

# Spring 2014 Woche 2

## PROJEKT ZUKUNFT 2007 09 23

Das hier ist ein ganz besonderer Propeller, der die bisher gängigen in den Schatten stellt. Entwickelt wurde er in Berlin und was es mit ihm genau auf sich hat, das erfahren Sie gleich bei uns, Herzlich Willkommen zu Projekt Zukunft, Ihrem Wissenschaftsmagazin auf DW-TV. Unsere Themen in der Übersicht:

Fliegen über dem Wasser - Ingenieure entwickeln das Segelboot der Zukunft;  
Die Kunst des Kletterns - ein Chamäleon im Dienst der Wissenschaft; und  
Die Intelligenz der Roboter - gemeinsam sind sie stark.

Unser erster Film nimmt uns mit aufs Meer, auf ein Segelboot. Wir reden hier aber nicht von irgendeiner Jolle, sondern es geht um den Traum vom Fliegen - den nämlich hat ein Franzose, gepaart mit der Leidenschaft fürs Segeln und einem Sinn fürs Tüfteln. Und wer das alles hat, verwirklicht - allen Widrigkeiten zum Trotz - seinen Traum:

### HYDROPTER

Vor der bretonischen Küste im Atlantik. Mit knapp 80 Stundenkilometer fliegt ein katamaranähnliche Segelboot über die See. Der Hydropter. An Bord Alain Thébault. Mit Hilfe seiner Segelcrew und renommierten Wissenschaftlern hat er seinen Supersegler verwirklicht.

**Alain Thébault** " Es ist ein Traum von mir. Ich wollte schon immer mit einem Boot fliegen!"

1995 pflügen Alain und seine Crew mit dem ersten großen Prototypen durch den Atlantik. Alles klappt, sie fliegen! Doch dann der Schock! Bei einer Ausfahrt knickt der Hydropter plötzlich ein. Eine der Tragflächen bricht, sie hält den enormen Kräften nicht stand. Der Hydropter geht fast unter - und mit ihm Alains Traum vom Fliegen.

Doch Alain Thébault gibt nicht auf. Nach dem Rückschlag tüftelt der Franzose weitere Jahre. Er baut einen neuen Prototyp und dann endlich, zehn Jahre nach der Havarie im Atlantik, wird sein zähes Durchhalten belohnt. Im Februar 2005 fliegt der neue Hydropter von Calais nach Dover über den Kanal. In nur 34 Minuten. Damit ist die Crew schneller als der Erstbezwinger Luis Blériot vor hundert Jahren mit dem Flugzeug. Doch das Team will noch mehr und sucht Unterstützung bei Wissenschaftlern, die sich mit schnellen, leichten Seglern auskennen: Ihre Wahl fällt auf die Spezialisten, die auch schon an dem Schweizer Segelstolz "Alinghi" Hand anlegten. Die Ingenieure aus Lausanne behalten nicht nur die Flügel des Bootes genau im Blick. Sie optimieren die komplette Aerodynamik des Seglers und sorgen so für maximale Geschwindigkeit. Die Form der Schwimmer und der Querträger soll weder Luft noch Wasser eine allzu große

Angriffsfläche bieten. Als die Forscher ihren virtuellen Hydropter mit sehr hoher Geschwindigkeit segeln lassen, entdecken sie gefährliche Effekte.

**Dany Moyon, Ingenieur, Technische Hochschule, EPF Lausanne** "Es kann Luft am Flügel entlang unter Wasser gezogen werden. Das reduziert die Kräfte, die das Boot fliegen lassen und es fällt zurück auf's Wasser. Das kann dramatische Auswirkungen haben für das Boot und für die Besatzung."

Auch das richtige Material entscheidet über die Schnelligkeit des Seglers und die Sicherheit der Crew. Leichtes Carbon ist extrem stabil - wenn Kleber, Kunststoff und Kohlefasern richtig gemischt sind. Im Labor wird bis an die Bruchgrenze getestet. Damit das nicht auf dem Atlantik passiert, gleicht der Hydropter heute einem fliegenden Labor. Gespickt mit 70 Sensoren.

