

DIE GENIALE ROBOTER SCHMIEDE

WUWI
VOR ORT

ROBO-AMEISEN

Die „Bionic Ants“ schließen sich für bestimmte Aufgaben zusammen, indem sie per Funk miteinander kommunizieren.



Ein kleines Team beim Unternehmen Festo arbeitet an innovativen Robotern und revolutioniert fast nebenbei eine ganze Branche. WUWI-Autorin **Eva Wolfangel** und Fotograf **Rainer Kwirotek** haben die Macher in Baden-Württemberg besucht.

105 GRAMM

leicht, aber dennoch ein voll ausgestatteter Arbeitsroboter: die „Bionic ANT“.

Jede Ameise hat ihren eigenen Käfig. Die Kästen erinnern an Transportbehälter für Hamster, die zum Tierarzt müssen. Nina Gaißert nimmt ein Exemplar vorsichtig heraus, die gelenkigen Beine mit den aufgedruckten Leiterbahnen ragen über ihren Handteller hinaus und baumeln in der Luft. „Na los, pack aus“, sagt ihr Kollege Mart Moerdijk ungeduldig, „auch die anderen!“ „Sicher? Alle? Kannst du die auseinanderhalten?“ „Natürlich!“

Moerdijk ist gewissermaßen der Vater der Ameisen – und wie ein echter Vater kann er seine Drillinge auseinanderhalten, obwohl sie sich nur in wenigen Details unterscheiden. Der 28-jährige Maschinenbauer kam vor einiger Zeit zum Familienunternehmen Festo bei Stuttgart, um dort seine Abschlussarbeit

zu machen. Daraus entstanden die Roboter-Ameisen – eines der Produkte, für das Festo in Technikerkreisen sehr bekannt ist. Jedes Jahr entwickelt ein fünfköpfiges Team des Unternehmens einen innovativen Roboter. Dafür schauen sich die Beteiligten vieles aus dem Tierreich und der Natur ab und übertragen es auf die Technik. Ein springendes Bionik-Känguru, eine Libelle oder Pinguine: Jedes Roboter-Wesen lotet die Möglichkeiten einer anderen Art der Fortbewegung aus.

WIE ECHT IST DER ROBOTER?

Für das „Abschauen“ aus dem Tierreich ist Nina Gaißert zuständig – und das klingt einfacher, als es ist. Denn wie gelingt den Ameisen diese effiziente Zusammenarbeit eigentlich genau? Wie berechnen sie, wer wann wie wo mit

anpackt? Welche Regeln machen diese viel zitierte Schwarmintelligenz zum Erfolgsmodell? Bevor ihre Kollegen beginnen, die Körper der Ameisen aus modernsten Materialien nachzubauen, wälzt Gaißert Bücher und Fachartikel. Wie eine Detektivin trägt die 35-jährige Biologin alles zusammen, was sie über die kleinen Tiere finden kann. „Manche Ameisen zählen Schritte“, weiß sie seither. Forscher haben das herausbekommen, indem sie deren Beine mit kleinen Holzstückchen verlängert haben. Prompt liefen die Ameisen weitere Strecken als vorher.

Solche Dinge sind Gaißerts Leidenschaft. Für ihre Promotion erforschte sie in Tübingen, wie Menschen Sinneseindrücke verarbeiten und wie das auf Roboter übertragen werden kann. Und dann redeten auf einmal alle über diesen Roboter-Vogel von Festo, der

so täuschend echt fliegt. Für Gaißert war klar: Da wollte sie hin. Sie erinnert sich noch gut an ihre erste Begegnung mit dem „Smartbird“, einer Art Möwe mit zwei Metern Spannweite, auf einer Messe in Birmingham: „Der sieht so echt aus, dass er sogar von anderen Möwen angegriffen wurde“, schwärmt sie. Danach habe nur eine Frage im Raum gestanden: Was ist noch faszinierender als der Vogelflug? „Ganz klar die Libelle“, sagt Gaißert begeistert. „Sie kann jeden einzelnen Flügel ansteuern, sie ist einer der besten Flieger überhaupt.“ So begann ihr erstes eigenes Projekt.

