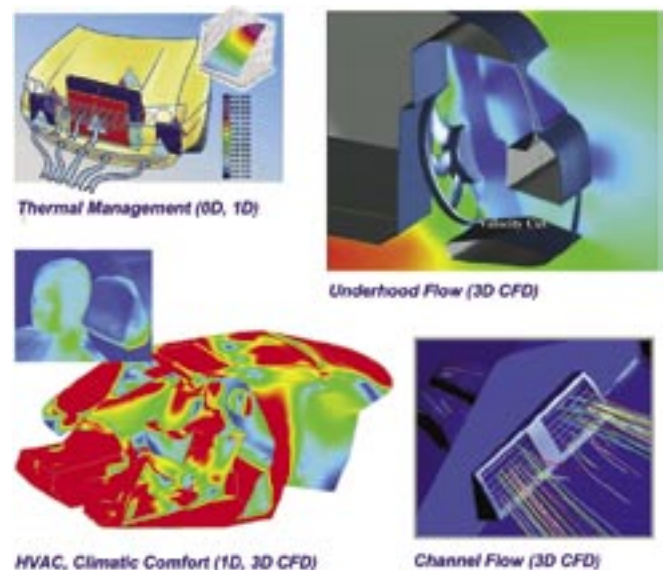
Cluster a: Power Train: Dieses Arbeitsgebiet ist auf die Optimierung von Komponenten und die Interaktion der Komponenten (Antriebsstrang) ausgerichtet. Dabei wird stets darauf geachtet den Wirkungsgrad, Komfort und die Dauerhaltbarkeit zu maximieren.

Cluster b: Structural Mechanics: In diesem Arbeitsgebiet werden verschiedene mechanische Probleme wie Belastungen, Fahrverhalten, Mehrkörpersimulation und lineare und nichtlineare Strukturmechanik behandelt.

Cluster c: Vehicle Safety: Auf der Entwicklung und Verbesserung von numerischen Lösungsverfahren liegt das Hauptgewicht dieses Arbeitsgebietes. Sowohl die Fahrzeugstruktur als auch die verschiedensten Rückhaltesysteme sollen durch Simulation optimiert werden.

Area 2: Thermal Management And Fluid Dynamics

Das Area 2 befasst sich mit dem thermischen und dem strömungstechnischen Problemkreis im und um das Automobil. Die Strömungsmodelle werden mit den Temperaturberechnungsmodellen



Area 2

gekoppelt und so einzelne Teilberechnungen zu einem umfassenden thermisch und strömungstechnischen Gesamtmodell zusammengefügt. Unterstützt von Digital Mock Up (DMU) werden 0-, 1- und 3-dimensionale Berechnungsmethoden eingesetzt. Von der Simulation im Verbrennungsraum, über die Berechnung der Wärmeabfuhr durch das Kühlsystem, Anströmung des Fahrzeuges, Wärmetauscher Kühler / Luft, Durchströmung des Motorraumes und Strömungs- und Kühlungsverhältnisse unter dem Fahrzeugboden werden die äußeren Bedingungen ermittelt und die beteiligten Komponenten einer energetischen Optimierung zugeführt.

Die Themen des Area 2 sind in 2 Gruppen (cluster) gegliedert.
Cluster A) Vehicle Thermal Management
Cluster B) Automotive Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC)

ad Cluster A: Vehicle Thermal Management

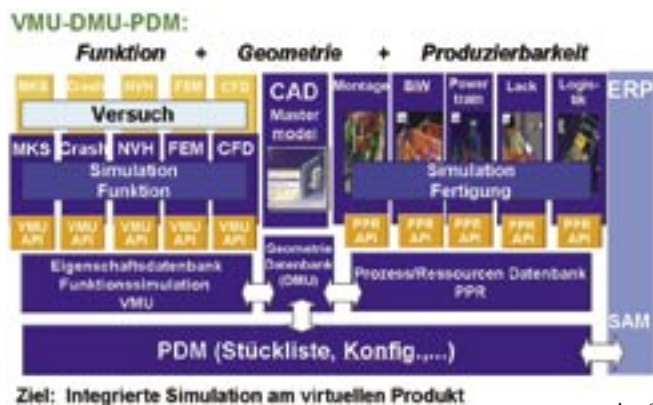
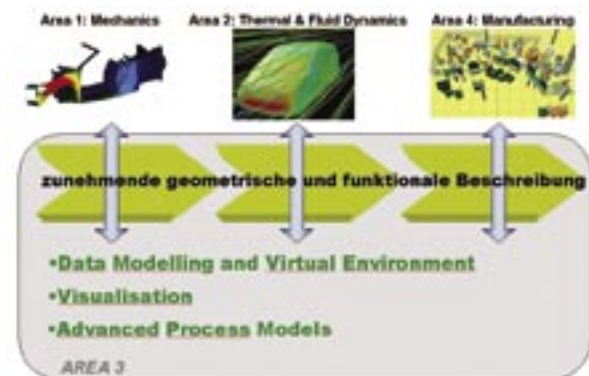
Das thermische Management in Kraftfahrzeugen ist ein Gebiet von wachsendem Interesse in der Produktentwicklung von Kraftfahrzeugen. Die stetig ansteigende Leistung von Motoren, Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit, die Komfortanforderungen und die Platzbeschränkungen resultieren in einer enormen Komplexität des thermischen Managements. Die Absicht dieses Clusters ist es eine Simulationsmethode zu entwickeln, die es ermöglicht detaillierte thermische Analysen über das gesamte System, sowohl für stationäre als auch transiente Zustände, zu machen.

