

FIORES-II – CAD im Spannungsfeld zwischen Ästhetik und Design

Ein Hilfsmittel zur Bewahrung des Produktcharakters im Entwicklungsprozess

FIORES-II - Bridging the Gap between Aesthetics and Design

A Tool for Preserving the Product Character in the Development Process

Prof. Dr. C. Werner Dankwort und Dipl.-Ing. Karl-Gerhard Faißt

Lehrstuhl für Rechneranwendung in der Konstruktion, Universität Kaiserslautern

Zusammenfassung

Der Erfolg eines Produkts am Markt hängt in zunehmendem Maße auch von seinen *ästhetischen Eigenschaften* ab. Es ist daher sehr wichtig, die durch die Stylisten ursprünglich für ein Produkt definierte *Design-Absicht* (design intent) während des gesamten Entwicklungsprozesses eines Produkts zu bewahren. Jedoch gibt es zum momentanen Zeitpunkt kein CAS/CAD-System mit einer Funktionalität, die Designer dabei unterstützt zu analysieren, ob ein modifiziertes Modell eines Produkts immer noch seinen ursprünglichen *ästhetischen Charakter* besitzt.

Im Projekt FIORES-II entwickeln 14 Partner aus 6 europäischen Ländern, darunter Automobilunternehmen, Design-Firmen, Systemhersteller sowie Universitäten bzw. Forschungsinstitute, Verfahren, um die Design-Absicht während der rechnerunterstützten Produktentwicklungsphasen zu erhalten. Hierfür werden u.a. *psychologische Analysen* (Interviews), die Mathematik des *Computer Aided Geometric Design (CAGD)* sowie Methoden des *Case Based Reasoning (CBR)* angewandt. Am Ende des Projekts werden die neuen Funktionalitäten im Software-Prototypen eines CAD-Werkzeuges zur Verfügung stehen. FIORES-II wird im Rahmen des 5. Europäischen Rahmenprogramms gefördert.

FIORES-II bringt eine Verbesserung der Arbeitsabläufe und rechnerunterstützten Werkzeuge von Stylisten und Designern in der frühen Phase der Entwicklung von Produkten mit ästhetisch relevanten Formen und spricht damit sowohl die Automobil- als auch die Konsumgüterindustrie an. Sehr verschiedene Aspekte des Designs werden in ein völlig neues Konzept zu integriert.

Dieser Artikel stellt die Idee, die Ziele, die Lösungsansätze und die Kernelemente dieses hoch innovativen Projektes vor. Es wird ein allgemeiner, jedoch kein vollständiger, detaillierter Überblick über alle Projektteile gegeben. Die Resultate der ersten Projekthälfte werden dargestellt und ein Ausblick auf weitere Teilziele der zweiten Projekthälfte gegeben.

Die vorgestellten Arbeiten sind das gemeinsame Ergebnis des Projekt-Konsortiums.

Summary

A product's success on the market increasingly depends on its *aesthetics*. Thus, it is very important to preserve the *design intent* once defined by the stylists throughout the computer-aided development process of a product. However, when modifying a CAD model, no CAS/CAD system supports the designers with a functionality which insures that the modified shape still possesses its initially intended *aesthetic character*.

In the project FIORES-II 14 partners from 6 european countries, including automotive and design companies, system producers, universities and research institutes, develop techniques to preserve the design intent during the computer-aided development phases of a product. Therefore, among other things, psychological analyses (interviews), mathematics of *Computer Aided Geometric Design (CAGD)* as well as methods of *Case Based Reasoning (CBR)* are used. At the end of the project the new functionalities will be available in a prototype of a CAD tool. FIORES-II is promoted in the frame of the 5th Framework of the European Community ("Competitive and Sustainable Growth" Programme).

FIORES-II improves the workflows and CAD tools of stylists and designers in the early development phase of products with aesthetic relevant shapes and for this reason it is interesting for both automotive and consumer industries. Very different aspects of design are integrated in a completely new concept.

This article introduces the idea, the goals, the methods of resolution and the main elements of this high innovative project. A common but not complete and detailed overview of the different project parts will be given. The project results achieved within the first half of the project are presented and an outlook on further goals of the second project half is given.

The presented work is the joint result of the project consortium.

1. FIORES-II – ein europäisches Projekt

Das Projekt "FIORES-II – Character Preservation and Modelling in Aesthetic and Engineering Design" befasst sich mit dem Erhalt der *Design-Absicht* ("design intent") während des rechnerunterstützten Produktentwicklungsprozesses und wird im Rahmen des 5. Europäischen Rahmenprogramms gefördert (3. thematisches Programm "Wettbewerbsorientiertes und nachhaltiges Wachstum", Leitaktion "Innovative Produkte, Verfahren und Organisationsformen"). Die Laufzeit des Projektes beträgt 3 Jahre, Beginn war im April 2000.

Dem Konsortium gehören 14 Partner aus 6 europäischen Ländern an, darunter

- Anwendungsfirmen:
Alessi (Omegna, I), BMW-Technik GmbH (München, D), Eiger (Barcelona, E), Formtech AB (Torslanda, S), Pininfarina Studi e Ricerche (Turin, I), SAAB Automobile AB (Trollhättan, S)
- Systemhersteller:
CAxOPEN (Kaiserslautern, D), SAMTECH S.A. (Lüttich, B), think3 (Aix-en-Provence, F und Bologna, I)
- Universitäten und Forschungsinstitute:
Istituto per la Matematica Applicata del CNR, IMA/CNR (Genua, I), Laboratoire de Psychologie Cognitive (Universität Marseille, F), Pôle Universitaire Léonard de Vinci (Paris, F), UDK Utveckling (Sävedalen, S), Lehrstuhl für Rechneranwendung in der Konstruktion, RKK und AG Richter (Universität Kaiserslautern, D)

Ein Großteil des Konsortiums hat bereits im Vorgängerprojekt "FIORES-I – Formalisation and Integration of an Optimised Reverse Engineering Styling Workflow" erfolgreich zusammengearbeitet.