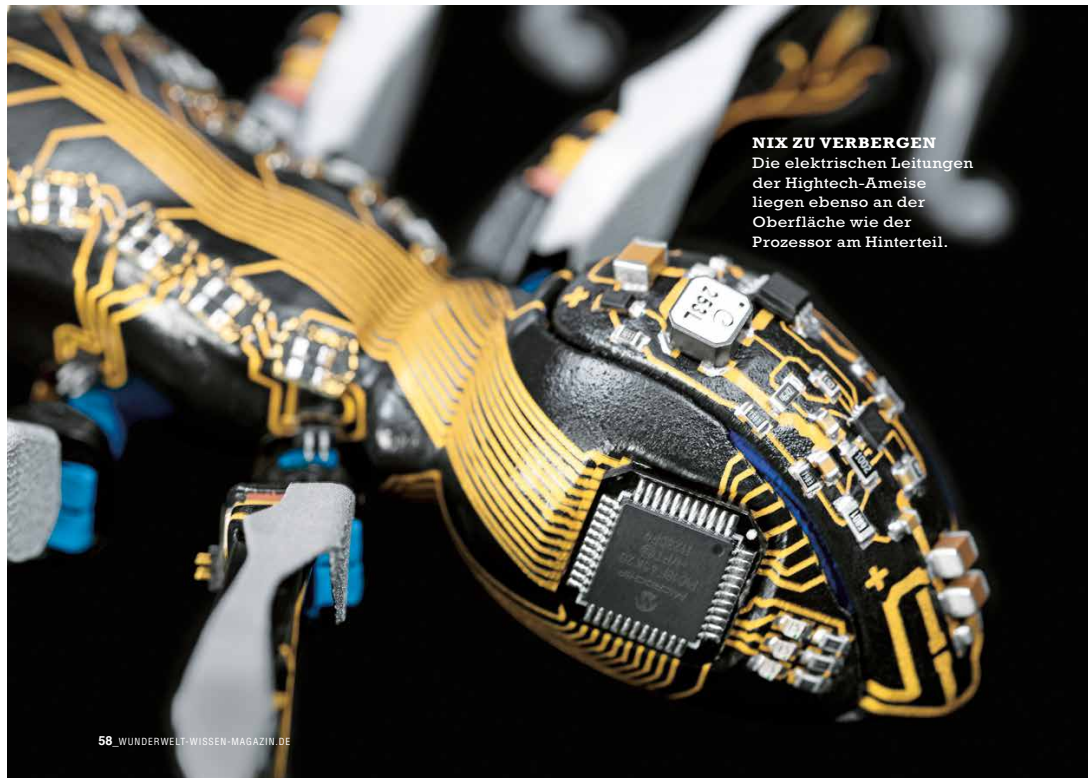
WER IST DAS HIRN DES TEAMS?

Das war 2011. Seither ist die Biologin Teil der kleinen Festo-Bionikfamilie – und nach Chef Elias Knubben, 40, inzwischen schon die →



„WUNDERWELT WISSEN“ VOR ORT

Festo-Forscherin Nina Gaißert (re.) erklärt WUWI-Reporterin Eva Wolfangel, wie das Bionic Learning Network arbeitet. Unter Bionik versteht man das Übertragen von Phänomenen aus dem Tierreich und der Natur auf die Technik.



NIX ZU VERBERGEN
Die elektrischen Leitungen der Hightech-Ameise liegen ebenso an der Oberfläche wie der Prozessor am Hinterteil.

WUNDERWERK AMEISE

„ANT“ steht sowohl für das natürliche Vorbild als auch für „Autonomous Networking Technologies“. In jeder Ameise sind zahlreiche Technologien kombiniert. Die künstlichen Insekten wurden 2015 vorgestellt. Drei Stück gibt es davon, jede Ameise ist 13,5 Zentimeter lang, 4,3 Zentimeter hoch und 15 Zentimeter breit.

