

# Neue Methodik für ein ästhetisches Design

Prof.-Dr. C. Werner Dankwort  
 Dipl.-Ing. Karl-Gerhard Faisst  
 Universität Kaiserslautern  
 Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

**CAD-CAM** REPORT  
 Engineering Magazin  
 Nr. 10 Oktober 2003

**D**amit ein Produkt am Markt erfolgreich sein kann, muss es hohe Qualität, herausragende Funktionalität und ein »ins Auge springendes« ästhetisches Design miteinander kombinieren. Da sich der technische Standard eines Produktes innerhalb einer bestimmten Preisspanne nicht signifikant von Firma zu Firma unterscheidet, ist es oft das Design, das den Kunden veranlasst eine Marke einer anderen vorzuziehen.

Um erfolgreich zu sein, muss das Produktdesign deshalb sehr schnell an die Anforderungen des Marktes anpassbar sein. Außerdem muss es den Geschmack der anvisierten Käuferzielgruppe sehr

präzise treffen. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass der Designstil einer bestimmten Firma (Corporate Identity) und/oder ein bestimmter Trend für den Käufer eindeutig erkennbar sind.

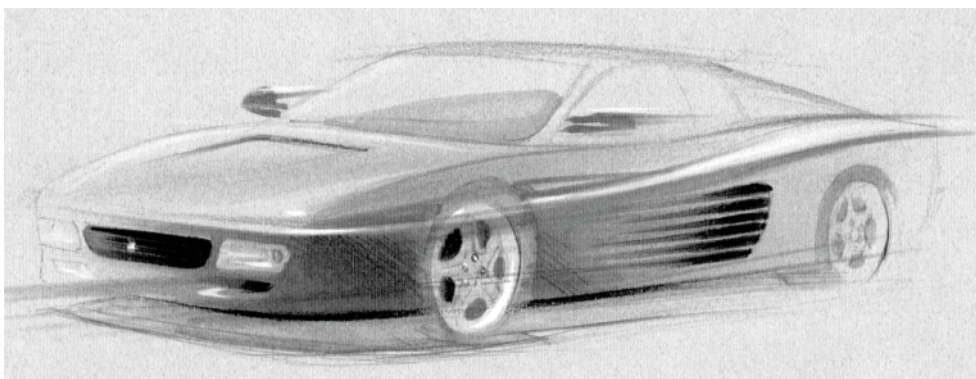
Eine sofortige und direkte Reaktion kann schneller erreicht werden, wenn das kreative Handeln des Designers durch CAx-Werkzeuge erleichtert wird. Diese Werkzeuge müssen den Anwender in seiner Art zu Denken unterstützen und es ihm erlauben, gezielt die Produkteigen-

schaften zu beeinflussen, die zum Erreichen einer gewünschten Produktform maßgebend sind. Gleichzeitig müssen die Werkzeuge mehrere Randbedingungen berücksichtigen, zum Beispiel ästhetisch relevante Charakterlinien, Funktionalität, Größe und Herstellbarkeit.

Sobald das Produktdesign den Tisch des Stylisten verlässt, um anschließend vom Designer weiterverarbeitet zu werden, besteht immer die Gefahr, dass die ursprüngliche Designabsicht verloren geht.



Bilder: Pininfarina



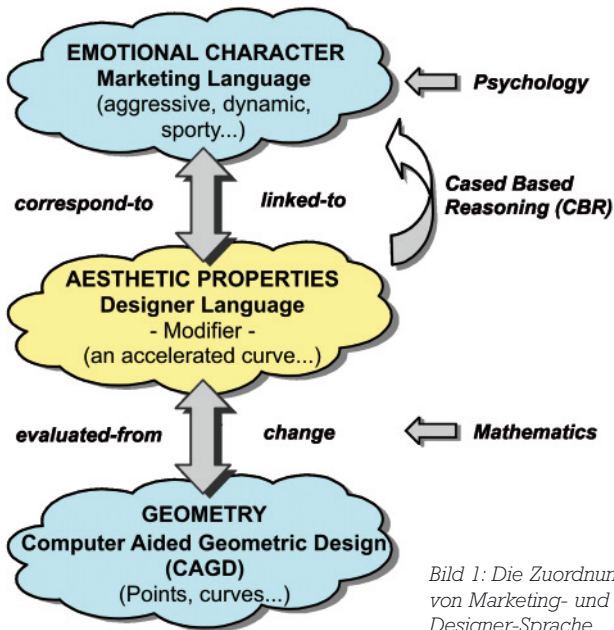


Bild 1: Die Zuordnung von Marketing- und Designer-Sprache.

dukt zu definieren, das beim Käufer eine bestimmte Emotion hervorruft und befriedigt. Dabei sind bestimmte ergonomische und technische Randbedingungen zu beachten und zu erfüllen.

