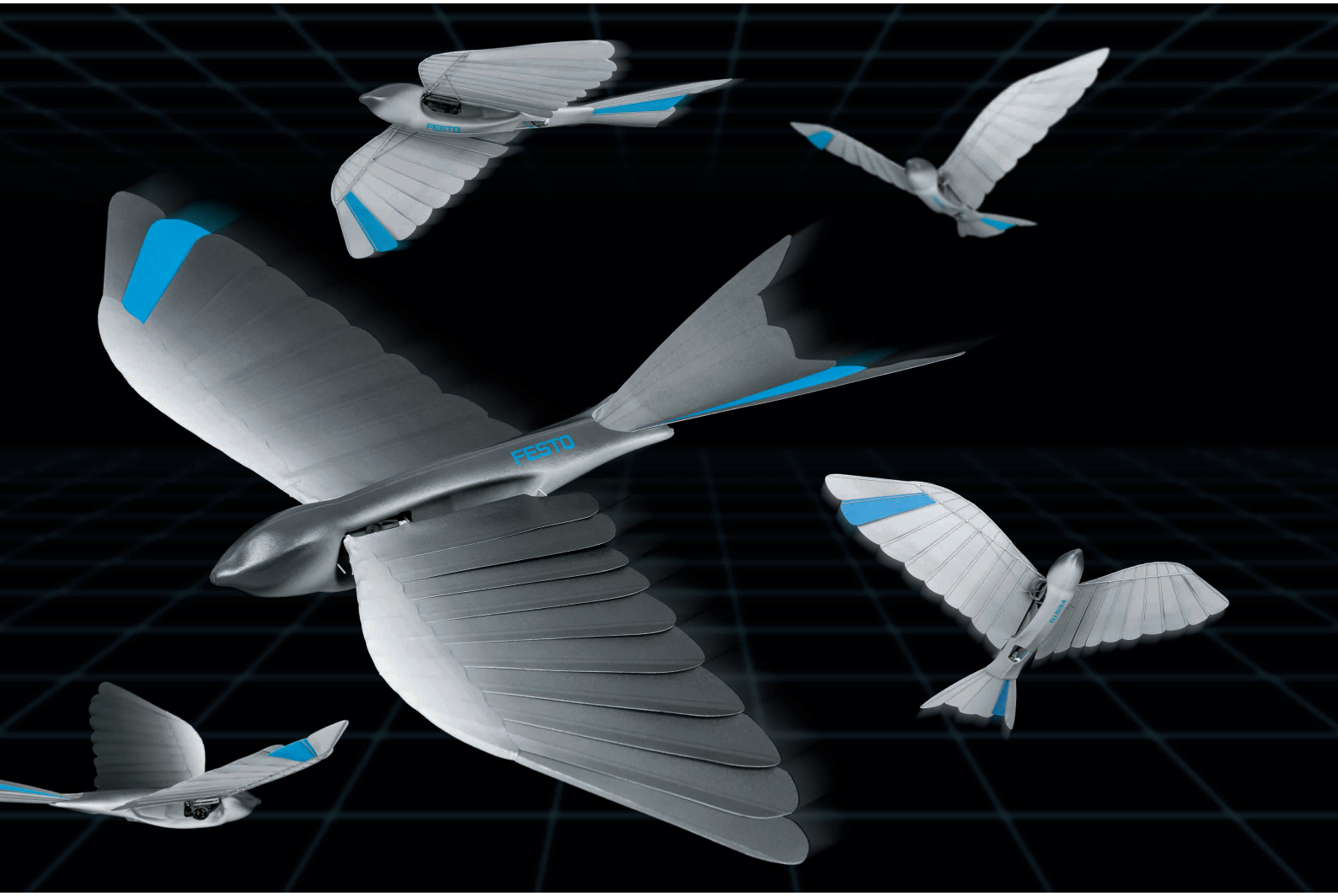
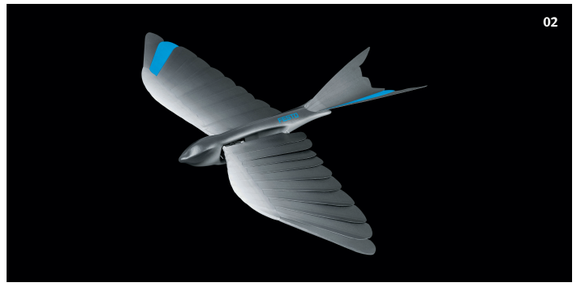
BionicSwift
Sichere Flugakrobatik im Schwarm