RINGLEITUNG

Hier herrscht eine permanente Spannung von 300 Volt.

FUNKMODUL

Zur Kommunikation der Ameisen untereinander.

LADESCHALTUNG

Konstante Umwandlung von 8,4 Volt auf 300 Volt, die für die zahlreichen Biege-wandler notwendig sind.

CORTEX-M4-PROZESSOR

Übernimmt die Datenverarbeitung.

FÜHLER

Sie dienen zum Aufladen der Akkus.

3-D-STEREOKAMERA

Mit ihr weiß die Bionic ANT immer, wo sie ist.

PIEZOKERAMISCHE BIEGEWANDLER

Bewegen der Greifzangen.

OPTISCHER SENSORCHIP

Erfassung der zurückgelegten Strecke anhand der Bodenstruktur.

PIEZOKERAMISCHE BIEGEWANDLER

Schubbewegung in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung, Anheben und Senken des Beins.

AKKUS

2 LiPo-Zellen seriell
8,4 Volt, Laufzeit:
bis zu 40 Minuten.

100

Produktneuheiten pro Jahr und über 2900 Patente: Erfinderreichtum aus dem Ländle.



DENK-ZENTRALE

Festo hat weltweit 18.700 Mitarbeiter in 250 Niederlassungen. Die Zentrale sitzt in Esslingen am Neckar.



2014
„BIONIC KANGAROO“

Wie sein natürliches Vorbild kann das Robo-Känguru beim Springen Energie zurückgewinnen, speichern und effizient im nächsten Sprung wiedereinbringen.

80

Zentimeter weit und bis zu 40 Zentimeter hoch springt der ein Meter große Känguru-Roboter.



2013
„BIONIC OPTER“

Wie eine Libelle kann das ultraleichte Flugobjekt die vier Flügel einzeln ansteuern und so in alle Richtungen manövrieren, auf der Stelle fliegen und sogar segeln.

Älteste im Team. Bereits seit den Neunzigern interessiert sich das Unternehmen für Bionik, 2006 wurde schließlich das Bionic Learning Network gegründet. Die junge Gruppe wirkt in dem Unternehmen wie pubertierende Teenager, die alles mal ausprobieren: fliegende, schwimmende, krabbelnde Viecher mit künstlicher Intelligenz, schwebende Kugeln und greifende Rüssel. Passend dazu hat das Büro der Gang etwas von einem Jugendzimmer auf dem elterlichen Dachboden. In einer Art Atrium der modernen Festo-Zentrale steht ein zwei-stöckiger Würfel, wie ein Container auf dem Schulhof einer zu klein gewordenen Schule. Unten ist die Cafeteria, darüber thront das Bionikteam in einem Büro, eng, klein, voll-gestopft. Zu ihren Füßen sitzen Kollegen anderer Abteilungen mit Laptops an Besprechungstischen, manche davon in kleinen Glaskästen. Hier wirkt es fast ein bisschen googelig.

Aber schon auf dem Weg zur Kantine durch Produktionshallen, vorbei an Männern im Blaumann mit Tattoos, ändert sich die Atmosphäre. Festo beschäftigt sich vor allem mit Drucklufttechnik (Pneumatik), mit Maschinen, die in den großen Hallen entstehen. Dass es dort kleine, innovative Abteilungen gibt, dringt nicht zu allen über den Zaun hinaus, der das Gelände in Esslingen umgibt. Höchstens, wenn Bundeskanzlerin Angela Merkel wie im Frühjahr mal vorbeischaute. Während Otto Normalbürger mit dem Namen Festo kaum etwas verbindet, kennen ihn in der Roboterszene ziemlich viele. Und US-Entwickler bestaunen das Festo-Team fast wie Popstars.

