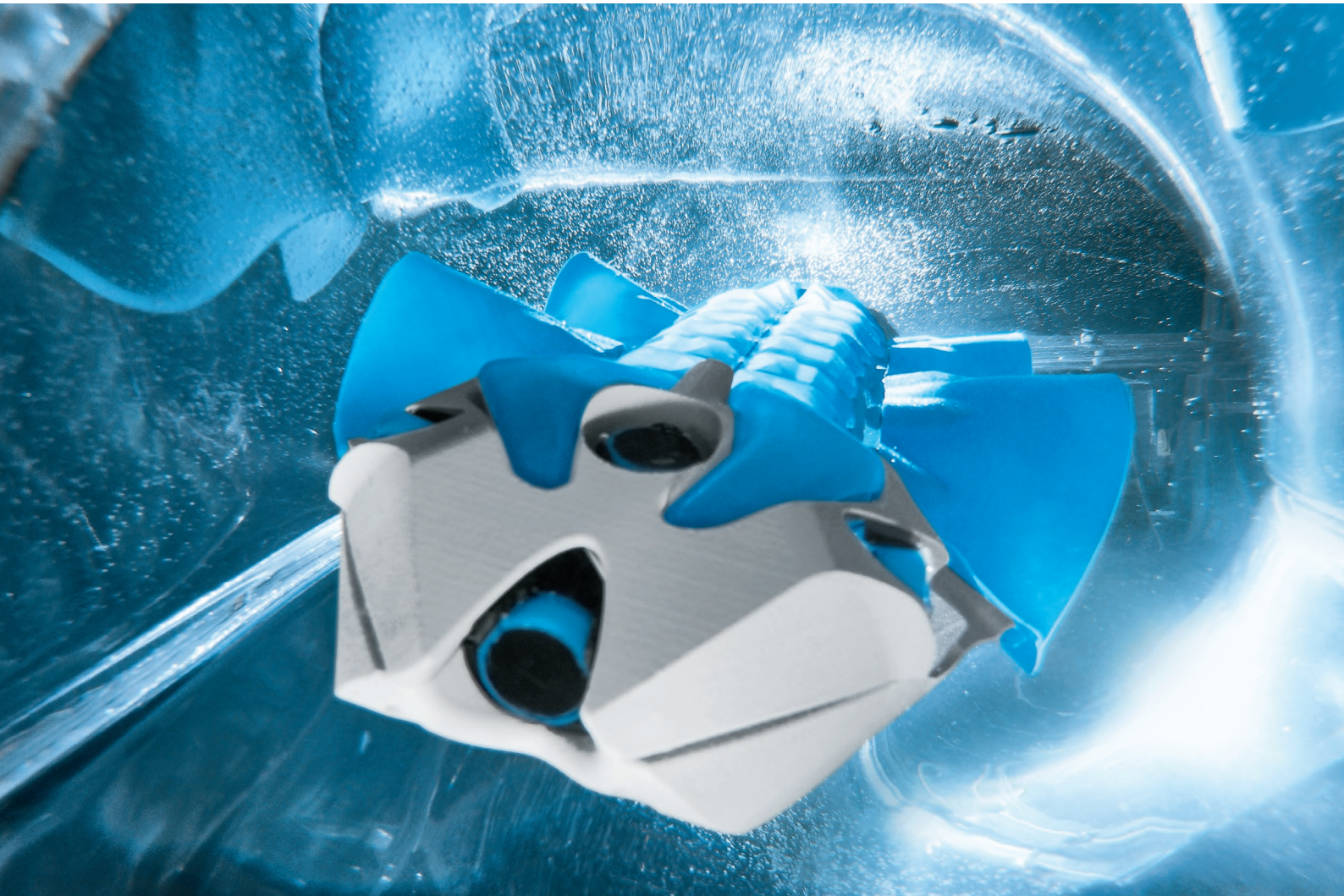


BionicFinWave

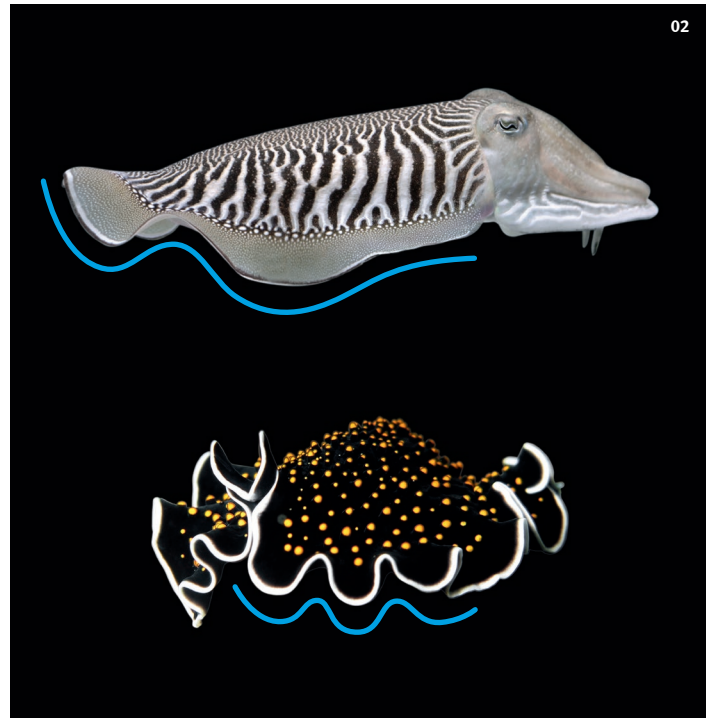
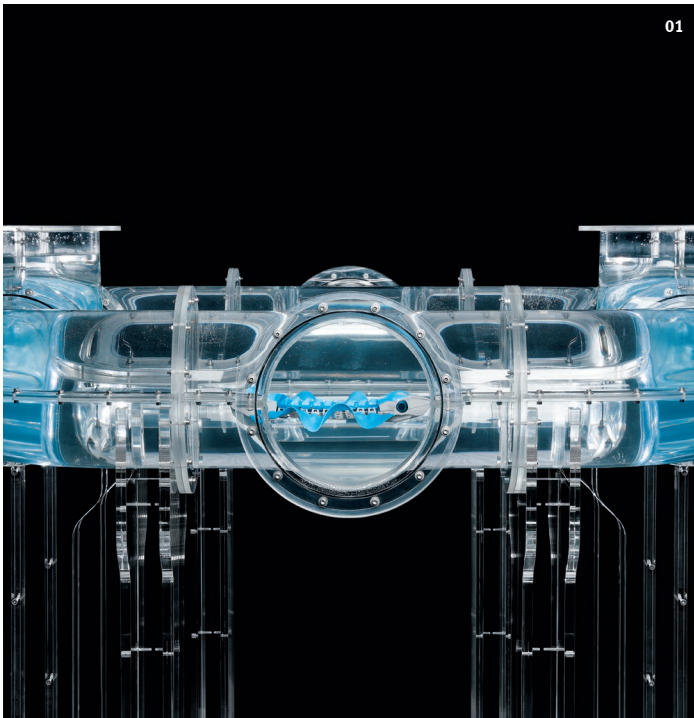
Unterwasserroboter mit einzigartigem Flossenantrieb

FESTO



BionicFinWave

Autonomes Navigieren durch ein mit Wasser gefülltes Rohrsystem



Die Natur lehrt uns eindrucksvoll, wie die optimalen Antriebssysteme für bestimmte Schwimmbewegungen aussehen. Mit dem Flügelschlag des Mantarochens, dem Rückstoßprinzip der Qualle und der adaptiven Struktur der Fischschwanzflosse hat Festo bereits mehrere dieser faszinierenden Bewegungsformen aus der Tierwelt technisch realisiert. Für den BionicFinWave hat sich das Bionik-Team nun von der undulierenden Flossenbewegung inspirieren lassen, die unter anderem vom freilebenden Meeresstrudelwurm, von der Sepia sowie vom Großnilhecht genutzt wird.