FESTO



BionicSwift
Agiler Flügelschlag nach natürlichem Vorbild

01


02

03

04

05

06

01: **Koordiniertes Fliegen:** Formationsflug im abgesteckten Luftraum

02: **Künstliches Gefieder:** schindelartige Anordnung der einzelnen Lamellen

03: **Geräuscharmer Flügelschlag:** Lamellen aus Leichtschaum

04: **Agiles Flugobjekt:** wendige Manöver wie Loopings und enge Kurven

05: **Intelligentes Navigieren:** Leitrechner, Funkmodul und Flugobjekte im Zusammenspiel

06: **Aerodynamische Kinematik:** Torsionsfähigkeit der Flügel

Der Vogelflug – seit jeher fasziniert er die Menschheit. Im Bionic Learning Network von Festo hat das Fliegen nach natürlichem Vorbild ebenfalls eine lange Tradition. Mit dem Bau der BionicSwifts setzt Festo die Weiterentwicklung seiner bionischen Flugobjekte konsequent fort.

Ultraleichte Flugobjekte
Bei der Konstruktion der künstlichen Vögel lag der Fokus wie bei ihrem biologischen Vorbild auf dem Einsatz von Leichtbaustrukturen. Denn in der Technik wie in der Natur gilt: Je weniger Gewicht zu bewegen ist, desto geringer sind der Materialaufwand und der Energieverbrauch. Und so wiegen die bionischen Vögel bei einer Körperlänge von 44,5 Zentimetern und einer Flügelspannweite von 68 Zentimetern gerade einmal 42 Gramm.

Die BionicSwifts sind somit sehr agil, wendig und können sogar Loopings und enge Kurven fliegen. Durch das Zusammenspiel mit einem Indoor-Navigationssystem auf Funkbasis können sich die Robotervögel dabei koordiniert und autonom in einem abgesteckten Luftraum bewegen.

Aerodynamisches Gefieder für effizienten Flugbetrieb
Um diese Manöver möglichst naturgetreu zu fliegen, sind die Flügel dem Gefieder von Vögeln nachempfunden. Die einzelnen Lamellen bestehen aus einem ultraleichten, biegsamen, aber sehr robusten Schaumstoff und liegen schindelartig übereinander. Verbunden mit einem Federkiel aus Karbon sind sie wie beim natürlichen Vorbild an den eigentlichen Hand- und Armschwingen befestigt.

Beim Flügelaufschlag fächern sich die einzelnen Lamellen auf, so dass Luft durch den Flügel strömen kann. Dadurch benötigen die Vögel weniger Kraft, um den Flügel nach oben zu ziehen. Beim Abschlag verschließen sich die Lamellen, damit die Flugroboter kraftvoller fliegen können. Durch diesen naturnahen Nachbau der Flügel verfügen die BionicSwifts über ein besseres Flugprofil gegenüber bisherigen Schlagflügelantrieben.

Funktionsintegration auf engstem Raum
Ihre Agilität verdanken die künstlichen Vögel neben ihrer Leichtbauweise und der aerodynamischen Kinematik auch dem konsequenten Ansatz der Funktionsintegration.

Im Vogelkörper befinden sich die kompakte Konstruktion für den Schlagflügelmechanismus, die Kommunikationstechnik sowie die Steuerungskomponenten für Flügelschlag und Höhenruder, den Schwanz. Auf engstem Raum sind hier ein Brushless-Motor, zwei Servomotoren, der Akku, das Getriebe sowie verschiedene Platinen verbaut. Durch das intelligente Zusammenspiel von Motoren und Mechanik lassen sich zum Beispiel die Frequenz des Flügelschlags sowie der Anstellwinkel des Höhenruders für die verschiedenen Manöver präzise einstellen.