**Alain Thébault, Segler und Konstrukteur** "An den ganzen strategischen Punkten gibt es Messsensoren: Hier, oder hier und auf der anderen Seite auch. Wir dürfen nicht zu schnell fahren, denn wir sind genau an der Grenze zum Unbekannten. Und dann wissen wir zu wenig, welche Kräfte auf das Boot wirken."

Der Mast wird bei voller Fahrt mit etwa 50 Tonnen belastet und jeder Flügel mit etwa 20 Tonnen. Alains Team riskiert alles. Mit Höchstgeschwindigkeit jagen die Männer über den Atlantik. Sie wollen nicht nur fliegen, sondern auch die schnellsten Segler der Welt werden. Voller Einsatz 83 Kilometer pro Stunde Das ist Weltrekord! Doch Alain träumt gleich weiter.

**Alain Thébault,** "Jules Verne spricht von 80 Tagen, doch mein ultimativer Traum ist es, in vierzig Tagen um die Welt zu segeln. Auf einem großen Hydropter."

Alain Thébault hat sein neues Boot schon vor Augen. Fast doppelt so groß, damit ihn auf seiner Welttour nichts aufhält.

Zuschauerfrage "Hypnose" (Zuschauer Nr. 1620, Gerald Arabin, Riehen, Schweiz: ) 0:09 SOT

Jetzt sind Sie dran - unsere Zuschauerfrage führt uns in den Bereich des Unterbewußten - und sie kommt aus der Schweiz:

**Einsteinchen:** "Hallo. Schön, dass Sie wieder da sind. Also das sind ja wieder sehr spannende Fragen, die Sie uns da gestellt haben."

Gerald Arabin aus Riehen will wissen: Wie funktioniert Hypnose?

Einschlafen durch Fingerschnippen. Umfallen auf Befehl. Herumtrampeln auf unschuldigen Studiogästen. Hypnose, das ist doch alles nur Show, denken viele. Stimmt aber nicht. Hypnose funktioniert wirklich. Etwas Vertrauen vorausgesetzt, dann lassen sich die meisten Menschen in den entspannten Zustand zwischen Wachen und Schlafen führen. Das Unbewusste ist jetzt besonders empfänglich für innere Bilder. An der Nase herumführen lassen sich Hypnotisierte aber nur bis zu einem gewissen Punkt. Keiner tut, was er nicht auch bei vollem Bewusstsein täte.

Mord auf Befehl unter Hypnose können sie also getrost vergessen. Besonders gut funktioniert Hypnose gegen Schmerzen. Der Zahnarzt bohrt, und das Gehirn bemerkt den Reiz, interpretiert ihn aber ganz anders. Zum Beispiel als Meeresrauschen. Einfach wunderbar, und das ganz ohne Spritze. Übrigens: Die da klatschen, sind nicht hypnotisiert.

**Einsteinchen:** Wenn Sie auch eine Frage haben, dann schreiben Sie uns, über die Internetseite [dw-world.de/projekt-zukunft](http://dw-world.de/projekt-zukunft). 1:46 Bis demnächst. Und denken Sie daran: Wichtig ist, das man nicht aufhört zu fragen.

Diese Frage ist die Gewinner-Frage der Woche und dafür gibts unsere Einsteinchen-DVD, auf der Einsteins Theorien sehr unterhaltsam erklärt werden. Wenn auch Sie etwas wissen wollen aus Wissenschaft oder Natur, dann wenden Sie sich an uns: Auf unserer Internetseite [dw-world.de/projekt-zukunft](http://dw-world.de/projekt-zukunft) finden Sie eine Art Fragebogen. Wenn Sie den ausfüllen, haben Sie die Chance, daß IHRE Frage in unserer Sendung beantwortet wird, und Sie dann auch unsere Einsteinchen-DVD gewinnen. Und wenn Sie mehr über die Themen der Sendung wissen wollen, dann kommen Sie ebenfalls zu uns ins Internet.

