

Avalon – unbemannt über den Atlantik April-Stamm 2011

Windex Sensor1 an Captain: Böe fällt vorlich ein – Captain LX800 an Windex: beobachten! - Windex Sensor1 an Captain: hält an – Captain LX800 an Rudergänger Actuator2: 3 Grad abfallen! – Rudergänger Actuator2 an Captain: 3 Grad W abgefallen – Kompass Sensor2 an Captain: neuer Kurs 272 – Captain LX800 an Funk-O AIS – neuen Kurs 272 senden – Funk-O an Captain: Meldung ging heraus ... So in etwa läuft die Kommunikation auf der Avalon.

Segelnder Roboter

Zu unserem April-Stammanlass wurde uns ein geradezu futuristisches Thema geboten, die Herausforderung für Ingenieure, Physiker und vor allem Informatiker, einen autonomen, autarken Segelroboter zu entwickeln.



← Das 8-köpfige SSA-Team. Maschinenbau-Studenten und Informatiker, 4 sind aktive Segler.



Der Vortragende Hendrik Erckens, ETH-Masterstudent am Autonomus Systems Lab

Der ETH-Assistent Hendrik Erckens, Co-Projektleiter eines achtköpfigen Teams, das sich als SSA (Studenten segeln autonom) dieser Idee verschrieben hat, berichtete über die Konstruktion und Tests der AVALON (genannt nach dem mystischen Ort der Artus-Sage).

Der Zielort bleibt sagenhaft vernebelt?

Atlantik-Race

Die Microtransat (<http://www.microtransat.org/2011.php>), die das transatlantische Rennen der Roboterschiffe in diesem September organisiert, hat die Länge Wasserlinie auf 4 m begrenzt. Das Boot darf keinen Hilfsantrieb haben, während der Regatta führt ein Eingriff von aussen oder die Übermittlung von Informationen, etwa Wetterprognosen, zur Disqualifikation. Route: von der europäischen Westküste bis zu den Karibischen Inseln. Ziellinie ist 60° W zwischen 10° und 25°N. Ein Gebiet von 50 km auf der Ziellinie wird vom Team vorher festgelegt und muss erreicht werden.



Microtransat 2010, die siegreiche Roboat (Österr.)

Für kleinere Boote gilt der Yardstick 2/ Wurzel (aktuelle Bootslänge).

2006 wurde der erste Wettbewerb auf einem Binnensee nahe Toulouse veranstaltet, 2007 auf der irischen See. 2008 fiel aus, im Jahre 2009 wurde die WRSC (World Robotic Sailing Championship) in Portugal ausgetragen, erstmals unter Beteiligung der Avalon. Sieger waren aber wieder, wie bei den vorangegangenen Anlässen, die „Roboat“ der österreichischen InnoC.

Spezialkonstruktion

Die Ingenieurstudenten der SSA gingen systematisch an die Aufgabe, planten fast eine Neuerfindung des Segelbootes. Der Rumpf mit Formauftrieb fast der einer Jolle (1.6m breit) wurde neu gerechnet und mit einer selbst aus Holzgerippe aufgebauten Negativform im GFK-Handauflegeverfahren erstellt, wobei mit Vakuum-Infusion gut verdichtet wurde. Da kein Cockpit nötig ist, konnte durch Querschotten eine genügend hohe Stabilität er-



Der selbst aufgebaute Bootskörper aus GFK.