### Die Zielvorstellung des Designers wird »eingefangen«

Momentan bieten die allgemeinen verfügbaren CAD-Pakete Funktionen an, die meist auf geometrischen Grundelementen basieren. Daher ist seitens des Designers oft ein Verständnis der zugrunde liegenden mathematischen Abbildung dieser Elemente notwendig. Nur so kann er wissen, welche Elemente

Dieses Problem kann zu mehreren Optimierungsschleifen führen, die Zeit und Geld kosten. Das Forschungsprojekt FIORES-II ([www.fiores.com](http://www.fiores.com)) arbeitete unter diesem Blickwinkel an der Entwicklung von leistungsfähigen CAx-Werkzeugen in Richtung der Methodik des Intent Driven Design.

### Der ästhetische Aspekt als Schlüssel für den Markterfolg

Industrielles Design beinhaltet die Spezifikation all jener Produkte, die in irgendeiner Weise Gegenstand visueller Beurteilung und Wertschätzung sind. Dies reicht von Automobilen bis hin zu Haushaltsgeräten, Möbeln, Kosmetikbehältern und vielen anderen Gegenständen des täglichen Lebens. Für solche Produkte

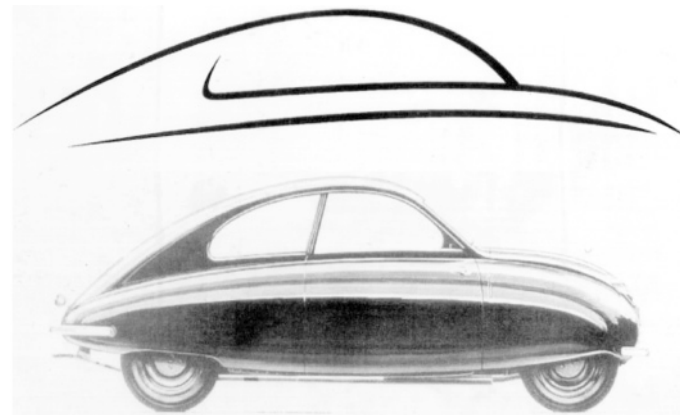


Bild 2: Das Beispiel verdeutlicht die ästhetisch relevanten Charakterlinien (Bild: SAAB).

ist der ästhetische Aspekt ein Schlüsselfaktor für deren Markterfolg. Das ästhetische Erscheinungsbild eines Produktes wird über etwas definiert, was allgemein als Styling bezeichnet wird. Styling ist ein kreativer Prozess und ein soziales Konstrukt bei dem der Designer zum Ziel hat, ein Pro-

durch direkten Eingriff verändert werden müssen, um die gewünschten Formveränderungen des Modells zu realisieren. Sein kreatives Handeln wird jedoch nicht aktiv unterstützt. Während der Modellierung einer Produktform (Product Shape) sind Designer vor allem auch an der Design-Absicht, dem Design Intent, interessiert. Dieser Begriff lässt sich nicht exakt definieren. Der Design Intent, die Zielvorstellung eines Designers, ist sehr komplex und anderen Personen nur schwer beschreibbar. Intent Driven Design stellt eine Methodik dar, mit der die Zielvorstellung »eingefangen« und als Kontrollelement zur Modellierung von ästhetischen Formen genutzt wird.

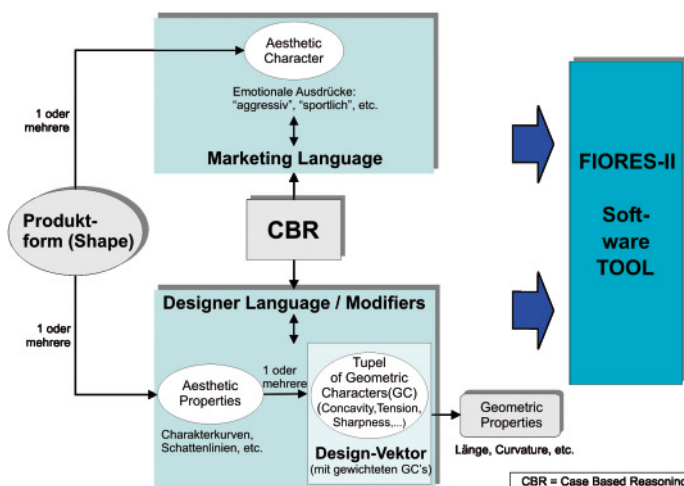


Bild 3: Die wesentlichen Bausteine des FIORES-II-Konzeptes werden hier veranschaulicht.

