

Seitenflossen wie ein Tintenfisch:
der Unterwasser-Roboter Sepios
beim Tauchen. (Bilder: ETH Zürich/Kubo Tech)

Neuartiger Tauchroboter gut abgedichtet

Die Ozeane sind voller unergründlicher Geheimnisse und sagenumwobener Geschöpfe. Die Vielfalt der Tierwelt unter Wasser beeinflusst Künstler, Mediziner und Ingenieure. Ein Beispiel dafür, wie Meerestiere die Technik inspirieren, ist der an der ETH Zürich entwickelte flossengetriebene Unterwasser-Roboter Sepios, bei dem Dichtungen von Kubo Tech eingesetzt werden.

(re) Das Studentenprojekt Sepios befasst sich mit dem bemerkenswerten Fortbewegungskonzept von Kalmaren und Sepien, die zur Unterklasse der Tintenfische gehören. Diese Tiere verfügen über zwei Seitenflossen, die sich entlang ihres stromlinienförmigen Körpers erstrecken. Kalmare vollführen mit ihren Flossen wellenartige Bewegungen, um unter Wasser Schub zu erzeugen. Ihre annäherungsweise symmetrische Körperform erlaubt es ihnen dabei, sich vorwärts wie rückwärts praktisch gleich gut fortzubewegen. Ausserdem können sie sehr rasch aus voller Fahrt abbremsen und in die Gegenrichtung beschleunigen.

Fasziniert von diesem Antriebsmechanismus, starteten im Sommer 2013 neun Studierende in Maschinenbau und Elektrotechnik ihr Bionikprojekt beim Autonomous Systems Lab (ASL) am Maschinenbaudepartement der ETH Zürich. Ihr Ziel ist die Entwicklung und

Herstellung eines flossengetriebenen Unterwasserroboters. Die den Kalmaren nachempfundenen Seitenflossen sollen dem Roboter erlauben, sich omnidirektional unter Wasser fortzubewegen.

Das Antriebskonzept der Kalmare ist in vielerlei Hinsicht von technischem Interesse: Die effizienten Raubtiere können damit sehr präzise unter Wasser manövrieren. Ihre Flossen erzeugen zwar Wirbel im Wasser, die etwaige Beutetiere aufschrecken könnten, doch lassen

sich die Wirbel durch geschickt gewählte Flossenbewegungen von der Beute fortlenken. Damit eignet sich das Konzept zum Beispiel für Filmaufnahmen von Meereslebewesen, die von einem propellerbetriebenen Gerät aufgeschreckt und verscheucht würden. Die hohe Flexibilität erlaubt zudem das Navigieren durch enge Röhren und Spalten, was beispielsweise bei der Untersuchung von Schiffswracks oder Unterwasserhöhlen nützlich sein könnte. Hinzu kommt, dass



Der Unterwasser-Roboter Sepios kann mit bis zu vier Flossen bestückt werden.

die Seitenflossen im Vergleich zu herkömmlichen Propellerantrieben viel weniger dazu tendieren, sich in Algen oder Seegras zu verfangen.

Aus Zeitgründen konzentrieren sich die Studierenden darauf, die hohe Manövrierbarkeit zu demonstrieren, die das Antriebskonzept verspricht. Als wichtigstes Ziel wurde die Omnidirektionalität des Roboters definiert. Um dieses sicher erreichen zu können, ist der Roboter, anders als das natürliche Vorbild, mit vier Flossen konzipiert, die sich modular anbringen und wieder demontieren lassen.

Den Rumpf des Geräts bildet ein etwa 60 cm langer Zylinder aus Acrylglas mit rund 12 cm Durchmesser, der in ein Aluminiumskelett eingefasst ist. Die vier Flossen sind sternförmig im 90°-Winkel um den Rumpf herum angeordnet. Sie erstrecken sich beinahe vom Bug bis zum Heck. Die Aktuatoren der einzelnen Flossen werden in Aluminiumgehäusen untergebracht, von denen jedes neun Servomotoren und die für deren Betrieb erforderliche Elektronik enthält. Im kompletten System werden also insgesamt 36 Servos verbaut. Jeder davon ist über eine Kupplung an einer Antriebswelle befestigt, die sich teils im trockenen Gehäuse, teils im Wasser befindet.

Draussen wird dann das Drehmoment mittels eines Kegelradgetriebes auf eine zweite Welle übersetzt, die parallel zum Rumpf liegt. An jeder dieser äusseren Wellen ist je ein 25 cm langes Stäbchen befestigt, das zunächst vom Roboter weg ins Wasser zeigt. Über diese Stäbchen wird schlussendlich eine elastische Folie gespannt, die gemeinsam mit den Stäbchen die eigentliche Flosse bildet. Das Ansteuern eines Servos bewirkt also die Auslenkung eines Stäbchens und damit des jeweiligen Flossensegments.

Für das Projekt Sepios war die Dichtungstechnik ein zentrales Thema. Unterstützt wurden die Studierenden hier durch die Kubo

Tech AG, Effretikon, die fachlich beratend zur Seite stand und die diversen Dichtungen sponserte.