Einzigartige Schwimmanöver in alle Richtungen

Das gemeinsame Merkmal dieser Tiere sind ihre Längsflossen. Sie verlaufen von Kopf bis Schwanz und befinden sich entweder am Rücken, am Bauch oder an beiden Seiten des Körpers. Um sich fortzubewegen, erzeugen die Fische mit den Flossen eine durchgängige Welle, die sich entlang ihrer gesamten Länge voranschleicht. Diese so genannte Undulation drückt das Wasser nach hinten, wodurch ein Vorwärtsschub entsteht. Umgekehrt können die Tiere so auch rückwärts schwimmen und je nach Wellenmuster für Auftrieb, Abtrieb oder gar Seitenschub sorgen.

Mit diesem Prinzip der Undulation manövriert sich nun auch der BionicFinWave selbstständig durch ein Rohrsystem aus Acrylglas. Dabei kann der autonome Unterwasserroboter über Funk mit der Außenwelt kommunizieren und Daten – wie die erfassten Sensorwerte für Temperatur und Druck – an ein Tablet übertragen.

Flexible Silikonflossen aus einem Guss

Zur Fortbewegung nutzt der BionicFinWave seine beiden Seitenflossen, die komplett aus Silikon gegossen sind und ohne Verstrebungen oder andere Stützelemente auskommen. Dadurch sind sie äußerst nachgiebig und können so die flüssigen Wellenbewegungen der biologischen Vorbilder naturgetreu umsetzen.

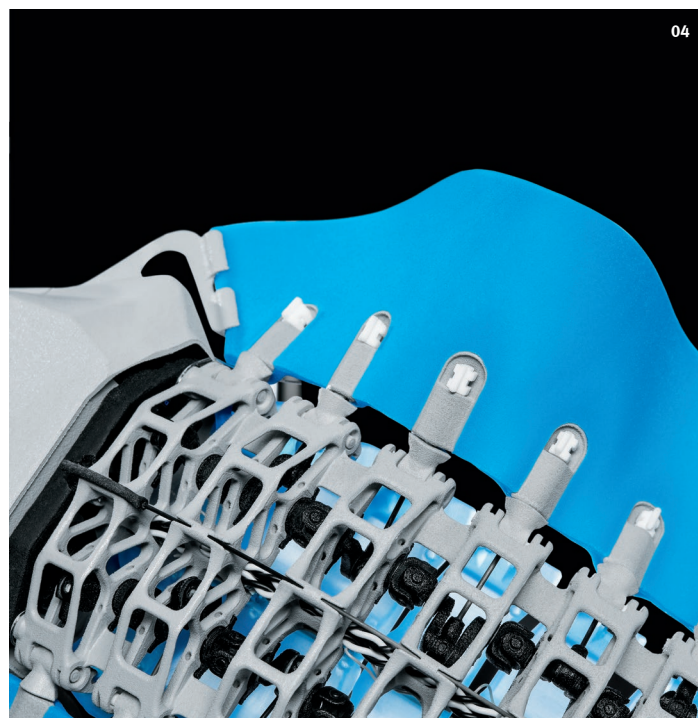
Dazu sind die beiden Flossen links und rechts jeweils an neun kleinen Hebelarmen befestigt, die einen Ausschlagwinkel von 45° haben. Die Hebelarme wiederum werden von zwei Servomotoren angetrieben, die im Körper des Unterwasserroboters sitzen. Zwei anliegende Kurbelwellen übertragen die Kraft auf die Hebel, so dass sich die beiden Flossen individuell bewegen lassen. Dadurch können sie unterschiedliche Wellenmuster generieren.

01: Bionischer Technologieträger: Einsatz in flüssigen Medien

02: Natürliche Vorbilder: der wellenförmige Flossenschlag bei Sepia und freilebendem Meeresstrudelwurm

03: Einzigartiger Antrieb: die undulierende Bewegung der flexiblen Silikonflossen

04: Filigrane Mechanik: die im 3D-Verfahren gedruckte Kurbelwelle mit anliegendem Hebelarm



Um eine Kurve zu schwimmen, bewegt sich beispielsweise die äußere Flosse schneller als die innere – vergleichbar mit den Ketten eines Baggers. Ein dritter Servomotor am Kopf des BionicFinWave steuert die Biegung des Körpers, mit deren Hilfe er nach oben und unten schwimmen kann. Damit die Kurbelwellen entsprechend flexibel und biegsam sind, sitzt zwischen jedem Hebelsegment ein Kardangelenk. Dazu wurden die Kurbelwellen inklusive der Gelenke und des Pleuels aus Kunststoff in einem Stück mit 3D-Druckverfahren gefertigt.