FIORES-I beschäftigte sich mit der Optimierung von computergestützten Werkzeugen, Methoden und Abläufen im "Aesthetic Design", d.h. der Entwicklung ästhetischer Formen vom Staubsauger bis zur Automobilaußenhaut. Ziel des Projekts war es nachzuweisen, dass die Form eines Produkts in einem CA-System entsprechend durch die Vorgabe der Zieleigenschaften nahezu automatisch optimiert werden kann, soweit technisch möglich /1/.

FIORES-II basiert auf den Erfahrungen dieses Projekts, geht aber darüber hinaus, da jetzt versucht wird den **Ästhetischen Charakter** eines Produkts zu erfassen und im Design-Prozess aktiv zu berücksichtigen.

2. Problemfelder im Karosseriedesign

Aesthetic Design bzw. Styling ist das zunehmend zentrale Merkmal für den Erfolg von Automobilen auf dem Weltmarkt. Entsprechend den firmenspezifischen Vorstellungen werden diese ästhetische Eigenschaften der Karosserien in komplexen Arbeitsabläufen ("Workflows") herausgearbeitet. Computer Aided Styling (CAS) und Computer Aided Aesthetic Design (CAAD)¹ sind die Werkzeuge zur Schaffung optimaler Karosserieformen. Die Abläufe sind von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich, haben aber in ihren Strukturen viele Ähnlichkeiten: Es werden zahlreiche Verbesserungsschleifen benötigt, um bzgl. marktgerechtem Styling, Flächenqualität und Anforderungen aus dem Engineering das Optimale zu erreichen.

Der Charakter des Produkts muss einerseits der Unternehmensphilosophie genügen ("Corporate Identity"), andererseits aber auch bestimmte Emotionen beim Käufer erzeugen und befriedigen. Daher muss die ursprüngliche Design-Absicht des Stylisten für ein Produkt während des gesamten Entwicklungsprozesses erhalten bleiben. Jedoch gibt es zum momentanen Zeitpunkt kein CAS/CAD-System mit einer Funktionalität, die Designer dabei unterstützt zu analysieren, ob das modifizierte Modell eines Produkts immer noch seinen ursprünglichen ästhetischen Charakter besitzt.

Hieraus entstand die Idee von FIORES-II: Ein CAD-Werkzeug zu entwickeln, welches den Charakter eines Produkts im gesamten Entwicklungsprozess bewahrt und mit dem man den Produktcharakter in verschiedenen Phasen des Entwicklungsprozesses überprüfen kann.

Bevor die FIORES-Projekte gestartet wurden, gab es im wesentlichen zwei CAS/CAD-Arbeitsweisen, um die ästhetische Form eines Produkts zu optimieren: parametrisches bzw. feature-based Design und die seit vielen Jahren bestehende Technik, die Form durch direkten Eingriff in die mathematische Darstellung der Flächen (wie durch das Bewegen von Kontrollpunkten) zu verändern.

FIORES-I führte die Methode des *Engineering in Reverse* in das Design ein, d.h. die Form wird direkt modelliert, indem die ästhetischen Eigenschaften entsprechend den Zielen des Designers verändert werden (Modifizieren von Schnittkurven, Reflexionslinien, Silhouetten usw. veranlasst die Berechnung einer neuen, den Wünschen entsprechenden Fläche). Als Projektergebnis konnte die Umsetzbarkeit der Idee in einem Software-Prototyp nachgewiesen werden.

¹ CAAD fokussiert Methoden z.B. für den Bereich Außenhaut / Strak.

In FIORES-II wird darüber hinaus versucht, den *Charakter eines Produkts* zu erfassen. Hierfür werden völlig neue Methoden eingeführt, die die Design-Absicht *und* den Ästhetischen Charakter beinhalten.

Die *Design-Absicht* wird in der Sprache formuliert, in der Designer und Stylisten miteinander kommunizieren. Die verbalen Ausdrücke müssen dann auf CAS/CAAD-Funktionen abgebildet werden. Bisher sind dem Konsortium keine ähnlichen Ansätze auf dem CAS/CAD-Systemmarkt bekannt.

Die Beschreibung des *Ästhetischen Charakters* eines Produkts und seine Übertragung in die CAS/CAAD-Welt ist sehr komplex: Mittels emotionaler Ausdrücke der Sprache (Adjektive) können die Eindrücke der Verbraucher kommuniziert werden, wie z.B. dieses Auto sieht "aggressiv", "sportlich", "konservativ", "weiblich" aus. Darüberhinaus gibt es die Fachsprache der Designer, deren Ausdrücke sich auf die Form und damit die Geometrie beziehen (z.B. die "Spannung" einer Kurve).

Der Ästhetische Charakter eines Produkts ist die *Zielvorstellung des Designers* (Design-Absicht). In der Sprache des Designers wird aber auf die Form Bezug genommen. Der Ästhetische Charakter muss also abgebildet werden auf geometrische Elemente und deren charakteristische Größen: Vektoren, die den *Geometrischen Charakter*² durch *ästhetische Eigenschaften*³ (*Aesthetic Properties*) der Flächen beschreiben, wie z.B. Charakterkurven, Reflektionslinien, Schattenlinien usw. Geometrische Charakter bestehen also aus ästhetischen Eigenschaften (ein oder mehrere), die wiederum auf Elemente mit geometrischen Eigenschaften verweisen. Geometrische Charakter "transportieren" somit die Ästhetischen Charakter. Dies entsprechend ihres emotionalen Wertes oder ihrer Bedeutung hinsichtlich Mode bzw. Trends, also entweder zufrieden oder unzufrieden, attraktiv oder abstoßend, modisch oder veraltet und so weiter.

² Ein Geometrischer Charakter (GC) ist ein Ausdruck für die geometrischen Eigenschaften einer Produktform, angenommen/festgelegt eher aus einer semantischen bzw. ästhetischen Perspektive als über die rein geometrische Definition (z.B. "Linien mit weniger *linearem*^{GC} Verlauf scheinen *Spannung*^{GC} oder *Balligkeit*^{GC} zu besitzen").

³ Bestimmte geometrische Elemente (Punkte, Kurven, Schnitte), die für das ästhetische Empfinden des Stylisten bezüglich der Produktform von Bedeutung sind.