### **DURCHSICHTIGE TIERE**

Chameleons und Ratten haben auf den ersten Blick nur wenig gemeinsam: Die einen sind Reptilien, die vor allem für ihre Farbwandlungsfähigkeit bekannt sind, die anderen sind Nager, die als intelligent gelten. Beide allerdings sind gute Kletterer - wenn sie es auch ganz unterschiedlich machen. Und genau das interessiert die Forscher: Ratten und Chameleons sollen helfen beim Bau eines speziellen Roboters - der allerdings eine besondere Zungenfertigkeit NICHT haben wird:

Leon hat Hunger - und zeigt, warum man ihn auch "Wurmzüngler" nennt. Biologin Cornelia Krause hat alle Hände und Pinzetten voll zu tun, um ihren Schützling satt zu kriegen - denn Leon, das Chamäleon muss bei Kräften bleiben -- für seinen großen Auftritt im Dienst der Wissenschaft. Auch Hinz und Kunz, die beiden Ratten, müssen für das Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie der Uni Jena bald ran - und Mitarbeiter André Schmidt übt sich wieder einmal im "Ratten einpacken". Auf das, was Romy Peterson unterdessen für die Tiere vorbereitet sind sie hier besonders stolz: Eine Röntgenanlage wie weltweit keine Zweite, ein High-Tech-Gerät, mit dem Ratten und Chamäleon der Wissenschaft neue Wege zeigen sollen.

Auch für Leon heißt es daher nun "Abschied nehmen" vom vertrauten Klettergarten - und ab in die Kiste. Das Ganze relativ gemächlich. Deutlich flotter geht die Klappe zu bei Hinz und Kunz und dann geht's gemeinsam ab zum Einsatzort. Knapp 10 Minuten tragen sie nun ihre Schützlinge zu Fuß durch die Innenstadt Richtung Uni-Klinik.

Wo Romy Peterson noch letzte Hand anlegt. Einrichten der Lampen, dann ist die leistungsfähigste Röntgenvideoanlage der Welt bereit. Mit ihrer Hilfe wollen die Wissenschaftler nun Leon und seinen Ratten-Kollegen im wahrsten Sinn des Wortes unter die Haut schauen - und hoffen, so dem Geheimnis ihrer ganz speziellen Kletterkunst auf die Spur zu kommen. Leon kennt die Szenerie und lässt sich geduldig auf die Holzkonstruktion der Wissenschaftler setzen, bereit zu zeigen, was er kann. Cornelia Krause dreht nun langsam die Kurbel, die dünne Stange bewegt sich und Leon beginnt zu klettern, bleibt aber immer genau vor dem mit minimaler

Strahlenbelastung arbeitenden Röntgenschirm. Genau da wollen ihn die Kletter-Forscher haben. Die einmalige Kombination von Röntgenanlage und Kameras, die bis zu 1000 Bilder pro Sekunde aufnehmen können, ermöglichen den Wissenschaftlern bislang ungeahnte Einblicke in das Innere des Tieres - Leon wird durchsichtig. Vor allem die hohe Auflösung versetzt die Forscher in Entzückung. Jede Bewegung der Gliedmaßen, jedes Zusammenspiel der einzelnen Skeletteile wird deutlich sichtbar. Leon hat inzwischen Gefallen an der Forschung und klettert immer weiter. Die Bewegungen des kleinen Reptils untersuchen sie in Jena aus einem ganz bestimmten Grund. Die Zoologen und Evolutionsbiologen wollen ein bekanntes Problem erforschen: Je steiler es beim Klettern aufwärts geht, umso näher rückt der Körper an die Unterlage und umso schwerer wird die kontrollierte Bewegung von Armen und Beinen. Die Natur löst dieses Problem mit unterschiedlichen Verfahren, die aber beruhen auf ähnlichen Prinzipien - Und genau die können die Kletter-Forscher der Natur nun abschauen - dank der neuen Technik.