Statisch abzudichten sind zunächst einige Stellen am Rumpf, da dieser die gesamte Steuerelektronik enthält. Die Deckel am Bug und am Heck sind mit O-Ringen abgedichtet. Der Rumpf beinhaltet ausserdem eine Schwimmblase, bestehend aus einem kleineren Acryl-

glaszylinder. In diesem bewegt sich ein Kolben vor und zurück, flutet so die Schwimmblase mit Wasser und leert sie wieder, um Ab- und Auftrieb zu erzeugen. An diesem Kolben wird ebenfalls ein O-Ring verwendet, um das Eindringen von Wasser durch die Schwimmblase hindurch zu verhindern.

Am Bug befindet sich eine Art Bullauge, das mittels einer spe- ▶



AVENTICS 

**FOCUS
THE NEXT
GENERATION
PNEUMATICS**

Gestern Rexroth Pneumatics, heute und in Zukunft: AVENTICS. Mit exzellenten Produkten aus den Bereichen Pneumatik, Marine, Zahnkette und Truck gehen wir unter neuem Namen an den Markt.

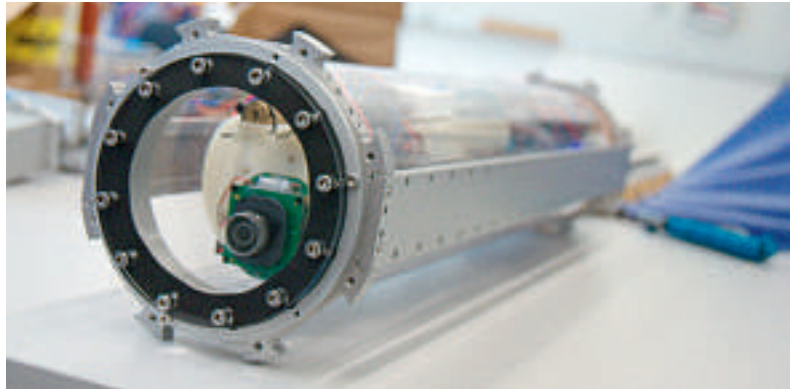
AVENTICS steht für frische Ideen, mehr Flexibilität und stärkere Fokussierung auf unsere Kunden.

www.aventics.com

Rexroth
Pneumatics

► ziell angefertigten Flachdichtung abgedichtet wird. Durch das Bullauge soll eine Kamera Bilder der Umgebung aufnehmen können. Im Deckel am Heck sind verschiedene Stecker integriert, durch welche die Versorgungskabel durchs Wasser hindurch zu den Flossengehäusen führen. Diese Geometrie erlaubt den modularen Aufbau, bei dem sich die Zahl der montierten Flossen zwischen eins und vier variieren lässt.

Die Servogehäuse beinhalten sowohl je eine statische Flachdichtung – ebenfalls Spezialanfertigungen – als auch mehrere dynamisch beanspruchte Vierlippen-Dichtringe. Die Vierlippen-Dichtringe wer-



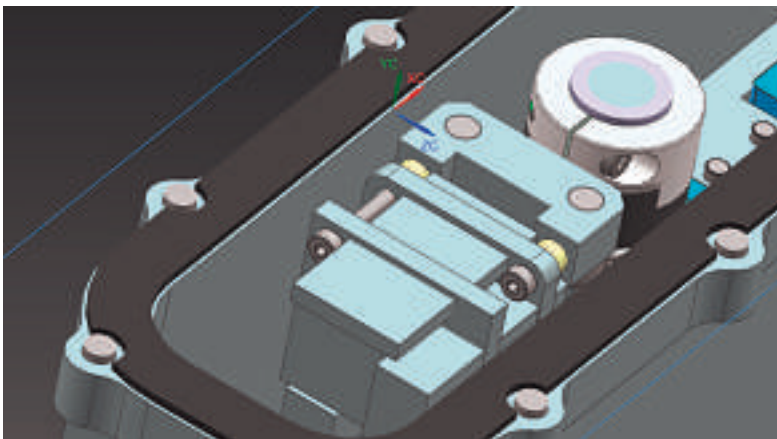
Das Bullauge am Bug wird mittels einer speziell angefertigten Flachdichtung abgedichtet.

den an den Antriebswellen in einen Hinterstich eingesetzt, und zwar beim Übergang vom trockenen Innenraum ins Wasser. Die Drehzah-

len liegen selten über 1 Hz, und der Druckunterschied von 1 bar dürfte ebenfalls unkritisch sein.

Der Roboter wird hauptsächlich in Hallenbädern getestet. Um sicherzugehen, dass das chlorhaltige Wasser die Funktion der Dichtungen nicht beeinträchtigt, wurde zumeist das chemisch hoch beständige Elastomer Viton als Material gewählt. Weitere Informationen zum Projekt Sepios sind unter <http://sepios.org> erhältlich. ■

Flachdichtung am Flossengehäuse des Unterwasser-Roboters.



Kubo Tech AG
8307 Effretikon, Tel. 052 354 18 18
info@kubo.ch

Der Kühlschmierstoff.

Ihre Produktivität zu steigern ist unser Ziel.

Blaser Swisslube AG
3415 Hasle-Rüegsau Tel. 034 460 01 01 contact@blaser.com www.blaser.com