Auf diese Weise kann der Design Intent für ein Produkt, der durch den Stylisten ursprünglich definiert wurde, während des gesamten Ent-

wicklungsprozesses bewahrt werden. Jedoch unterstützt momentan kein CAx-System die Designer mit einer Funktionalität, die eine Analyse und Aussage zulässt, ob das modifizierte Modell eines Produktes immer noch seinen ursprünglichen ästhetischen Charakter besitzt.

Die Beschreibung des ästhetischen Charakters eines Produktes und seine Übertragung in die CAx-Welt ist sehr komplex. Mittels emo-

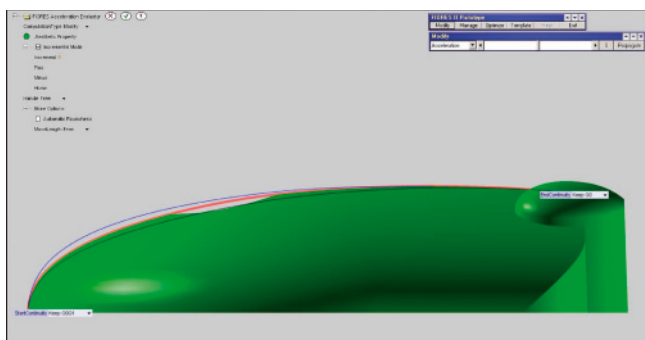
lich, den ästhetischen Design Intent während des gesamten Produktentwicklungsprozesses zu kommunizieren und zu bewahren. Mehrere Studien zur Identifizierung der Beziehungen zwischen den charakteristischen Merkmalen einer Product Shape und ihrer emotionalen Botschaft führten zu folgenden Ergebnissen:

- Es gibt keine einfache Zuordnung (Mapping), die Beziehungen sind kontextabhängig. Es ist

re Korrespondenz mit den Shape-Eigenschaften zu bestimmen. Weitere umfangreiche Forschungen dienen dazu, Beziehungen zwischen Shape-Geometrie und emotionalem Charakter festzustellen. Ziel war die Bestimmung folgender Punkte:

- Begriffe, die während der Stylingaktivitäten zur Beschreibung der ästhetischen Aspekte eines Produktes benutzt werden.
- Begriffe, die im Marketing benutzt werden, um ein Produkt emotional zu beschreiben.
- Elemente, die zur Bewertung der ästhetischen Qualität eines Produktes benutzt werden, zum Beispiel Charakterlinien, Silhouetten, Reflektionslinien und andere signifikante Kurven.

Das wesentliche Ergebnis war, dass Designer und Stylisten verschiedene Sprachen benutzen,



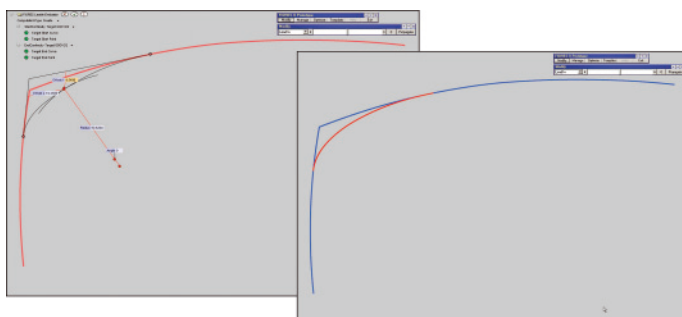
*Bild 4: Acceleration beginnt immer in einem eher flachen Bereich und mündet in einen Bereich mit hoher Curvature, mit einem Radius. Eine zu träge Veränderung von Curvature zeigt überhaupt keine Acceleration.*

tionaler Ausdrücke der Sprache können die Eindrücke der Verbraucher kommuniziert werden, beispielsweise sieht ein Auto »aggressiv« und »sportlich« aus.