Ad Cluster B: Automotive HVAC

Kriterien für Gesundheit und Komfort gewinnen an Bedeutung, weil die Auswirkungen auf die Konstitution des Fahrzeuginsassen und der Passagiere von Bedeutung sind. Die Heizung, das Gebläse und die Klimaanlage (HVAC) sollten gewährleisten, dass die Anforderungen selbst unter extremen Umwelteinflüssen erfüllt werden können; insbesondere gute Sichtverhältnisse (zB. Enteisern und Verhindern des Beschlagens der Scheiben) bei sehr tiefen Umgebungstemperaturen und das Abkühlen des Fahrzeuginnenraumes bei hohen Außentemperaturen sollen so rasch als möglich erreicht werden.

Area 3: Virtual Engineering

Die virtuelle Entwicklung in der Konstruktion und Produktion von Fahrzeugen verlangt eine umfassende Informationsstruktur, die zusätzliche Informationsmodelle für Produkte, Prozesse, Produktion und



Area 3

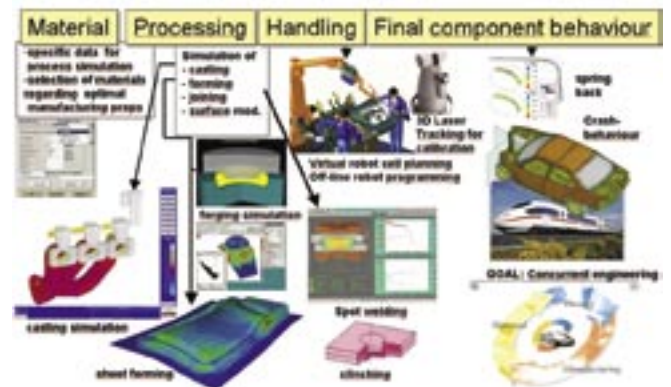
wirtschaftlichen Daten enthält. Die existierende Konstruktionstechnologie unterstützt diesen Prozess mit dem Produktdatenmanagement, das die geometrische Repräsentation der Teile und den Entwicklungsprozess dokumentiert.

Zwei Hauptrichtungen von Aktivitäten werden in diesem Forschungsbereich verfolgt.

- 1.) Die Entwicklung von Meta-Modellen für das Virtuelle Mock Up (VMU) Konzept
- 2.) Verbesserungen des Produktdatenmanagements durch aus-geweitete Geschäftsprozesskonzepte und Entwicklungsabläufe (engineering workflows)

Area 4: Virtual Manufacturing

Die virtuelle Fertigung spielt eine vitale Rolle bei der Unterstützung der Arbeitsvorbereitung bezüglich der Verifikation der Machbarkeit des Fertigungsablaufs der Komponenten und bei der



Area 4

Optimierung der zahlreichen Arbeitsschritte während der Produktion von Automobil- und Eisenbahnkarosserien.

Die Forschungsinhalte im Arbeitsbereich 4 sind

- Überprüfung der Machbarkeit in einer frühen Konzeptphase
- Aufbereitung von Empfehlungen für geometrische Abänderungen um Fertigungsfehler zu vermeiden
- Beschreibung der Veränderung der Eigenschaften der Komponenten verursacht durch den Produktionsprozess
- Unterstützung der Arbeitsvorbereiter und Produktionsplaner um Prozessschritte und -parameter zu finden, die zu den gewünschten Produkteigenschaften und zu wirtschaftlichen Produktionsabläufen führen.
- Schließen der virtuellen Lücke der Unterstützung zwischen Konstruktion, Digitalem Mock Up (DMU), Produktionsplanung, Rapid Prototyping, Fertigung und Komponententests.
- Konstruktion, Simulation, Optimierung und off-line Roboterprogrammierung von flexiblen automatischen Fertigungslinien für Drehgestelle.
- Voll unterstütztes Datenmanagement von der Konstruktion bis zum Start der Produktion
- Kombination der Auswirkungen verschiedenster Fertigungsschritte in der Absicht die Vorhersagegenauigkeit des Verhaltens des fertigen Produktes zu verbessern, wie zum Beispiel das Deformationsvermögen beim Crash oder die Dauerfestigkeit.