Optimal ausgelegter Körper mit integrierter Bordelektronik

Auch die restlichen Körperelemente des BionicFinWave sind im 3D-Verfahren gedruckt, was ihre komplexen Geometrien erst ermöglicht. Mit ihren Hohlräumen fungieren sie als Auftriebskörper. Gleichzeitig ist hier auf engstem Raum die gesamte Steuerungs- und Regelungstechnik wasserdicht und sicher verbaut. So sitzen im Vorderteil des Körpers neben der Platine mit Prozessor und Funkmodul auch ein Drucksensor sowie Ultraschallsensoren. Sie messen permanent die Abstände zu den Wänden sowie die Tiefenposition im Wasser und vermeiden so Kollisionen mit dem Rohrsystem.

Intelligentes Zusammenspiel verschiedenster Komponenten

Voraussetzung für dieses autonome und sichere Navigieren war die Entwicklung von kleinen, leistungsfähigen sowie wasserdichten bzw. -unempfindlichen Komponenten, die mit der entsprechenden Software koordiniert und geregelt werden können. Damit konnte Festo einen undulierenden Flossenantrieb technisch umsetzen, der sich besonders für eine langsame und präzise Fortbewegung eignet und Wasser weniger aufwirbelt als beispielsweise ein konventioneller Schraubenantrieb.

Neue Impulse und Denkansätze

Mit dem bionischen Technologieträger setzt Festo einmal mehr einen Impuls für die zukünftige Arbeit mit autonomen Robotern und neuen Antriebstechnologien im Einsatz in flüssigen Medien. Denkbar wäre es, Konzepte wie den BionicFinWave für Aufgaben wie Inspektionen, Messreihen oder Datensammlungen weiterzuentwickeln – etwa für die Wasser- und Abwassertechnik oder andere Gebiete der Prozessindustrie. Zudem lassen sich die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse für die Herstellungsverfahren von Softrobotik-Komponenten nutzen.



Technische Daten

Körper:

- Länge: 370 mm
- Höhe: 50 mm
- Breite: 190 mm
- Gewicht: 430 g
- 3D-Druck-Verfahren: Selektives Lasersintern (SLS)
.....und Digital Light Processing (DLP)

Bordelektronik:

- Prozessor: ARM® Cortex®-M4-based STM32F4
- Funkmodul: JNtec
- Servomotoren: 3× Savöx SH 264 MG
- Inertialsensorik: Bosch Sensortec – BNO055 (9 Achsen)
- Drucksensor: MS5837
- Ultraschallsensorik: Inoson – mit einer Frequenz von 2 MHz
..... und einer Messgenauigkeit von 2–4 mm
..... bei einem Messbereich von 20–700 mm

Projektbeteiligte

Projektinitiator:

Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter,
Festo Holding GmbH

Projektleitung:

Dr.-Ing. Heinrich Frontzek, Dr.-Ing. Elias Knubben, Sebastian Schrof,
Festo AG & Co. KG

Projektteam:

Cedric Alt, Mart Moerdijk, Konstantin Lehleiter, Nathanael Peltzer,
Thomas Trapp, Micha Purucker, Jochen Spohrer, Christian Trapp,
Philip Steck, Paolo Ruegg, Matthias Wagner,
Festo AG & Co. KG

Modellbau:

Felix Fuchs,
Felix Fuchs Design

Materialmodifikation, Weiterentwicklung und Fertigung der Luft-
körper mit Biolumineszenz-Effekt im DLP-Verfahren:
DREIGEIST, Nürnberg

Festo AG & Co. KG

Ruiter Straße 82
73734 Esslingen
Deutschland
Telefon 0711 347-0
Fax 0711 347-21 55
cc@festo.com
→ www.festo.com/bionik