Während des Projektes FIORES-II wurden zahlreiche Untersuchungen zur Erforschung von möglichen Beziehungen zwischen Shape-Geo-



*Bild 5: Einer Kurve mehr Crown zu verleihen bedeutet, eine Kurve, oder ein Teil einer Kurve, unter Beibehaltung der Stetigkeit in den Übergängen anzuheben.*



*Bild 6: Ein Lead-In ist der Übergang von Hauptkurven oder -flächen in einen Radius (Bilder: ALESSI und IMATI).*

metrie und ästhetischem Charakter durchgeführt. Dadurch konnte eine geeignete Gruppe von Eigenschaften (Properties) identifiziert werden, die einerseits in unmittelbarem Zusammenhang mit der Geometrie stehen und andererseits direkt mit dem Design Intent verbunden sind.

Die identifizierten Beziehungen wurden formalisiert, so dass sie als so genannte Wissens Elemente von einem Computersystem verarbeitet werden können. Damit ist es mög-

sinnvoller zu spezifizieren wie die ästhetischen Charaktere eines gegebenen Objekts zu erhöhen oder zu reduzieren sind, anstatt sie absolut zu definieren.

- Die Wahl der ästhetischen Größen ist produktabhängig. Somit muss ein leistungsfähiges Computersystem subjektbezogene Arbeitsweisen beinhalten.

Darüber hinaus zeigten die Studien einen Weg auf, der es ermöglicht, ästhetische Charaktere und ih-

wenn sie einerseits mit Leuten aus dem Marketing und andererseits während der exakten Definition eines digitalen Modells mit Surfacern (Flächenoptimierer) zusammenarbeiten. Eine zweifache Zuordnung der Sprache wurde identifiziert, die von zwei Arten von Sprache abgedeckt wird (Bild 1):

- Marketing-Sprache (Marketing Language): die Sprache des Marktes.
- Designer-Sprache (Designer Language): die Sprache der Designer und Stylisten.

## Designer-Sprache und Marketing-Sprache

Der ästhetische Charakter kann sowohl auf emotionale Empfindungen bezogen sein als auch einen Bezug zu einem bestimmten Her-

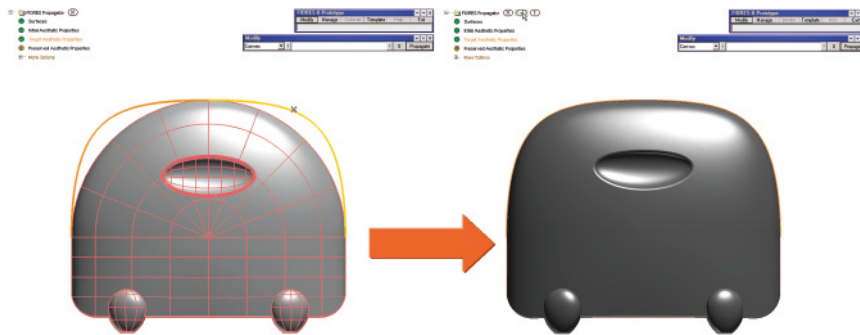
steller oder einer Produktfamilie zeigen. Zum Beispiel erkennen Designer im Automobilbereich den Designstil einer Firma anhand weniger, bestimmter Kurven. *Bild 2* zeigt anschaulich, dass wenige Kurven genügen, um das »Company feeling« zu vermitteln.

Eine Erklärung zu finden, welches die charakteristischen Merkmale dieser speziellen Kurven sind und wie sich diese Merkmale dem Auge eines Experten vermitteln, ist nicht einfach. Designer und Stylisten können Charaktere sehen und erkennen, aber nur schwer derart in Begriffe fassen, dass dann diese auch in einem Software-Werkzeug programmiert werden können. Je-

Zur Kommunikation zwischen Designern beziehungsweise Stylisten und dem Marketing wird die Marketing-Sprache verwendet. Sie umfasst Ausdrücke zur emotionalen und individuellen Beschreibung des ästhetischen Charakters eines Produktes, beispielsweise »ein sportliches und elegantes Auto«.

Um die Kontext-Sensitivität der Marketing-Sprache aufgrund von Modetrends und Stilrichtungen bewältigen zu können, wird die »Lernfähigkeit« der CBR-Technologie (Case Based Reasoning) genutzt. CBR ist ein Gebiet der AI-Forschung (Artificial Intelligence), das sich mit dem Speichern und Abrufen von Wissen beschäftigt (Wissensmanagement).