Forschungspartner

Am Aufbau und der Durchführung des „vif“ sind unter anderem beteiligt:

Industriefirmen

- AVL-List GesmbH
- Steyr-Daimler-Puch Fahrzeugtechnik AG und CoKG
- Engineering Centre Steyr
- Siemens SGP Verkehrstechnik GmbH
- OMV Aktiengesellschaft
- Obrist Engineering GmbH
- ACTS GmbH & Co. KG

Wissenschaftliche Partner

Technische Universität Graz

- Institut für Fertigungstechnik
- Institut für Werkstoffkunde, Schweißtechnik und Spanlose Formgebungsverfahren
- Institut für Mechanik und Getriebelehre
- Institut für Wärmetechnik
- Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme
- Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik
- Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik
- Institut für Thermische Turbomaschinen und Maschinendynamik
- Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften
- Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung
- Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen
- Institut für Baustatik
- Institut für Elektronik

Montanuniversität Leoben

- Institut für Allgemeinen Maschinenbau

Es ist geplant weitere Partner aus der Industrie und dem wissenschaftlichen Sektor in neue Projekte aufzunehmen.

Am viF selbst werden bis zu 50 Personen Beschäftigung finden.

Bildnachweis:

AVL, Magna Steyr, Siemens Verkehrstechnik, TUG

Geschäftsführer: Peter Sengstbratl

Schlögelgasse 9, 8010 Graz, mobil: 0664 405 11 77

The Virtual Vehicle

Based on a long and fruitful record of mutual research and driven by a clear sense for the field of activity virtual modelling and simulation is and will be the revolutionary vehicle technology in the forthcoming ten years. 13 institutes at Graz University of Technology (TUG), mainly based at the faculty of mechanical engineering, together with the representative outstanding Austrian companies for vehicle engineering, which will be detailed in section 3, have endeavoured to establish a Kplus competence centre called "The virtual vehicle" (viv). The overall goal of the viv-Centre is the application of virtual modelling and simulation as a competitive and innovative method of development for automotive, industrial and rail-vehicles. Styria, especially the Graz area, has developed in the last decade to the main Austrian Centre of vehicle industry. The enterprises involved in this respect form so-called clusters or cooperations of companies, covering both, the automotive sector as well as the railroad vehicle sector.

The main issue for the further development in this important industrial branch is the availability to react with the best and newest scientific achievements in time to the market demands. The tool to fulfil these requirements is being clearly recognised as virtual modelling and simulation. While these topics need further development in industry, modelling and simulation is one of the most developed scientific capacities of the institutes of Graz University

of Technology, this expertise being warranted by many national and international awards. By concentrating the existent personnel and experimental resources on a number of interdisciplinary key research areas from problems of vehicle industry, a new extremely qualified and powerful research could be created that, compared with the existing single project philosophy of existing cooperations, could boost vehicle design technology and produce scientific insight that would be unachievable on an isolated project basis.

The modelling and simulation environment envisioned in this program is intended to cover all four main stages of the vehicle design cycle, i.e. virtual design, where, based on mechanical, thermodynamical and fluid flow aspects the prime physical effects and interrelationships components of a vehicle are developed and/or optimised; virtual engineering, where technological aspects of vehicle components are optimised with a view to the manufacturability and competitiveness; virtual manufacturing, where processing stages and complete production lines as well as the as-fabricated component performance will be optimised; and virtual testing, where the overall behaviour, in particular from the perspective of functionality and safety, is assessed based on the virtual models and/or their coupling with physical devices in a hardware-in-the-loop. The strength of this concept is the permanent availability of the intermediate design results for all versions and variants developed throughout the design history, each single step covering the full spectrum of the whole development process. The virtual development is therefore much faster, more complete and more economic than the real physical development. The involved university institutes are well-prepared for developing and testing such models and simulations based on up-to-date scientific knowledge. The definition of the tasks and the transfer of the models into practical application is a goal where the industry partners can warrant compatibility with long-term society needs. Hence, the establishment of the viv-Centre could help the industry to follow successfully the demands of an worldwide growing market and the university to concentrate basic science approaches on successful industrial application aspects.