3. Projektziele

FIORES-II zielt auf eine Verbesserung der Arbeitsabläufe und rechnerunterstützten Werkzeuge von Stylisten und Designern in der frühen Phase der Entwicklung von Produkten mit ästhetisch relevanten Formen und spricht damit sowohl die Automobil- als auch die Konsumgüterindustrie an.

Um den Anwender in seiner täglichen Arbeit im Produktentwicklungsprozess zu unterstützen, stellt FIORES-II neue, leistungsstarke Funktionalitäten zur Verfügung:

- Erstellung einer Verbindung zwischen ästhetischen Eigenschaften eines Produkts und Emotionen beschreibenden Begriffen, um den Ästhetischen Charakter eines Produkts zu beschreiben.
- *"Engineering in Reverse"*: Einsatz von Soll-/Zieleigenschaften als Design-Parameter.
- Verwendung von ästhetischen und konstruktiven Randbedingungen zur Steuerung von Veränderungen an der Gestalt eines Produkts mittels einer komplexen Optimierungs-Software.

3.1 Anwendungsszenarien – Anforderungen an den Prototypen

Die rechnerunterstützten Werkzeuge, die bis zum Ende des Projekts in einem *Software-Prototypen* verfügbar sein werden, ermöglichen es, gleichzeitig Design-Gesichtspunkte und Konstruktionsparameter zu berücksichtigen.

Eine Optimierung der Konstruktion findet statt über eine Verbesserung der Engineering-Parameter oder durch Definition neuer Engineering-Randbedingungen unter Beibehaltung des ursprünglichen Ästhetischen Charakters eines Flächenverbands während des gesamten Entwicklungsprozesses.

Weitere Anwendungsszenarien sind

- die Möglichkeit für den Anwender, den Ästhetischen Charakter eines CAD-Modells zu extrahieren, um ihn mit denen anderer CAD-Modelle zu vergleichen,
- die Möglichkeit, mittels Echtzeit-Analyse schon während der Maßnahmen zur Verbesserung der Datenqualität von CAD-Modellen die Daten dahingehend zu überprüfen, ob durch die beabsichtigten Änderungen der Ästhetische Charakter des Modells beeinflusst wird.

Im Rahmen von FIORES-II wurde bzgl. den ästhetisch relevanten Formen eine Konzentration auf charakteristische Kurven vorgenommen.

4. Lösungsansatz: Neue Wege im Design

Die FIORES-II Idee ist ein komplett neuer Ansatz, für den Grundlagenuntersuchungen und Forschungsarbeit notwendig waren. Daher war zu Beginn des Projekts noch nicht vorauszusagen, ob die gewünschten Ergebnisse erreichbar sein würden.

4.1 Design Workflow

Die unterschiedlichen Arbeitsweisen der Endanwender im Konsortium, die sowohl aus der Automobil- als auch aus der Konsumgüterindustrie stammen, wurden analysiert. Als Ergebnis wurde ein neuer allgemeiner Arbeitsablauf gefunden, mit dem sich alle identifizieren konnten (siehe Abb.1). Auf der Basis ausgewählter Produktteile wurde ein neues Anwendungsszenario für FIORES-II entwickelt, das als Zielvorstellung für alle diente.

(In diesem Zusammenhang sei die Unterstützung von Unternehmen ausserhalb des Konsortiums erwähnt, die dankenswerter Weise das Projekt mit Produkten aus ihrem Portfolio unterstützten: die Firma AUDI für die CAD-Daten des TT und die Firma Kamei, die eine ihrer Skiboxen zur Verfügung stellte)

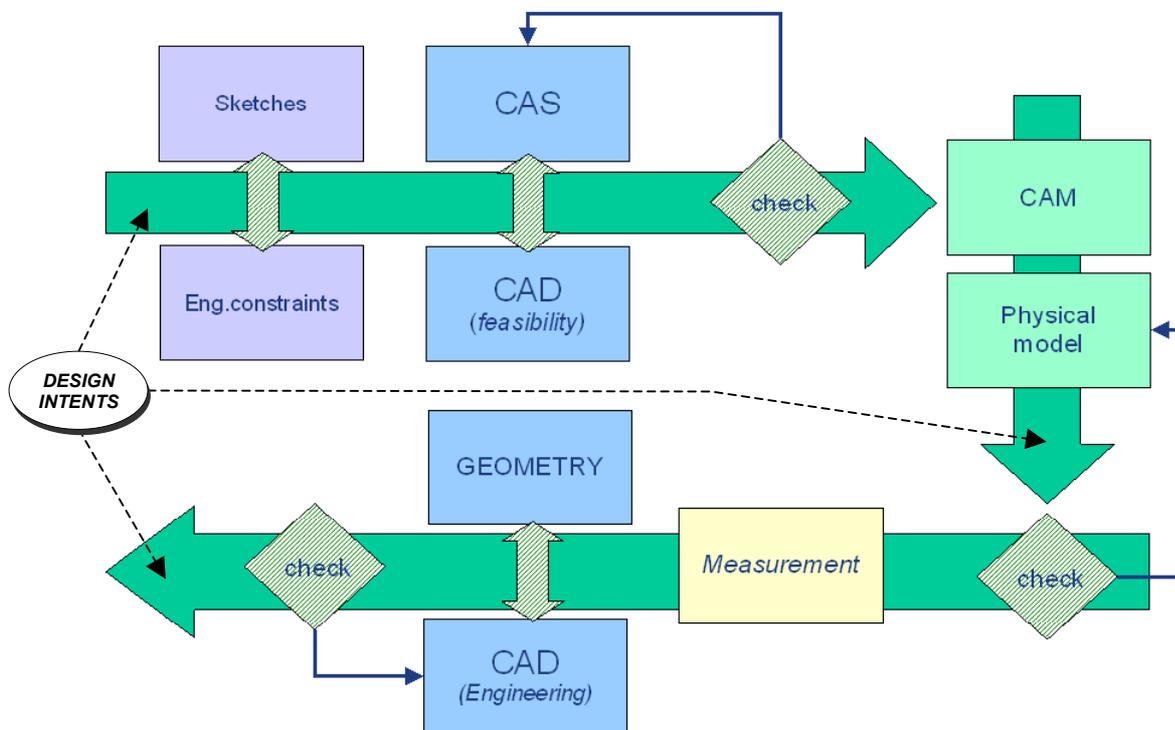


Abb. 1: Heutiger vereinfachter Arbeitsablauf im Design (nach Pininfarina)