**Martin S. Fischer, Evolutionsbiologe Uni Jena** "Das Platzieren, selbst beim Chamäleon, die letzten Momente sind sehr, sehr schnell. Die können wir jetzt auflösen und können dann verstehen, wie sich die Kräfte bei diesem Greifen zum Beispiel entwickeln. Zuvor hatten wir nichts anderes als GREIF und jetzt sehen wir GREIF-EN. Wir sehen die tatsächliche Bewegung, wir sehen vor allen Dingen auch im Bereich der Wirbelsäulenbewegung hochaufgelöst, wie zwischen einzelnen Wirbeln das Spiel ist, was sich bewegt und so weiter."

Dann beginnt die Feinarbeit. Um jede noch so kleinste Aktion zu analysieren, setzen sie in jedes Einzelbild per Computer Punkte und ziehen Linien, dort, wo sich Gelenke drehen, Kräfte ansetzen und Bewegungsmuster erkennen lassen. Einen künstlichen Kletterer wollen sie entwickeln, einen Roboter für Tunnel, Schächte, Röhren, der nach den Prinzipien seiner tierischen Vorbilder funktioniert.

**Martin S. Fischer,** \* Dieses Forschungsprojekt hat ja eine klare Anwendung. Es wird ja gefördert, damit wir einen Kletterroboter innerhalb von drei Jahren im Prototyp entwickeln. Das heißt unsere Industriepartner wollen von uns ganz gezielt Informationen über die Konstruktion eines Kletterroboters. Das ist für uns sehr gut, weil wenn das abgefragt wird, dann konzentrieren wir uns natürlich stärker noch auf diese Punkte: Also das Prinzipielle des Kletterns und das Anwendungsbezogene."

Nach einem harten Arbeitstag hat Leon endlich wieder reale Äste statt einem Holzstock unter seinen Füßen. Er hat Pause - nun müssen die Kollegen ran.

Einsatz für Hinz und Kunz, die beiden Ratten. Inmitten der gleichen Technik, aber mit anderem Versuchsaufbau. Hinz klettert auf einem Seil schräg nach oben. Das Prinzip des "Krallenkletterns" folgt anderen Gesetzen - - und so setzt André Schmidt seine Ratten geduldig immer wieder von oben nach unten, damit seine Schützlinge Dank des rund 1,5 Millionen Euro teuren Forschungsgerätes ihr Innerstes nach Außen kehren. Im Nebenraum sehen die Forscher nun, was Chamäleon und Ratte klettertechnisch unterscheidet - wie Hinz und Kunz, je nach Steigung, verschiedene Strategien einsetzen, um optimal nach oben zu kommen. Der Roboter soll diese Biologie des Kletterns kopieren, um dann in Zukunft sicher wie ein Chamäleon und

schnell wie eine Ratten in engen Versorgungstunneln oder Kabelschächten vor an zu kommen.

Der Tag war lang und irgendwann wird auch die härteste Ratte müde - das Seilklettern fällt Hinz zunehmend schwerer. Doch die Biologen aus Jena sind zufrieden, ihre Schützlinge haben im Dienst der Wissenschaft alles gegeben. Und schon bis Jahresende wollen die Kletter-Forscher Ratten und Chamäleon einen aller ersten technischen Prototypen zur Seite stellen - einen künstlichen Kollegen für Hinz und Kunz und Leon.

### **STUDIOGESPRÄCH mit Rudolf Bannasch, TU Berlin**

**DW-TV:** Das ist ein Paradebeispiel für die Wissenschaft der Bionik, der Verschmelzung von Biologie und Technik, die genau so etwas macht, nämlich die Patente der Natur für uns Menschen nutzbar zu machen. Rudolf Bannasch, Sie sind Bioniker, ist denn die Natur genial? **Rudolf**

**Bannasch:** Die Natur ist insofern genial, als sie auf allen Ebenen gleichzeitig optimiert, vom Molekularen bis zu den großen mechanischen Abläufen, aber auch in der Kommunikation und Wechselwirkung der Organismen und da können wir eine Menge lernen.