Mast-Baum-Winkel mit zurückgelegter Drehachse, aus kohlenfaser-verstärktem Polyurethan verbacken.

reicht werden, um das Spezialrigg zu realisieren. Statt eines verstagten Mastes mit Grossbaum und Schoten hat man einen starren Mast-Baum-Winkel konstruiert, der an einem achtern versetzten Punkt um 360° drehbar ist. Das vierfach verlattete trapezförmige Segel wurde von North Sails konstruiert, es hat einen mittleren Bauch und lässt sich mittels eines einzigen Getriebemotors einstellen. Probleme mit Leinenführungen, Vertörnungen etc. werden ausgeschlossen, und nach Messungen seiner Erfinder braucht diese Segelführung erheblich weniger (elektrische) Energie. Der Mast-Baum-Winkel wurde als Halbschalen aus kohlenfaserverstärktem Polyurethan mit seiner Drehachse zu einer Einheit verbacken. Ähnlich wurden auch der 2m lange Ballastkiel mit bleigefüllter Bombe und die beiden Ruderblätter gebaut, letzte werden mit zwei Getriebemotoren gestellt. Für die Elektronik wurde ein besonders gekapseltes Compartment gefertigt, der Computer noch speziell abgedichtet. Zur Sicherheit wurden noch dort und auch in der Bilge je eine Lenzpumpe installiert.

Ranker Flitzer

Das SSA-Team, darunter die Hälfte aktive Segler, hatte ein rankes Boot gebaut, wie das Video, auf dem Urner See aufgenommen, zeigte.

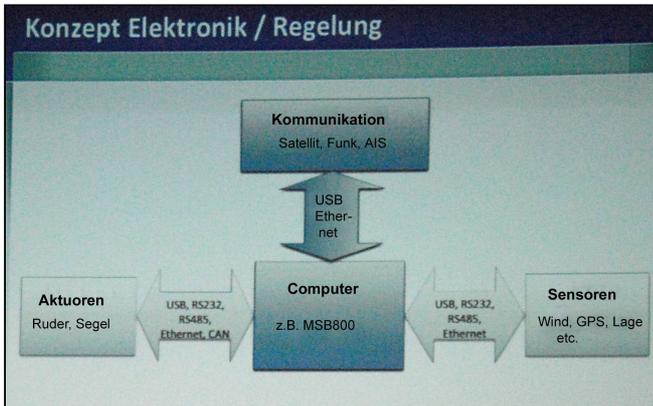
Schnell sprang es an, bei einer Bö krängte es auch schnell mal auf 40°. Bei seinem geringen Gewicht von 450 kg und dem Flossenkiel blieben uns Zuhörern Zweifel, ob sich das Boot bei steilen Kreuzseen noch manövrieren lässt. Wegen der vollständigen Kapselung des Rumpfes und der tiefliegenden Kielbombe sollte es sich bei einer Kenterung aber wieder schnell aufrichten, die Belastungen des unverstagten Mast-Baum-Winkels werden dabei jedoch erheblich sein. Für das Abwettern von Stürmen ist der sogenannte Idle-Mode vorgesehen, wobei das Segel zum



Avalon im Test (Urner See)

Bug gefahren und vor Top und Takel abgelaufen wird. Reffen ist ja nicht möglich. Das Boot hat in Portugal eine erste Feuerprobe bestanden, als es bei 32 kn Wind heil zurück kam. In diesem Herbst werden wir erfahren, ob die Stabilitätsberechnungen richtig waren.

Intelligente Steuerung



Der zentrale Computer erhält die Daten von den Sensoren und durch die externe Kommunikation und gibt Anweisungen an die Motoren.