Figure 1: Today's generalized design workflow (according to Pininfarina)

4.2 Das FIORES-II – Konzept

Da der FIORES-II - Prototyp in den Designbereichen der Anwender-Partnerfirmen erprobt werden soll, musste festgelegt werden, wo im Produktlebenszyklus FIORES-II mit bestem Nutzen eingesetzt werden kann. Als Zielanwender boten sich die CAS-Designer ("Surfacer") an, bei den Automobilpartnern sind das die Strak- bzw. Außenhautabteilungen. Das Konsortium beschloss daher, sein Hauptaugenmerk auf den oberen CAS/CAD-Zweig des allgemeinen Arbeitsablaufs von Abb.1 zu richten.

Ein Wunsch der Designer an den FIORES-II – Software-Prototypen ist die breitere Verflechtung von 2D-Entwurfs- und 3D-Modellierphase im System, um menschliche Interpretationsmöglichkeiten bzgl. der Entwürfe zu vermeiden und die Zahl potentieller Anpassungsfehler bei der Übertragung von 2D-Eingabedaten zu virtuellen 3D-Modellen zu reduzieren.

Eine Hauptanforderung der Designer an den FIORES-II – Software-Prototypen ist die Bewahrung der Design-Absicht während des gesamten Produktentwicklungsprozesses, um u.a. die Anzahl der Änderungsschleifen am physikalischen Modell zu verringern. Dadurch erreichen die Designer ihre Ziele schneller und Entwicklungszeiten bzw. –kosten können erheblich reduziert werden. Für die Beziehung zwischen Produktform und Ästhetischem Charakter ist daher eine Formalisierung zu finden.

Diese Entscheidung bedeutet eine Trennung der emotionalen Aspekte des Designs von der sachlichen Ebene des CAS-Designers. Die wichtigste Anforderung der Designer besteht darin, dass ihre Sprache, die Designer-Sprache⁴, im FIORES-II Prototypen umgesetzt werden soll. Das heißt, dass das FIORES-II-Werkzeug Funktionalitäten anbietet ("Modifier"⁵), die z.B. wie folgt lauten können: "Erhöhe die Spannung in dieser Kurve" u.ä. Die Brücke von Designer-Sprache zur CAS/CAAD-Welt erfolgt hierbei mit der Mathematik des CAGD⁶, während die Verknüpfung der emotional geprägten Sprache des Marketing und der Designer-Sprache mit Methoden des Case Based Reasoning⁷ (CBR) hergestellt wird.

Daraus ergibt sich das allgemeine Konzept von FIORES-II, wie es in Abb.2 zu sehen ist.

⁴ Siehe Kap. 5.1.

⁵ Siehe Kap. 5.3.

⁶ Computer Aided Geometric Design.

⁷ Siehe Kap. 5.4 und 5.5.

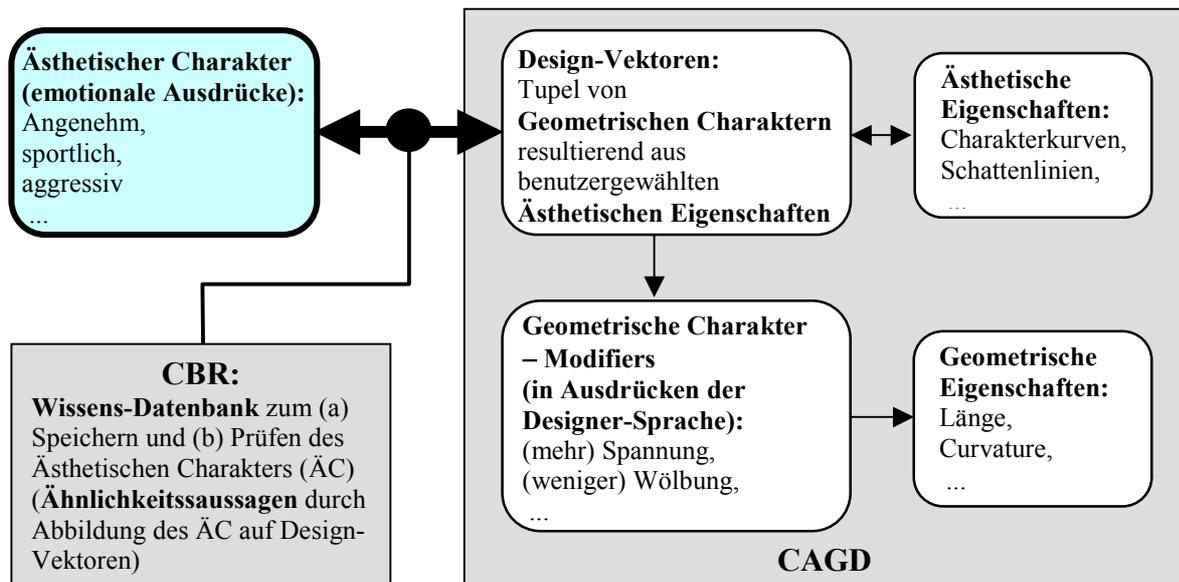


Abb. 2: FIORES-II – Konzept
Figure 2: Concept of FIORES-II

5. Bausteine

Damit der Computer die Design-Absicht verarbeiten kann, ist es notwendig, eine Abbildung zwischen der Charakterbeschreibung des Stylings und berechenbaren geometrischen oder Engineering-Parametern zu finden. Ferner muss ein mathematisches "Ähnlichkeitsmaß" für ästhetische Eigenschaften gefunden werden, um solche Design-Situationen im Rechner durch Optimierungssysteme behandeln zu können.