Koordination der Flugmanöver durch GPS
Indoor-GPS auf Funkbasis mit Ultra-Breitband-Technologie (UWB) ermöglicht das koordinierte und sichere Fliegen der BionicSwifts. Dazu werden mehrere Funkmodule in einem Raum angebracht. Anschließend lokalisieren sich diese Anker untereinander und definieren den kontrollierten Luftraum. Zudem ist jeder Robotervogel mit einem Funkmarker ausgestattet. Dieser sendet Signale an die Anker, die dadurch die genaue Position des Vogels verorten können und die gesammelten Daten an einen zentralen Leitrechner schicken, der als Navigationssystem fungiert.

Auf diesem kann eine Routenplanung vorgenommen werden, so dass vorprogrammierte Pfade den Vögeln ihre Flugbahn vorgeben. Weichen die Vögel aufgrund sich plötzlich verändernder Umgebungseinflüsse wie Wind oder Thermik von ihrer Flugbahn ab, korrigieren diese umgehend ihre Flugbahn selbst und greifen autonom in dieser Situation ein – ganz ohne menschlichen Piloten. Die Kommunikation per Funk ermöglicht eine exakte Positionserkennung über Hindernisse hinweg, auch bei teilweise unterbrochenem Sichtkontakt. Der Einsatz von UWB als Funktechnologie garantiert einen sicheren und störungsfreien Betrieb.

Neue Impulse für die Intralogistik
Durch die intelligente Vernetzung von Flugobjekt und GPS-Route entsteht ein 3D-Navigationssystem, wie es in der vernetzten Fabrik der Zukunft eingesetzt werden könnte. Durch die genaue Lokalisierung von Material- und Warenflüssen lassen sich zum Beispiel Prozessabläufe verbessern und Engpässe vorhersehen. Zudem könnten autonome Flugroboter etwa für den Materialtransport eingesetzt werden und so mit ihren Flugkorridoren die Flächennutzung innerhalb einer Fabrik optimieren.

Technische Daten

Flugobjekte:
- Spannweite: ..... 68 cm
- Gesamtlänge: ..... 44,5 cm
- Gewicht: ..... 42 g
- Antriebe: ..... 2 Servomotoren mit einer Stellkraft von 700 g, je 4,8 g Gewicht
  1 Brushless-Motor, 4200 Umdrehungen/V
- Batterie: .....1 LipoHV-Akku 4,35 V, 6 g Gewicht
- Flugdauer: .....ca. 7 min
- Funk-Empfänger: ..... 4×2 cm, 1 g Gewicht
- 3 Funk-Platinen:..... 1× UWB (Ultra-Wideband)
  .....1× Lokalisierung
  .....1× Steuerung

Material Flugobjekte:
- Federn: ..... Leichtschaum, 0,4 mm Stärke
- Körper: ..... Depron, 1,5 mm Stärke
- Getriebekasten: ..... 3D-gedrucktes Nylon/Polyamid
- Flügelgerippe: ..... pultrudiertes CFK-Rundprofil
  ..... Streben: 1,3 mm Durchmesser
  .....Kiel: 0,7 mm Durchmesser

Indoor-GPS:
- 8 Anker mit UWB-Technologie
- Updaterate Anker: ..... 30 Hz
- Frequenzband: ..... 5–6 GHz
- 1 zentraler Leitrechner
- Bahnplanung: .....Cinema 4D
- Software zur Positionserfassung: .....Localino®
- Übertragung der Telemetriedaten: ..... per Funk über 433 MHz
- Lageerkennung: ..... Gyrolagesensor

Projektbeteiligte

Projektinitiator:
Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter,
Festo Holding GmbH

Projektleitung:
Karoline von Häfen, Dr.-Ing. Elias Knubben,
Festo SE & Co. KG

Projektteam:
Sebastian Schrof,
Festo SE & Co. KG

Konzeption, Fertigung Flugobjekte und Software für Regelung und aerodynamische Flugsteuerung:
Rainer Mugrauer, Günther Mugrauer, Denis Mugrauer,
Airstage by Effekt-Technik GmbH, Schlaitdorf

Modellbau:
Felix Fuchs – industrial design, Stuttgart

Lokalisierungssoftware mit UWB-Technologie:
Heuel & Löher GmbH & Co. KG, Lennestadt

Localino® ist eine eingetragene Marke der
Heuel & Löher GmbH & Co. KG, Lennestadt

Festo SE & Co. KG

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

fesd-046 de 2/2021