*Bild 7: Bei der Anwendung des Befehls »Propagate« erfolgt die Übertragung aller Aesthetic-Property-Modifikationen auf das gesamte Shape (Bilder: ALESSI).*



doch benutzen sie einen begrenzten Satz von Begriffen, unter anderem Lead-In, Spannung (Tension) und Wölbung (Concavity), für die Beschreibung und Modifizierung von Kurven und Shapes.

Die Begriffe dieser Designersprache beziehen sich auf die Form und damit die Geometrie, zum Beispiel die Spannung einer Kurve. Mit ihr lässt sich während der Designarbeit am Produktmodell der Design Intent und der damit verbundene ästhetische Charakter in präziser, physikalischer Weise vermitteln. Die Begriffe werden entsprechend bestimmter Produktformigenschaften verwendet, zum Beispiel um Instruktionen an Modeler (Modellbauer) oder Surfacer zu übergeben, wie sie Elemente anpassen müssen, um den gewünschten Charakter erreichen zu können, der den vorgegebenen Marketingrichtlinien entspricht.

Vorhandene Erfahrungen beziehungsweise Wissen werden als »Fälle« (Cases) in einer Datenbank gespeichert und anschließend ausgewertet, um neue Probleme zu lösen. Die neue Erfahrung wird ebenfalls als neuer »Fall« gespeichert, um die Wissensdatenbank zu vergrößern. Der Informationsgewinn aus einer CBR-Datenbank erfolgt mittels statistischer Methoden.

### Formsegmente als ästhetische Eigenschaften

Es zeigte sich, dass die Zuordnung zwischen ästhetischen Charakteren und Geometrie besser zu bewerkstelligen ist, wenn hierfür die ästhetisch relevanten geometrischen Formsegmente (Areas of Interest) benutzt werden, die den Begriffen zugrunde liegen, die von Designern verwendet werden, während sie ein Shape evaluieren beziehungsweise modifizieren. Diese

Formsegmente werden als ästhetische Eigenschaften (Aesthetic Properties - AP) bezeichnet, zum Beispiel Charakterkurven, Reflektionslinien und Schattenlinien.

Der ästhetische Charakter wird auf geometrische Elemente und deren charakteristische Größen abgebildet. Dies sind Vektoren, die den geometrischen Charakter durch ästhetische Eigenschaften der Flä-

oder veraltet. Ein wichtiger Abschnitt des Projektes bestand in der Identifikation der maßgeblichen ästhetischen Eigenschaften anhand von Interviews.

Als Ergebnis wurden die acht am häufigsten benutzten Begriffe der Designer-Sprache ausgewählt und in einem Software-Prototypen implementiert. Sie dienen Designern zur eindeutigen Definition dessen,

den Bereichen und zum Gesamtobjekt. Darüber hinaus wird im allgemeinen noch eine zusätzliche qualitative Bewertung vorgenommen.

## Modellierwerkzeuge für Kurven und Flächen

So kann zum Beispiel das Dach eines Autos flach erscheinen, wenn der Wert für Tension bezüglich der



Bild 8: Die Eingabemaske für Benennung und Zuordnung des ästhetischen Charakters.



Bild 9: Das Menü zur Abfrage des Charakters (Bilder: ALESSI).

Der Charakter ist NICHT erkannt

Der Charakter IST erkannt

chen beschreiben. Geometrische Charaktere bestehen also aus einer oder mehreren ästhetischen Eigenschaften, die wiederum auf Elemente mit geometrischen Eigenschaften verweisen (Bild 3).

Geometrische Charaktere »transportieren« somit den ästhetischen Charakter, und dies entsprechend ihres emotionalen Wertes oder ihrer Bedeutung hinsichtlich Mode beziehungsweise Trends, zum Beispiel zufrieden oder unzufrieden, attraktiv oder abstoßend, modisch

wie auf ästhetische Eigenschaften einzuwirken ist. Dies sind:

- Acceleration
- Convexity - Concavity
- Crown
- Lead-In
- Sharpness - Softness
- Tension

Auf eine ästhetische Eigenschaft können ein oder mehrere der oben genannten Begriffe angewendet werden. Diese sind jeweils gewichtet, immer im Vergleich zu angrenzenden

Dimension zu groß ist. Oder aber ein konkaver Abschnitt kann hohl erscheinen, wenn seine Konkavität in Bezug auf den gesamten Abschnitt zu groß ist. Aus den acht gewählten Begriffen der Designer-Sprache lassen sich »Kommandos« zur Veränderung von ästhetischen Eigenschaften ableiten, beispielsweise mehr Acceleration, weniger Lead-In oder weniger Tension.

