



arno jambor
pregitzerstraße 6
71665 vaihingen/enz
phone 0 70 42/37 09 32
fax 0 70 42/37 09 33
mobile 01 70/4 19 26 49
e-mail: jambor.carinno@t-online.de

Bionik und Automobil

Osnabrück, Mai 2010

Das Automobil von heute muss, obwohl es einen sehr hohen technischen Stand erreicht hat, beim aktuellen Thema Klimaerwärmung kritisch betrachtet werden. Das bedeutet, dass der Verbrauch und somit die CO₂-Emissionen kurzfristig spürbar reduziert werden müssen. Die von den EU-Regierungen und dem Europaparlament festgelegten und terminierten Emissionsgrenzwerte sind z.T. durch immer höhere gesetzliche Forderungen oder gestiegene Ansprüche der Fahrzeugbenutzer schwer zu erreichen. Aerodynamik und Leichtbau werden, neben anderen Maßnahmen, bei Fahrzeug-Neuentwicklungen eine immer wichtigere Rolle spielen. In dieser Hinsicht wurden die Fahrzeuge in den letzten Jahren schon extrem verbessert. Aber gibt es neben unserem heutigen Wissen andere neue Pfade, die man beschreiten sollte?

Aerodynamik

Die Zahl von Fahrzeugen mit familienfreundlichen hohen Innenräumen nimmt auf unseren Strassen deutlich zu. Da sich der Fahrzeugluftwiderstand aus dem Produkt von Stirnfläche und formspezifischem Luftwiderstandsbeiwert errechnet, sind diese Fahrzeuge mit einem konzeptbedingten Luftwiderstands-Malus behaftet. Diesen Luftwiderstandsbeiwert kann man natürlich im Windkanal in Detailarbeit verbessern, den großen Sprung bietet vielleicht ein neuer Ansatz: Lernen aus der Natur.

Ende der letzten neunziger Jahre stellten sich die Entwickler der Daimler AG die Frage: Kann die Bionik eine Hilfe sein bei der aerodynamischen Optimierung eines Fahrzeugs, dessen Grundkörper bei einer geringen Länge eine relativ große Höhe aufweist? Als Zielfahrzeug sollte ein Modell der A-Klasse dienen.

Der erste Schritt auf diesem Entwicklungspfad war die Suche nach einem geeigneten Vorbild aus der Tierwelt, dessen Körpergeometrie möglichst nahe an der Geometrie des zu verbessernden Fahrzeuges liegen sollte. Nach langem Suchen fand man als geeignetes Vorbild einen Fisch, den Ostracion meleagris oder Kofferfisch, dessen quadratischer Körperquerschnitt und dessen Körperlänge nahezu deckungsgleich mit den Abmessungen des Zielfahrzeugs waren. Da dieser Fisch einer sehr alten Gattung angehört, stellte sich schnell die Frage, welche Eigenschaften hat er, dass er in seiner Welt mit dieser anscheinend plumpen Form überleben kann.

Untersuchungen im Windkanal erbrachten verblüffende Ergebnisse. Ein 1:4 –Modell des Fischkörpers zeigte einen Form-Widerstandsbeiwert von $C_w=0.06$. Ein fast unglaublicher Wert, wenn man bedenkt, dass eine technische Spindel mit einem $C_w=0.04$ nicht wesentlich strömungsgünstiger ist. Den niedrigen Strömungswiderstand erreicht der Kofferfisch durch seinen kantigen Grundkörper, der eine bedingt durch diese Kanten nahezu perfekt anliegende Umströmung aufweist.

Die große Herausforderung für die Entwickler war nun, die strömungstechnischen Vorteile dieser in vielen Jahrtausenden optimierten Form in der Weiterentwicklung „vom Fisch zum Automobil“ möglichst zu erhalten. Die erste Mutation „Fisch auf Rädern“ erbrachte einen Widerstandsbeiwert von $C_w = 0,095$, ein 1:1-Modell mit „verkehrstauglichem“ Hecküberhang einen C_w - Wert von 0,123.

Ziel der Firma Daimler war es, an einem realen viersitzigem Fahrzeug, welches alle Vorschriften erfüllt, das Potential bionischer Ansätze zu zeigen. Das Ergebnis, der „bionic car“, wurde im Rahmen des Innovationssymposium 2005 in Washington vorgestellt. Das voll funktionsfähige Fahrzeug für vier Passagiere plus Gepäck weist einen C_w - Wert von 0,19 auf, gegenüber einem C_w - Wert von 0,29 der damaligen A-Klasse.

Leichtbau

Der Kofferfisch weist neben seinem aerodynamischen Vorteil noch ein interessantes Merkmal auf, seine steife Außenhaut. Sie schützt ihn gegen den Angriff seiner Feinde. Diese besteht aus einer Vielfalt von sechseckigen, miteinander verbundenen, gewölbten Knochenplatten, die die Natur gewichtsmäßig optimiert hat. Material nur dort vorzusehen, wo es tatsächlich benötigt wird.

Dieses natürliche Prinzip kann mit Hilfe von Rechnern und dem SKO (soft kill option)-Programm nachgebildet werden. Ausgang dieser Berechnung ist ein Volumen, welches dem Fahrzeugvolumen entspricht, in welches man real auftretende Kräfte z.B. bei einem crash, einleitet. An den Lastpfaden baut sich Material auf und es entsteht ein Strukturskelett, welches die Basis für eine bionische Rohbaukonstruktion ist. Die Rohbau-Struktur des „bionic car“ wurde nach dieser Methode entwickelt. Man kann eine Gewichtsreduktion von ca. 30% erreichen, bei gleichbleibender Stabilität

Ein neuer möglicher Ansatz dem automobilistischen Leichtbau neue Impulse zu geben, kann das Studium von marinen Planktonorganismen sein. Die Diatomeen weisen eine sehr druckfeste Silizium-Struktur aus. Silizium ist ein an sich schwerer Werkstoff, und da diese Organismen schwebend in den Weltmeeren leben, hat die Natur vorbildliche Leichtbaukonzepte entwickelt. Die Aufgabe ist nun, diese Strukturen zu untersuchen und die Erkenntnisse in Fahrzeug-Konstruktionen einfließen zu lassen.

Die Natur gibt uns viele eindeutige Impulse, die Schwierigkeit ist, diese zu erkennen und technisch so umzusetzen, dass das Prinzip nicht verloren geht. Das ist die große und interessante Herausforderung an einen Ingenieur, die Erkenntnis aus der Natur unverfälscht bis zum käuflichen Produkt zu nutzen.