AMEISEN -TEAMWORK

„Schau, hier verläuft der Piezodraht“, demonstriert Mart Moerdijk seiner Kollegin die Grundlagen der Ameisenbewegung, die einer kleinen Revolution gleichkommen. Bisher hat niemand mit Piezodraht einen Roboter zum Laufen gebracht. Piezos sind ein relativ neues Antriebskonzept, bei dem durch Anlegen einer Spannung Metall verformt wird. Die eingesetzten sogenannten Biegeumformer lassen sich präzise ansteuern, arbeiten energiearm und

GREIFEN MIT GEFÜHL
Der Greifer ist 80 Prozent leichter als bisherige Modelle. Das ermöglicht das Festhalten empfindlicher Objekte.



ELEFANTENRÜSSEL: SANFTER GREIFARM

Der „Bionische Handling-Assistent“ hat einen Elefantenrüssel als Vorbild, der sich in alle Richtungen frei bewegen kann. Wie ein echter Elefantenrüssel, der durch Muskeln bewegt wird, ist auch sein Roboter-Pendant weich und nachgiebig. Er wird per Druckluft bewegt. Sein Greifer orientiert sich an einem anderen Tier: Im Aussehen an die Schwanzflosse eines Fisches erinnernd umhüllt er Objekte sanft, um sie zu greifen. Er wird bald in der Lebensmittelindustrie eingesetzt – alle anderen Roboter fügten den Äpfeln mit ihrem festen Griff Macken zu. Der Assistent wurde 2010 mit dem Deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet.

führen auch schnelle Bewegungen aus. Außerdem sind die „ANT“ genannten Robo-Ameisen mit einer kleinen Kamera, einem optischen Sensor, wie der einer Computermaus, und einem Funkmodul ausgestattet. Dank dieser Infrastruktur lernen die Ameisen selbst, wie sie sich am effizientesten fortbewegen. Die zweite Neuheit sind aufgedruckte Leiterplatten, die Schaltung der elektronischen Bauteile – auch die hat Festo als Erster auf unebenem Untergrund wie einem überdimensionalen Ameisenrücken verlegt. Setzt man die Tiere zusammen auf eine Spielfläche und gibt ihnen die Aufgabe, ein Stück Plastik von A nach B zu transportieren, sprechen sich die Ameisen untereinander ab. Eine allein schafft es nicht, sie ruft die nächste per Funk zur Hilfe und teilt ihre Position mit. Gemeinsam entscheiden sie, →



SIMULATION
Im Virtual-Reality-Labor lassen sich Luftströme exakt berechnen. Die Erkenntnisse überträgt Festo auf sein Kerngeschäft: die Entwicklung pneumatischer Ventile.

„REGELBASIERTE SCHWARM-INTELLIGENZ IST DIE INDUSTRIE DER ZUKUNFT.“



BIOLOGIN NINA GAISSERT



„AQUAJELLIES“

Sie bestehen aus einer durchsichtigen Halbkugel, einem Körper, der u. a. den Antrieb enthält, und acht Tentakeln für die Fortbewegung.

**QUALLEN:
TEAMPLAYER**

Sie sind nicht glitschig, gleiten aber wie ihr natürliches Vorbild scheinbar mühelos durchs Wasser. Dafür sorgen die Tentakel der „AquaJellies“, die von einem elektrischen Antrieb im Körper gesteuert werden. Jedes Gerät entscheidet selbst, was es als Nächstes tut – abhängig von der Stellung des Antriebs, aber auch von der Nachbarqualle.

80

Zentimeter beträgt die maximale Entfernung, in der die Hightech-Quallen miteinander kommunizieren können.