Daraus wurden Modellierwerkzeuge für Kurven und Flächen entwickelt, so genannte Modifier. Für

die Begriffe wurde jeweils die Interpretation aus Anwendersicht festgelegt, und dazu eine formale Beziehung zwischen den ästhetischen Eigenschaften und den dazugehörigen Formveränderungen (Charakteren) definiert. Jeder Modifier wurde mathematisch analysiert und seine Anwendung auf die ästhetischen Eigenschaften festgelegt. Durch die mathematische Formalisierung der Modifier ließ sich auch eine Parametrisierung finden, die in Optimierungsalgorithmen verwendbar ist.

Der Anwender kann eine ästhetische Eigenschaft ändern, indem er den entsprechenden Modifier »mehr« oder »weniger« anwendet/aktiviert, ohne sich dabei um geometrisch-mathematische Darstellungen kümmern zu müssen. Die Modifier sind eine ideale CAx-Realisierung einer Zwischensprache zwischen der emotionalen Marketing-Welt und der rein technischen CAx-Welt. Die *Bilder 4 - 6* zeigen den Einfluss von Modifiern bei deren Anwendung auf Kurven. Einige Unterschiede sind sehr fein, aber vorhanden. Dies bedeutet, dass ein Charakter sich bereits durch geringfügige Shape-Modifikationen verändern kann. Der im Projekt FIORES-II realisierte Software-Prototyp erlaubt es, Shapes abzurufen, zu vergleichen und zu optimieren, um technische Randbedingungen wie etwa Freiabstand, Volumen und Zielbereich unter Beibehaltung ihres ästhetischen Charakters einzuhalten.

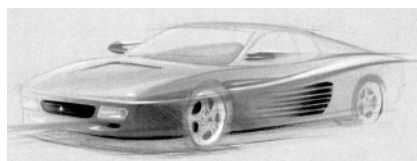
Im manuellen Modus kann der Benutzer das Shape verändern, indem er die Modifier auf ausgewählte ästhetische Eigenschaften anwendet und anschließend die Modifikationen auf das gesamte Shape überträgt (Propagation) (*Bild 7*). Im automatischen Modus wird die Übertragung der Modifikationen auf das gesamte Shape bei jeder Optimierungsschleife vorgenommen, nachdem die neu erhaltenen ästhetischen Eigenschaften hinsichtlich der Einhaltung der technischen Randbedingungen aktualisiert wurden. Die *Bilder 8 und 9* zeigen Beispiele für

das Charakter-Management im Software-Prototyp.

- Um Anwendern ein Werkzeug für ästhetische Features an die Hand zu geben, mit dem sie besser und schneller gewünschte Änderungen an einem geometrischen Modell vornehmen können, wobei die ursprüngliche Designabsicht erhalten bleibt.
- Um ein tieferes Verständnis von geometrischen Charakterkenngrößen zu vermitteln. Dadurch kann die Produktform von einem ästhetischen Standpunkt aus betrachtet und beeinflusst werden. Ebenso lassen sich verschiedene, ähnliche Varianten vergleichen (Similarities).
- Für eine schnelle Einarbeitungs- und Gewöhnungsphase der Anwender, was jedoch auch abhängig ist vom Abwägen zwischen Umfang dieser Phase und den Bedürfnissen des Anwenders.

Im Prototyp wurde die in der neu entwickelten Methodik vollzogene Annäherung der digitalen »CAS-Sprache« an die in der Realität von Designern und Stylisten benutzte Sprache realisiert. Die Projektbeteiligten sind der Ansicht, dass die »Aesthetic Intent Features«, die mittels der Modifier transportiert werden, zukünftig genauso erfolgreich genutzt werden können, wie mechanische Features heute.

Weitere Aktivitäten, Entwicklungstätigkeiten und Forschungen an der Methodik, den »Aesthetic Properties« und dem Software-Prototypen sind seitens der Projektpartner vorgesehen. Zukünftige Partnerschaften sind zum momentanen Zeitpunkt jedoch noch nicht endgültig fixiert. Δ



Eine detailliertere Beschreibung des Software-Prototypen des Projektes FIORES-II wird in einer der nächsten Ausgaben des CAD-CAM REPORT veröffentlicht.