Die im Styling verwendeten Ausdrücke werden in einem Wörterbuch formal erfasst ("Dictionary of Terms"). Es basiert auf Interviews und Analysen durch einen Psychologen und dessen Team. Methoden der Artificial Intelligence (Case Based Reasoning - CBR) werden benutzt, um Ähnlichkeiten zwischen unterschiedlichen, aber dennoch ähnlichen Design-Situationen ("Cases") bestimmen zu können.

Ausgehend vom FIORES-II-Konzept ergeben sich somit mehrere Bereiche von Bausteinen:

- Psychologische Komponenten:
Interviews, "Dictionary of Terms", Marketing- und Designer-Sprache.
- Brücke zwischen emotionaler Sprache und Designer-Sprache:
Charakter-Konzept und CBR-Baustein (für den Prototypen).

- Brücke von Designer-Sprache zur CAS/CAAD-Welt mit der Mathematik des CAGD: "Modifier-Konzept".
- Für das Produktdesign – unter ästhetischen und Engineering Aspekten: Optimierungs-SW – gemeinsam für ästhetische Parameter (der Modifier) und CAD/Engineering-Parameter.

5.1 Interviews

In Intensivinterviews ("*In-depth-interviews*") mit Designern und Stylisten wurde untersucht, welche emotionalen Ausdrücke der im Marketingbereich benutzten Sprache zu welchen Ausdrücken, wie sie Designer verwenden, passen. Ziel der Interviews war es, Sprache, Gesten, persönliche Emotionen und Skizzen der Designer mit einer Kamera aufzuzeichnen und anschliessend zu analysieren, um erstens die Elemente zu identifizieren, die ein Produkt charakterisieren und zweitens eine Relation zwischen diesen Elementen, der Produktform und den emotionalen Ausdrücken herzustellen. Im Rahmen dieser Untersuchungen sollte außerdem ein "Wörterbuch" ("*Dictionary of Terms*") definiert werden, um eine gemeinsame Sprache für alle Partner zu finden.

Als wesentliches Ergebnis der umfangreiche Textanalysen und Interviews wurden zwei Arten von "Sprachen" identifiziert und herausgearbeitet:

- *Marketing-Sprache (Marketing Language)*: die Sprache des Marktes. Ausdrücke für die Kommunikation über den emotionalen Charakter eines Produkts⁸.
- *Designer-Sprache (Designer Language)*: die Sprache der Stylisten und Designer. Benutzt zwischen den Stylisten, Designern und den CAS-Operatoren ("Surfacer"), um die Design-Absicht zu vermitteln; in präziser, physikalischer Weise, während an der Form (Außenhaut) gearbeitet wird⁹.

⁸ Z.B. "aggressiv", "sportlich", "konservativ", "männlich", ...

⁹ Z.B. Spannung, Bombierung, Wölbung, Balligkeit, Lead-in, ...

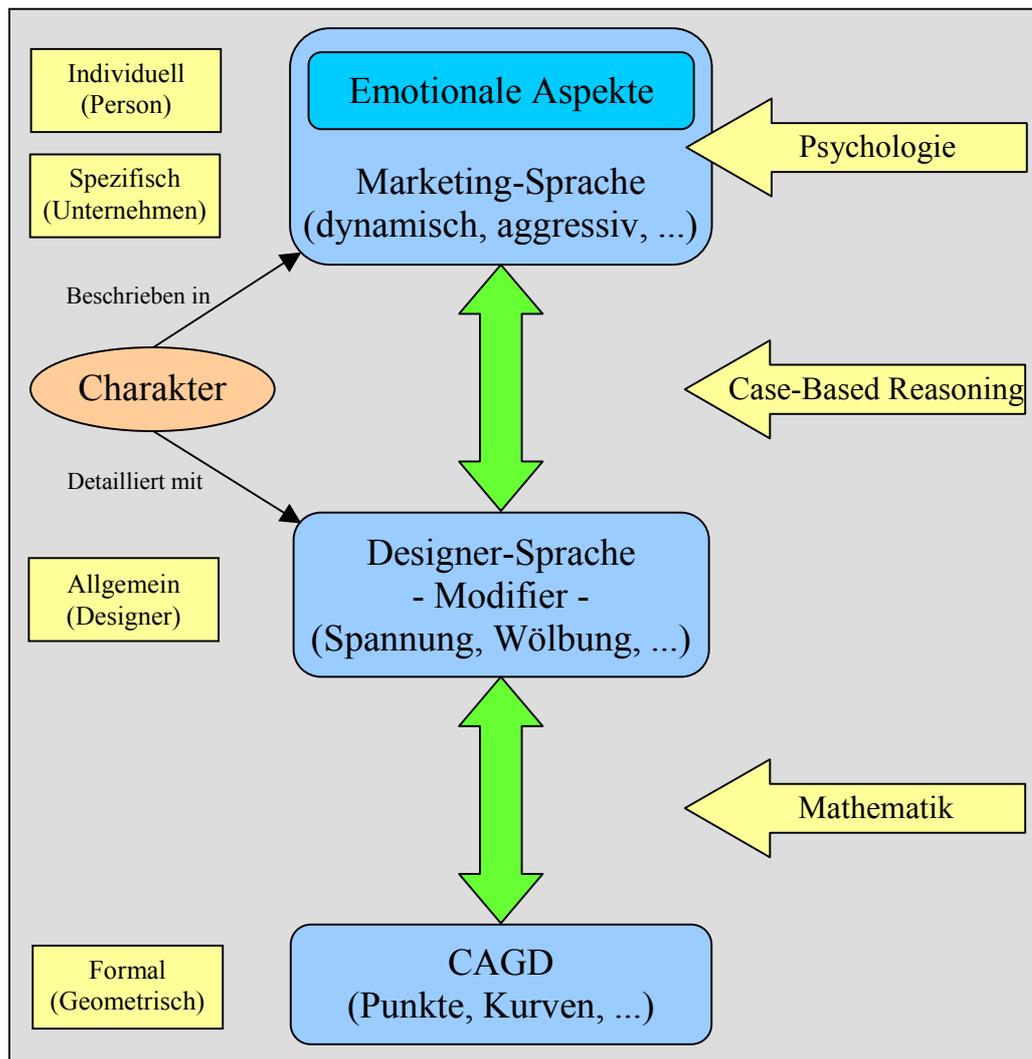


Abb. 3: FIORES-II – Konzept: Bausteine

Figure 3: Concept of FIORES-II: Components

5.2 Charakter-Konzept

Durch diese beiden Sprachen und die Begriffe des CAGD ist eine Kopplung der emotionalen Ausdrücke mit geometrisch-mathematischen Begriffen möglich geworden. Daraus wurde das *Charakter-Konzept* entwickelt (siehe Abb.3). Dabei werden die Styling-Aktivitäten der Anwender von einem charakterorientierten Standpunkt aus analysiert. Die Begriffe aus der Designer-Sprache wurden zum Ausgangspunkt für die Definition der Funktionalitäten des Software-Prototypen:

- Der Ästhetische Charakter eines Produkts ist emotional und individuell beschrieben in Ausdrücken der Marketing-Sprache (z.B. "ein sportliches und elegantes Auto").
- Während der Design-Arbeit am Produktmodell wird dessen Ästhetischer Charakter (Design-Absicht) detailliert und präzisiert in Ausdrücken der Designer-Sprache (hier liegt das Hauptinteresse der Anwendungspartner).
- Die Ausdrücke der Designer-Sprache entsprechen sehr gut der Idee einer Kommando-sprache für CAS/CAAD Funktionalitäten ("Modifier"), die zum Modellieren von CAS-Modellen benutzt werden kann.

5.3 Modifiers

Aus den Ausdrücken der Designer-Sprache wurden "Kommandos" abgeleitet, um Modellierwerkzeuge für Kurven und Flächen ("Shapes") zu definieren. Eine beschränkte Zahl von Designer-Ausdrücken wurde ausgewählt, für die jeweils die Interpretation aus Anwendersicht festgelegt, und dazu eine formale Beziehung zwischen den geometrischen Elementen und den dazugehörigen Formveränderungen (Charakteren) definiert wurde. Diese Ausdrücke werden "*Modifier*" genannt, wie z.B. (mehr) *Spannung*, (weniger) *bombiert*, (mehr) *Wölbung*, (weniger) *Lead-in*, usw.

Jeder spezielle Modifier wurde mathematisch analysiert und seine Anwendung auf ästhetisch relevante geometrische Formelemente – ästhetische Eigenschaften ("*Aesthetic Properties*") - festgelegt (z.B. "etwas stärkere Bombierung bei die Silhouetten-Linie"). Diese Modifier werden auch als Messinstrument für die Größe (im Sinne einer Metrik) des entsprechenden *Geometrischen Charakters* benutzt (siehe Abb.3 und 4). Die mathematische Formalisierung der Modifier hat auch das Ziel eine Parametrisierung zu finden, die in Optimierungsalgorithmen verwendet werden kann.

Modifier werden von den Endanwendern benutzt, um die Form ("Shape") eines Produkts im Sinne ihrer Designer-Ausdrücke zu verändern, ohne sich dabei um geometrisch-mathematische Darstellungen kümmern zu müssen. Sie sind die ideale CAS/CAAD-Realisierung einer Zwischensprache zwischen der emotionalen (Marketing-) Welt und der rein technischen CAS/CAAD-Welt. Daher liegt das Hauptinteresse der Endanwender im Einsatz solcher Modifier.

5.4 Kopplung CAS/CAD - Designer-Sprache

Die Designer-Sprache bildet die Brücke zwischen der fundamentalen CAGD-Beschreibung der Form ("Shape") eines Produkts bzw. deren Modifikationen einerseits *und* der

übergeordneten ("high-level") Charakterbeschreibung eines Produkts andererseits. Die Verbindung zwischen CAGD und Designer-Sprache ist Objekt komplexer mathematischer Untersuchungen, während die Verknüpfung zwischen der Designer-Sprache und den emotionalen Ausdrücken der Marketing-Sprache mit Methoden des *Case Based Reasoning* erfolgt (siehe Abb.3 und 4). Für den rein emotionalen Teil wurde bzw. wird eine psychologische Studie durchgeführt.