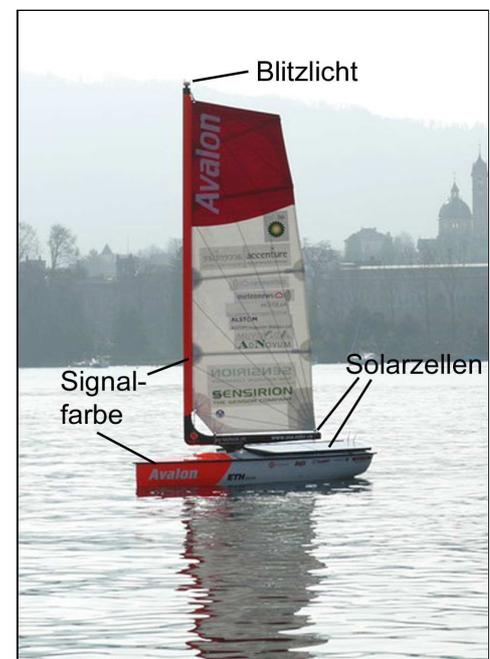
Zentrales Problem eines Roboterschiffes ist natürlich die Sensorik und Computersteuerung. Hauptsensoren sind GPS und Messsysteme für Windrichtung und Geschwindigkeit, Kurs, Temperatur aussen, an der Elektronik und Elektrik, Ladestatus der Batterien etc., aber es gibt keine Kamera. Das Team hat die programmierte Steuerung durch Simulation und viele Tests, die allerdings auf Binnenseen stattfanden, optimiert und robust gemacht. Die Erfahrungen bei dem Transatlantik-Race werden sicher zu weiteren Verbesserungen führen.

Kluges Energiemanagement

Beim Konzept hat man sehr auf Energie-Effizienz geachtet. Grosse Photozellen-Paneele auf dem Deck sollen die Stromversorgung sichern, gespeichert wird mit Li-Mn-Batterien (2.4 kWh). Sollte dies einmal nicht ausreichen, steht eine Brennstoffzelle zur Verfügung.

Eigentlich eine Boje

Da die Bedingungen, die die „Antikollisionsverordnung auf Hoher See“ regelt, nicht eingehalten werden können (kein verantwortlicher Schiffsführer, kein Ausguck, keine Einhaltung der Ausweichregeln gegenüber Einheiten ohne AIS), ist das Roboterschiff eine intelligente Boje. Durch die Ausrüstung mit dem Automatischen Informationssystem, Lichterführung (z.B. ein Blitzlicht am Masttopp) und einen Radarreflektor, Signalfarben an Rumpf und Segel sollte bei dem gewählten Kurs nicht viel passieren, wenn erst einmal der Ausgang des Englischen Kanals verlassen wurde. Zusätzlich zum AIS werden über ein Iridium-Satelliten-Telephon alle zum Betrieb relevanten Daten per SMS an die „SSA-Küstenstation“ gesendet, ausserdem wird vom Computer ein Logbuch geführt, welches für die Auswertung der Regattaleitung zur Verfügung gestellt wird.



Die Forschungsboje „Avalon“

Im September wird's ernst

Der Start muss an einem der Septembertage stattfinden. Ich glaube, wir alle drücken unseren engagierten ETH-Studenten die Daumen, hoffentlich hält man uns über <http://www.ssa.ethz.ch/index.php?q=news> am laufenden.

Weitere interessante Links:

<http://www.ssa.ethz.ch/>

<http://www.youtube.com/watch?v=tBOKaPqecA&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=x53hO4Ua2vs&feature=related>

<http://www.microtransat.org/>



Das SSA-Team vom ETH Autonomous Systems Lab



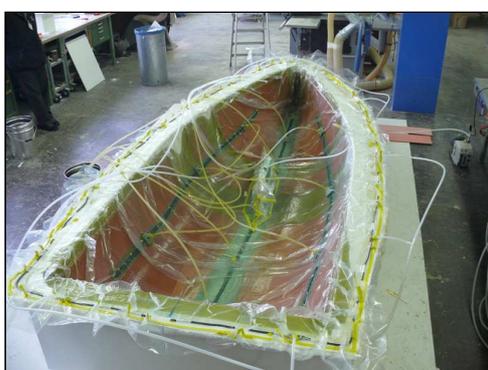
Aufbau mit Ballastkiel und technische Daten



Ein rankes Schiff: Krängung bei einfallender Böe



Durch Doppelruder immer steuerbar



GFK-Infusionsverfahren zum Polyesterfüllen

Bildquelle: <http://www.gallery.ethz.ch/ssa/>



Mit Schotten versteifter Rumpf



Kielschalen kohlenfaserverstärkt