IDEEN MIT PLAN

Forscherin Nina Gaißert (re.) mit Nadine Kärcher und Mart Moerdijk.

wer mit welcher Kraft an welcher Stelle ziehen oder schieben muss: Dank der Sensoren und der Kamera kennen sie ihre gegenseitigen Positionen und können berechnen, welche Bewegungen nötig sind. In diesem Fall ist das keine künstliche Intelligenz, kein maschinelles Lernen, sondern regelbasierte Schwarmintelligenz – erforscht von Nina Gaißert. Wozu das Ganze? „Das ist die Industrie der Zukunft“, sagt Gaißert, „Maschinen werden intelligent und flexibel, sie stimmen sich ab.“ Industrie 4.0 steht über den aktuellen Projekten, auch der ganz neuen Greifkugel, die sich dank künstlicher Intelligenz selbst im Raum orientieren kann und beispielsweise Sensordaten aufnehmen könnte (s. Kasten). Aber die Anwendung steht an zweiter Stelle, sagt Teamleiter und Designer Elias Knubben: „Uns geht es erstmal darum, zu zeigen, was geht.“

Die Ideen für die Innovationen entstehen ganz unterschiedlich. Im Fall der Ameisen sei eine andere Abteilung auf das Team zugekommen – macht doch mal was mit Piezo, das ist gerade so „in“. Ein andermal habe eine studentische Arbeitsgruppe ein Projekt entworfen. Die besten Ideen bekommt das Team aber auf der jährlichen Hannover Messe, die in diesem Jahr von US-Präsident Barack Obama eröffnet wurde. In den Wochen davor herrscht Ausnahmezustand, denn die Bionik-Cracks wollen selbst für Aufruhr sorgen. Das Feedback am Stand, die fast manische Stimmung auf der

Industrie-Schau – all das treibt das Team zu kreativen Höchstleistungen an. Aus rund zehn Ideen destilliert sich so ein Projekt heraus, das dann innerhalb eines Jahres umgesetzt und wieder auf der nächsten Hannover Messe präsentiert wird, der Marketingeffekt ist nicht zu unterschätzen.

WAS HAT DIE FIRMA DAVON?

Immer mal wieder finden Elemente aus der Bionikabteilung Eingang in die reguläre Produktion, so wie der Elefantenrüssel, der bald in der Lebensmittelbranche eingesetzt wird (s. Seite 61). Aber nach einem Jahr lässt das Team seine Babys los. Das ist die Regel: jedes Jahr ein neues Projekt. Nur eines der Tiere aus der Vergangenheit verlangt regelmäßig nach Aufmerksamkeit: Im Verwaltungsgebäude schwimmen die Quallen, das Projekt von 2008, in einem Pool im Eingangsbereich. Auch sie stehen für kollaboratives Verhalten und sollen Festos Ambitionen in Richtung Industrie 4.0 symbolisieren. Sie kommunizieren untereinander, welche Qualle wann zu einer der Magnetspulen im Becken schwimmt um sich aufzuladen. „Theoretisch sollte das alles selbst laufen, so dass kein Mensch mehr eingreifen muss“, sagt Gaißert. Theoretisch. Praktisch fischt das Team immer mal wieder eine aus dem Becken und lädt sie auf, indem sie sie in die Nähe einer Magnetspule bringt. Wenn Kinder selbstständig werden, muss man eben doch mal nachjustieren.



2016

„3D COCOONER“

Brandneu, Teil 1: Ein Faden wird in der Spinndüse mit einem Spezial-Harz ummantelt und in eine feste Gitterstruktur verwandelt. Anschließend härtet UV-Licht die mit Harz getränkte Faser aus und stabilisiert sie.



2016

„FREEMOTION HANDLING“

Brandneu, Teil 2: eine autonom fliegende Kugel. Sie ist mit Helium gefüllt und von einem Karbonring mit acht Propellern umgeben. Mit einem Indoor-GPS kann man sie navigieren. Ein Greifer in der Kugel ist der Zunge eines Chamäleons nachempfunden und stülpt sich über Gegenstände, die die Kugel greifen, mitnehmen und zu einem anderen Ort transportieren soll.

FOTOS: RAINER KWOTKE/ZEITENSPIEGEL REPORTAGEN (7), FESTO (8)