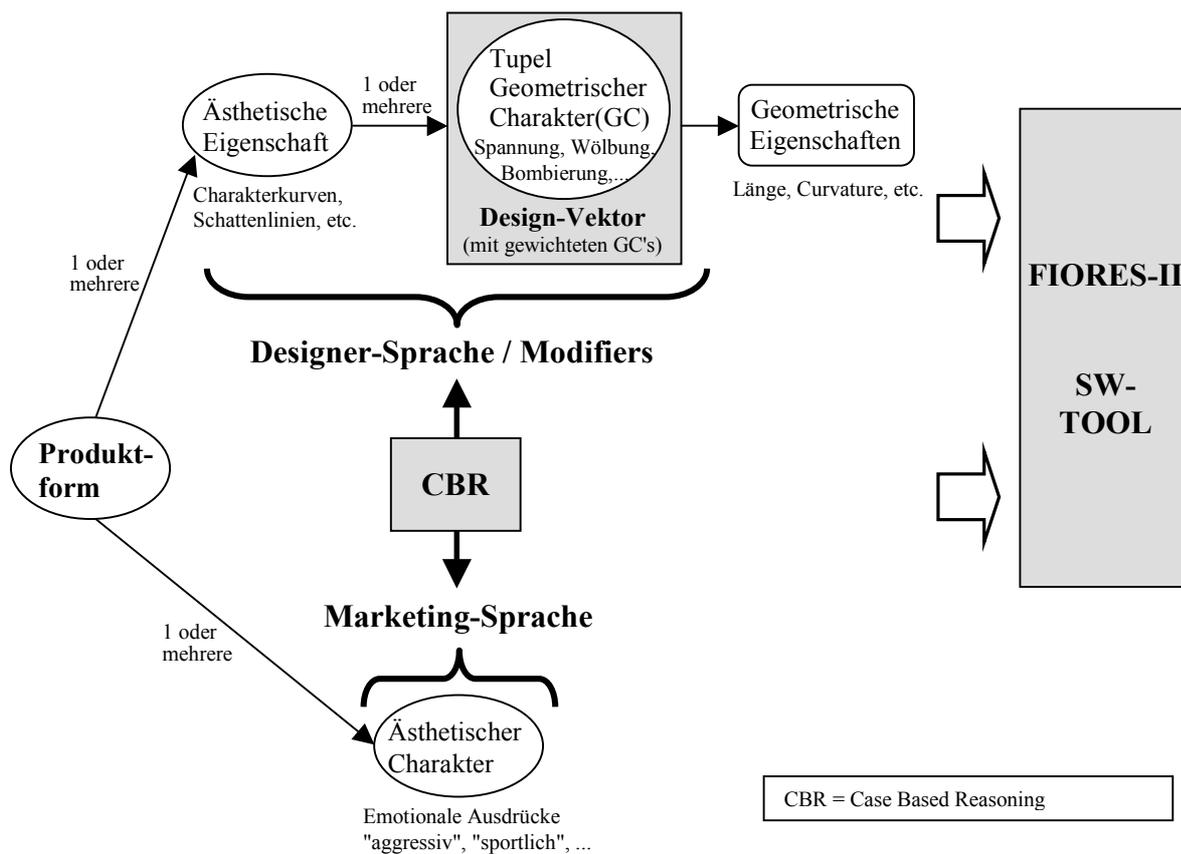


Abb. 4: FIORES-II – Konzept: Verknüpfungen

Figure 4: Concept of FIORES-II: Relationships

5.5 Case Based Reasoning (CBR)

CBR steht für *Case Based Reasoning*. Es handelt sich hierbei um eine spezielle Form einer Wissensdatenbank. CBR ist besonders bekannt als Technik der "Artificial Intelligence" für Diagnostik [2], [3]. Das primäre Einsatzgebiet von CBR ist daher das Speichern von Wissen über bestimmte Sachverhalte mittels sog. Fälle ("Cases") und das logische Auswerten dieses gespeicherten Wissens.

Das Projekt enthält also zwei Zweige: den CBR-Zweig für die emotionalen Aspekte und den technischen Zweig des Designs mit der darunter liegenden Mathematik.

Einsatz von CBR in FIORES-II

In diesem Projekt wird CBR speziell für das Speichern und Überprüfen des Charakters von Produkten eingesetzt. CBR beschäftigt sich dabei nicht mit Einzelprodukten, sondern mit dem Wissen über Produktfamilien.

CBR soll die Verknüpfung herstellen zwischen:

- Emotionen beschreibenden Begriffen der Marketing-Sprache, welche den Ästhetischen Charakter eines Produkts beschreiben und
- Begriffen der Designer-Sprache, die mittels der Modifier auf CAGD abgebildet werden.

Ein *Fall* ("Case") beschreibt den Ästhetischen Charakter eines einzelnen, bestimmten Produkts (Produktteils). Für das jeweilige Produkt(-teil) wird der Ästhetische Charakter selbst und ein dazugehöriger Satz von charakterrelevanten Informationen gespeichert.

Ein Fall im Sinne von CBR besitzt somit folgende Form

{"Problembeschreibung" | "Problemlösung"}

oder

{"Adäquater Satz von Informationen" | "Ästhetischer Charakter"}

Der *adäquate Satz von Informationen* kann beliebig gebildet werden aus ein oder mehreren Geometrischen Charakteren nebst ästhetischen Eigenschaften. Hierbei liegt die Annahme zugrunde, dass ein Anwender den Ästhetischen Charakter eines Produkts über die Geometrischen Charakter seiner ästhetischen Eigenschaften "wahrnimmt". Zum Beispiel: Diese Flasche wird als ein Produkt *mit hoher Qualität* wahrgenommen, weil seine Umrisslinie im Bereich des Flaschenhalses ein *"hohe Spannung"* und eine *"hohe Beschleunigung"* aufweist.

Der *Ästhetische Charakter* wird durch einen Satz von beschreibenden Strings¹⁰ definiert. Diese Strings beinhalten Begriffe der Marketing-Sprache, wie z.B. "sportlich", "aggressiv" oder jegliche andere Adjektive. Jeder einzelne Satz ist abhängig von Unternehmen, Designstudio, allgemeinen Trends oder ähnlichem zu betrachten, d.h. alle Informationen bzgl. dem Charakter sind streng kontextabhängig. Kontext bedeutet in diesem

¹⁰ Mit String ist ein klassischer "alphanumerischer Daten-String" gemeint.

Zusammenhang: Unternehmen, Zielmarkt, Abnehmer/Kunde, etc. Desweiteren ist die Bedeutung einer ästhetischen Eigenschaft für die Wahrnehmung des Ästhetischen Charakters eines Produkts abhängig von der jeweiligen Produktfamilie. So ist für die Erfassung bzw. Beurteilung des Charakters einer Flasche eine Kurve (z.B. die Silhouette) durchaus ausreichend, während es für ein Automobil mit Sicherheit mehrere sind.

Ein Fall bzw. *Case* hat die folgende simple Datenstruktur:

	Typ	Beschreibung
<i>Eindeutiger Case-Name</i>	Dateiname	Z.B. Case-Name = "Flasche1a"
<i>Charakter des Produkts</i>	String	"Charakter x" bis "Charakter y" (Begriffe der Marketing-Sprache)
<i>Modifier-Satz für jede Ästhetische Eigenschaft</i>	String	Liste mit einem Wert pro Modifier in gegebener Eingabereihenfolge

Abb. 5: Vereinfachte Datenstruktur eines *Case*

Figure 5: Simplified data structure of a case

Bei vergleichenden Aussagen ("*Similarity*") über Form und Charakter von Produkten/Varianten benötigt ein CBR-System eine interne Bewertung mit einer Ähnlichkeitsaussage für die behandelten Fälle, um eine sinnvolle Klassifizierung dieser Fälle zu erhalten (qualitativer Vergleich der Charaktere zweier Designvarianten).

Die in FIORES-II implementierten CBR-Techniken folgen der "klassischen Vorgehensweise" von CBR. Aus dem in einer Datenbank angesammelten Wissen werden mit Hilfe von statistischen Methoden Informationen gewonnen, die die Anwender in ihrer täglichen Arbeit unterstützen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das CBR-System Informationen nicht durch mathematische Berechnungen oder ähnlichem auswerten kann. Jedoch ist es in der Lage, Verknüpfungen zu CAGD-Daten zu speichern.

