

## BionicWheelBot

Laufen und Rollen wie die Radlerspinne

**FESTO**



# BionicWheelBot

## Laufen und Rollen wie die Radlerspinne



Als Impulsgeber der Automatisierungstechnik ist Festo immer auf der Suche nach neuen Antriebskonzepten und verblüffenden Bewegungsformen. Oftmals sorgt dabei die Natur für Inspiration. Daher hat sich Festo im Rahmen seines Bionic Learning Network mit dem Entdecker der marokkanischen Radlerspinne, Prof. Ingo Rechenberg, zusammengetan.

Der Berliner Bioniker entdeckte die Spinne 2008 in der Wüste Erg Chebbi am Rande der Sahara und befasst sich seitdem mit dem technischen Übertrag ihrer einzigartigen Bewegungsformen. Die Radlerspinne kann wie andere Spinnen laufen. Sie kann sich aber auch mit einem kombinierten Ablauf aus Flug- und Bodenrolle fortbewegen.

### Perfekt auf den Lebensraum eingestellt

Damit passt sie sich optimal an ihre Umgebung an: Auf ebenem Untergrund ist sie im so genannten Rollmodus doppelt so schnell wie beim Laufen. Wo es uneben ist, sind dagegen einzelne Schritte von Vorteil. So kann sie sich in der Wüste – wo beide Geländeformen zu finden sind – sicher und effizient bewegen.

### Technische Umsetzung der einzigartigen Bewegungsformen

Aus den zahlreichen Untersuchungen konstruierte Rechenberg mit seinem Team bereits einige Vormodelle des BionicWheelBot. Die Kinematik und das Antriebskonzept der künstlichen Spinne wurden nun gemeinsam mit Festo weiterentwickelt.

Wie sein biologisches Vorbild verfügt der BionicWheelBot über acht Beine, mit deren Hilfe er sowohl laufen als auch rollen kann. Sie werden von insgesamt 15 kleinen Motoren angetrieben, die in den Kniegelenken und im Körper sitzen. Dabei sorgen 14 selbsthemmende Schneckenantriebe dafür, dass die Spinne nur für das Bewegen ihrer Beine Energie aufbringen muss – nicht aber, um beim Stehen ihren Körper aufrecht zu halten.

Im Rollmodus macht der BionicWheelBot analog zur natürlichen Radlerspinne mit seinem gesamten Körper einen Überschlag. Dank des integrierten Inertialsensors weiß er dabei immer, in welcher Lage er sich befindet und wann er sich wieder abstoßen muss. So ist auch er im Rollen wesentlich schneller als beim Laufen und kann sogar Steigungen von bis zu fünf Prozent bergauf bewältigen.

**01: Mechatronisches Gesamtsystem:** ausgetüftelte Kinematik nach natürlichem Vorbild

**02: Cebrennus rechenbergi:** benannt nach ihrem Entdecker Prof. Ingo Rechenberg

**03: Wechselseitiger Dreibeinlauf:** sicherer Gang, auch in unwegsamem Gelände

**04: Kraftvolles Rollen:** angetrieben von den Abstoßbeinen bewegt sich der BionicWheelBot auf den zu Rädern gefalteten Beinen



### Laufen im wechselseitigen Dreibeinlauf

Genau wie die echte Spinne bewegt sich der BionicWheelBot im wechselseitigen Dreibeinlauf. Das heißt, er nutzt sechs seiner acht Beine zum Laufen. Die beiden so genannten Abstoßbeine lässt er dabei eingeklappt. Bei jedem Schritt bleiben drei Beine auf dem Boden, während die anderen drei erst angehoben werden, eine Vorwärtsbewegung machen und anschließend wieder auf dem Boden abgesetzt werden. Mit dem gleichen Ablauf bewegt die Spinne daraufhin die drei Beine nach vorn, die zunächst auf dem Boden standen.

### Kraftverstärkung durch ausgeklügelte Mechanik

Damit die künstliche Spinne ihre langen Beine schnell und effizient bewegen kann, müssen die Antriebe vergleichsweise hohe Kräfte aufbringen. Dabei werden sie von einem Federmechanismus unterstützt. Hierzu ist in jedem Knie- und Schultergelenk eine Feder eingebaut, die sich beim Anheben des jeweiligen Beines Vorspannt. Die dabei zwischengespeicherte Kraft unterstützt dann den entsprechenden Motor in der Gegenbewegung beim Anheben des Körpers.

### Sicherer Stand und Wenden auf der Stelle

Mit drei Beinen zu laufen und dabei drei Beine auf dem Boden zu lassen ist aus mechanischer Sicht sinnvoll. Denn drei Punkte bestimmen eine Ebene und so hat der BionicWheelBot auch beim Laufen – unabhängig von der Bodenbeschaffenheit – einen guten Stand. Aus diesem heraus kann sich die bionische Spinne auch auf der Stelle drehen: Dazu stellt sie sich auf ihre beiden längsten Beine, drückt den Körper nach oben und dreht ihn dann in die gewünschte Richtung, bevor sie wieder normal weiterläuft.

### Transformation: vom Lauf- in den Rollmodus

Um ins Rollen zu kommen, formt der BionicWheelBot links und rechts von seinem Körper jeweils drei Beine zu einem Rad. Dazu bringt er zuerst die hinteren Beine parallel in Stellung und zieht dann die anderen nach. Anschließend fahren die zwei beim Laufen eingeklappten Beine aus, stoßen die zusammengekugelte Spinne vom Boden ab und schieben sie während des Rollens permanent an. So verhindern sie, dass der BionicWheelBot im Sand stecken bleibt, und sorgen dafür, dass er sich wie sein natürliches Vorbild auch in unwegsamem Gelände fortbewegen kann.



#### Technische Daten

- Körperlänge: .....max. 570 mm
- Körperhöhe: .....max. 238 mm
- Körperbreite: .....max. 796 mm
- Beinlänge: .....max. 344 mm
- Spurweite: ..... 164 mm
- Raddurchmesser: ..... 267 mm
- Freiheitsgrade: ..... 15
  
- Material Körper und Beine: .....Polyamid, 3-D-gedruckt
- Batterie: ..... Lithium-Polymer-Akku 7,4 V, 1.000 mAh
- Funkmodul: ..... 866 MHz
- Funkfernsteuerung: ..... per Tablet
- Prozessor: ..... STM32F4
- Aktorik: .....14× selbsthemmende Schneckenantriebe  
 ..... 1× Servomotor
- Sensorik: ..... 1× BNO055 Absolute Orientation Sensor

#### Projektbeteiligte

##### Projektinitiator:

Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter,  
Festo Holding GmbH

##### Projektkoordination:

Dr.-Ing. Heinrich Frontzek, Dr.-Ing. Elias Knubben, Mart Moerdijk,  
Festo AG & Co. KG

##### Projektteam:

Prof. Dr.-Ing. Ingo Rechenberg, Ulrich Berg, Joachim Berg,  
Iván Santibáñez-Koref,  
Bionik & Evolutionstechnik, TU-Berlin

#### Festo AG & Co. KG

Ruiter Straße 82  
73734 Esslingen  
Deutschland  
Telefon 0711 347-0  
Fax 0711 347-21 55  
cc@de.festo.com  
➔ [www.festo.com/bionik](http://www.festo.com/bionik)