

## HyRaii – der fliegende Katamaran



Wie von Geisterhand gehoben steigt der Katamaran auf drei filigranen Beinen aus dem Wasser, nimmt Fahrt auf und fliegt förmlich über den St. Moritzersee. Ein triumphaler Moment für das Entwicklungsteam, unter den kritischen Augen der Teilnehmer an der World Match Racing Tour 2010. Doch keine übersinnlichen Kräfte sind hier am Werk, sondern solide Ingenieurskunst, eingesetzt an der ETH Zürich im Rahmen eines sogenannten Fokusprojekts. Diese in der Regel einjährigen Projekte geben den Studierenden im Rahmen des Bachelor-Studiums die Möglichkeit, die in den Vorlesungen erarbeiteten Theorien in der Praxis umzusetzen und so eine bessere und bleibende Verankerung des gelernten Stoffs zu erreichen. Phasen eines Fokusprojekts sind Konzeption, Simulation, Konstruktion, Fertigung und Testen eines Produkts; sie sind im Team zu bewältigen.

Mario Caminada hat uns am Februarstamm ein solches Projekt vorgestellt, das am Department für Maschinenbau realisiert wurde. Ziel des Projekts war die Konstruktion eines windgetriebenen Tragflügelboots, das autonom, d.h. unbemannt in alle Richtungen segeln und wenn möglich bestehende Geschwindigkeitsrekorde brechen kann. Ein Film über den in Zusammenarbeit mit der ETH Lausanne entwickelten französischen Trimaran Hydroptère inspirierte die Studenten. Er zeigte einerseits das Geschwindigkeitspotential eines für extreme Leistungen gebauten Tragflügelboots, andererseits aber auch die Risiken als Folge schlecht berechenbarer Einflüsse wie Wind und Wellen (der Hydroptère überschlug sich spektakulär bei einem Rekordversuch). Es muss doch möglich sein, so überlegten sich die Studenten, die Tragflügel mittels Computer so zu steuern, dass ein Kentern oder Überschlagen des Boots praktisch verhindert werden kann.



Das Team, bestehend aus acht ETH-Studenten und einem Student der Berner Fachhochschule machte sich im September 2009 an die Arbeit. Bald zeigte sich die Bedeutung einer soliden Projektadministration in einem Team ohne Hierarchien. In Anbetracht der Entwicklungszeit von einem knappen Jahr galt es, die Aufgaben optimal zu verteilen und von Anfang an der Dokumentation die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Eine wichtige Rolle spielte zudem die Beschaffung der Finanzen – Sponsoren zu finden, ohne ein Produkt vorweisen zu können, war eine äusserst anspruchsvolle Aufgabe.

Die Phasen Konzeption, Entwurf und Simulation fanden in den Monaten Oktober bis Februar statt. Früh fiel der Entscheid zum grundsätzlichen Aufbau des Boots: drei Flügel, zwei Rümpfe und ein Segel. Zudem sollte das Boot autonom, d.h. unbemannt segeln können – dies nicht zuletzt in Anbetracht der im Team fehlenden Segelerfahrung. Dann galt es, Eigenbau gegenüber der Verwendung von Standardteilen abzuwägen, einschlägige Literatur zu sichten und allfällige Vorbilder zu begutachten.

Gebaut wurde schliesslich ein auf den A-Cat-Spezifikationen basierender Katamaran. Der Mast wurde übernommen, das Standardsegel durch die Segelmacherei *Kuhn* an die Bedürfnisse des autonomen Segelns angepasst und die Rümpfe auf der Basis von Negativformen des A-Cat-Herstellers *Scheurer* den speziellen Anforderungen entsprechend selbst hergestellt. Besonderes Augenmerk wurde natürlich der Konstruktion der drei T-förmigen Tragflügel und der elektronischen Steuerung von Flügeln und Segel gewidmet. Ein A-Cat läuft am schnellsten, wenn der Luvschwimmer aus dem Wasser gehoben wird. Die dazu nötige Krängung reduziert allerdings die Segelfläche – ein ungewollter Effekt. Zudem nimmt die Instabilität zu, je weniger Teile mit dem Wasser in Kontakt sind. Tragflügel erhöhen bei niedrigen Geschwindigkeiten zwar den Wasserwiderstand. Bei höheren Geschwindigkeiten aber heben sie dank ihrem Auftrieb das Boot mit beiden Schwimmern aus dem Wasser – eine signifikante Reduktion des Wasserwiderstands. Durch die aktive Kontrolle der Flügel kann einer Krängung entgegenwirkt und je nach Wellenhöhe ein sicherer Abstand zur Wasseroberfläche gewährleistet werden. Zudem lässt sich so der Verlust an Stabilität kompensieren.



Die beiden lateralen Flügel wurden T-förmig unten an den beiden starren, etwa 1.5m langen Schwertern, der Heckflügel unten am Seitenruder montiert. Die beweglichen Teile der Flügel und des Seitenruders wurden als Klappen an den starren Trägern ausgebildet. Die Kontrolle der Flügel erfolgt über Seilzüge. Zentrale Bedeutung kommt bei dieser Konstruktion der elektronischen Steuerung zu. Sie hat den Vorteil, wesentlich rascher als der Mensch reagieren zu können. Verschiedene Sensoren messen laufend die ausschlaggebenden Grössen wie Windstärke, Krängung, Abstand zur Wasseroberfläche und Segelstellung. Die aus den Sensorwerten berechneten Daten steuern die Aktuatoren der Steuerflächen – Tragflügelklappen, Ruder und Segel. Ein Wellenfilter dämpft den Einfluss kleiner, rascher Wellenbewegungen.



Für die eigentliche Fertigung – für alle Beteiligten ein Vollzeitjob neben dem Studium – standen schliesslich acht Wochen zur Verfügung; die anschliessende anspruchsvolle Testphase war extrem kurz. Unter Berücksichtigung dieser Umstände ist das Resultat beeindruckend. Geschwindigkeitsrekorde wurden zwar keine gebrochen, doch die Tauglichkeit des Konzepts der computergesteuerten Hydrofoils konnte klar gezeigt werden. Seit anderthalb Jahren ruht die HyRaii als funktionsfähiger Prototyp in der Tiefgarage der ETH. Das Team hat sich aufgelöst, seine Mitglieder haben ihre Ausbildung im Rahmen des Master-Studiums fortgesetzt. Von verschiedenen Seiten wurde grundsätzliches Interesse an einer Weiterentwicklung des Projekts bekundet; Konkretes hat sich bisher allerdings nicht ergeben. Ein Stolperstein dürften wohl die verhältnismässig hohen Kosten einer solchen Steuerung sein, die einen Einsatz in kleineren Segelbooten, z.B. der Moth-Klasse verhindern. Eins aber ist gewiss: das an der Entwicklung beteiligte Team hat dank hohem Einsatz und grossem Engagement ein spannendes Projekt zu einem überzeugenden Abschluss gebracht und dabei wohl eine Menge nützlicher Erfahrungen für die spätere Berufslaufbahn gewonnen.

Jürg Ziegler