Im Moment hat das Projekt FIORES-II eines der größten industriellen Anwendungsgebiete, in dem diese Techniken eingesetzt werden.

5.6 Integrierte Produktoptimierung

Bezüglich der Optimierung von Konstruktionsparametern eines Produkts sieht das Konzept von FIORES-II einen integrierten Algorithmus zur Multi-Parameter-Optimierung vor.

5.7 Software-Konzept

Das Software-Konzept von FIORES-II sieht u.a. eine "Komponententechnik" im Zusammenhang mit anderen CAD-Systemen vor. D.h.

- der Software-Prototyp besteht aus mehreren Komponenten, die über eine gemeinsame Benutzerschnittstelle zu bedienen sind.
- Komponenten sind über einen (Daten-) "Bus" mit anderen CAD-Systemen verbindbar.

6. Bisherige Ergebnisse

Das Projekt steht jetzt am Beginn des letzten Drittels seiner Laufzeit. Zu den bisherigen Projektergebnissen gehören:

- Eine neue, allgemeine Arbeitsablaufstruktur ("Workflow"); sie beinhaltet die Definition und Modifikation von Produkten mit ästhetisch relevanten Formen/Flächen (unter Berücksichtigung von formgebungs- und technisch bedingten Randbedingungen).
- Eine verbesserte Designprozesskette ("Application Scenario") für Produkte mit ästhetisch relevanten Formen in den beteiligten Anwenderfirmen, unter Beachtung der Sichtweisen bzgl. des Designs sowohl von Automobilen als auch von Konsumgütern.
- Eine Analyse der Sprache der Designer. Definition von "Marketing-Sprache" und "Designer-Sprache" und die Bestimmung von Terminologien für Stylisten bzw. Designer in beiden Anwendungszweigen (Marketing und Design), um jeweils die ästhetischen Eigenschaften eines Produkts festhalten zu können. Das Hauptinteresse der Anwender-Partnerfirmen liegt hierbei in der Designer-Sprache.
- Eine Machbarkeitsstudie zum Verbinden formaler ästhetischer Eigenschaften mit emotionalen Begriffen zur Beschreibung des Ästhetischen Charakters.
- Eine partielle Formalisierung einer Auswahl von Begriffen der Designer-Sprache. Jeder spezielle Modifier wurde im Hinblick auf CAGD mathematisch analysiert und seine Anwendung auf ästhetisch relevante geometrische Formelemente ("Aesthetic Properties") festgelegt¹¹.
- Entwicklung von "Modifier"-Werkzeugen für die CAS-Designer ("Surfacer") als Zielanwender. Modifier werden von ihnen als sinnvoll angesehen, um die Form ("Shape")

¹¹ Formerhaltung bzw. Formveränderung mittels mathematischer Algorithmen sowie das Ableiten, Vergleichen, Erhalten und Optimieren ästhetischer Eigenschaften.

eines Produkts im Sinne ihrer Designer-Ausdrücke zu verändern, ohne dabei auf die geometrisch-mathematischen Darstellungen achten zu müssen. Sie sind auch automatisch anwendbar (Einsatz in Optimierungsalgorithmen).

- Start der Entwicklung des Software-Prototypen. Der Prototyp wird in der zweiten Projekthälfte realisiert und innerhalb der Workflows der Endanwender evaluiert werden.

7. Weiteres Vorgehen / Ausblick

Zum aktuellen Stand des Projektes sind die wesentlichen, mit einem hohen Risiko behafteten, grundlegenden Fragen gelöst worden. Daher ist davon auszugehen, dass das Projektziel erreicht werden kann:

Ein Software-Prototyp bestehend aus mehreren Komponenten, die über eine gemeinsame Benutzerschnittstelle zu bedienen sind, mit folgender Funktionalität:

- Ableitung ästhetisch relevanter Eigenschaften von einem CAD-Modell.
- Bestimmung des Ästhetischen Charakters eines CAD-Modells und Suchen einer möglichst ähnlichen Form aus einer Reihe vorhandener CAD-Modelle.
- Überprüfung eines Modells hinsichtlich möglicher Konflikte bzgl. ästhetischen und/oder konstruktiven Randbedingungen.
- Optimieren von Konstruktionsparametern unter Beibehaltung des Ästhetischen Charakters.

Dieser Prototyp wird bei den Anwenderpartnern in einem realen Umfeld erprobt werden.

Weitere Tätigkeiten, auch über das Projektende hinaus, umfassen:

- Erfassen der Anforderungen für mögliche Weiterentwicklungen.
- Bildung einer Observer Group: Eine Gruppe von Firmen, die bereits während der Projektlaufzeit mit dem Konsortium zusammenarbeiten.
- Zusammenfassende Publikation der FIORES-Ergebnisse.
- Industrialisierung der Software-Komponenten für den Markt durch die Software-Partner; in deren Systemen und über einen "Bus" mit anderen Systemen zu verbinden.

Das Projekt FIORES-II versucht sehr verschiedene Aspekte des Designs in ein völlig neues Konzept zu integrieren. Für viele Bereiche wird das Projekt zum Startpunkt für neue Entwicklungen in der Designmethodik. Das Konsortium ist davon überzeugt, dass diese Ideen langfristig gesehen den Designablauf positiv beeinflussen werden.

Literaturangaben

- /1/ C.W. Dankwort, G. Podehl: FIORES – ein europäisches Projekt für neue Arbeitsweisen im Aesthetic Design, VDI-Berichte 1398, Entwicklungen im Karosseriebau, S. 177, 1998.
- /2/ R. Bergmann, M. Michael Richter, S. Schmitt, A. Stahl, I. Vollrath: Utility-oriented matching: A new research direction for Case-Based Reasoning. In *Professionelles Wissensmanagement: Erfahrungen und Visionen. Proceedings of the 1st Conference on Professional Knowledge Management*. Shaker, 2001.
- /3/ A. Aamodt, E. Plaza. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches, *AI Communications*, 7(1):39-59, 1994.