**DW-TV:** Sie lehren Bionik an der Technischen Universität in Berlin, haben aber vorher 14 Jahre lang als Biologe geforscht. Was macht den Zwitter zwischen Technik und Biologie für Sie so interessant?

**Rudolf Bannasch:** Für mich ist es einfach die Konsequenz aus jahrelanger Arbeit mit Tieren, aus der Begeisterung der Bewegung und der Anatomie, aus dem Verständnis heraus jetzt den Ansatz zu finden, diese Dinge in technische Konzepte umzusetzen und Nutzen aus dieser Forschung zu ziehen. Wenn Sie Pinguine, einen Vogel haben oder jetzt so ein Klettertier, das möchten wir auch können, das möchten wir umsetzen, das möchten wir nutzen und da liegt ein besonderer Spaß drin, aber auch eine große Chance.

**DW-TV:** Ein Beispiel für diesen Spaß und diese Chance ist ja dieser Propeller, den Sie entwickelt haben. Was ist das besondere an ihm?

**Rudolf Bannasch:** Ja dieser Propeller ist nun praktisch ein idealer Vogelflügel. Der ist abgeschaut von den aufgefächerten Handschwingen der Vögel, die damit den Wirbelwiderstand an den Spitzen reduzieren. Das heißt für uns, die praktische Nutzung ist vor allen Dingen, dass wir einen besseren Wirkungsgrad kriegen. Außerdem können wir die Geräuschemission reduzieren und ganz leise Propeller bauen. Das ist, denke ich, eigentlich eine gute Aussicht, leisere Computer zu haben, leise Lüfter, Klimaanlage usw. Da können wir eine Menge tun in der jetzigen Zeit.

**DW-TV:** Für Sie und uns interessant ist ja die Sprache der Delphine. Über viele, viele Kilometer kommunizieren die Tiere mit Sonarlauten. Was hat denn der Bioniker den Delphinen abgeschaut?

**Rudolf Bannasch:** Die Technik hat bisher große Probleme, Informationen unter Wasser zu über-tragen. Die Funkwellen funktionieren im Wasser nicht. Man ist auf Akustik angewiesen, aber die funktioniert eben auch nur unter Umständen, weil da sehr viel Rauschen im Meer ist und es gibt Reflexionen, Halleffekte usw. Die Delphine haben sich angepasst, sie können also kom-munizieren, Daten sozusagen übertragen, wo wir Menschen bisher nicht weiterkommen. Der Trick, den die Delphine haben, ist, dass sie singen und dieses Singen löst eine Menge Probleme der physikalischen Art, weil wir versuchen in der Technik immer schmalbandiger, also genaue Frequenzen einzustellen und die gehen über mehrere Oktaven hoch und runter. Und hier war der Versuch, solche Geräte zu bauen. Modems, praktisch singende Modems, und dann diese Signale nach technischen Gesichtspunkten zusätzlich zu modellieren. Das ist uns gelungen und wir haben

kolossale Erfolge damit. Wir können damit in den schwierigsten Umgebungen arbeiten!

**DW-TV:** Wofür wird es denn benutzt schon?

**Rudolf Bannasch:** Erste Einsätze sind zum Beispiel im Tsunamifrühwarnsystem vor Indonesien. Da laufen gerade noch die abschließenden Tests für die Großanwendung und dann für die Steuerung von Unterwassergerätschaften in der Meeresforschung, unter dem Eis, in der Antarktis oder in der offshore-Technik, die in Tiefen von über 1000 Metern bis 3000 Metern geht und wo Installationen auf dem Meeresboden sind, die dann auch kontrolliert werden müssen. Die Fischerei und viele andere Anwendungen, da reißt der Faden lange nicht ab!

**DW-TV:** Also es gibt noch viel zu tun und viel zu erzählen für uns fürs nächste Mal. Rudolf Bannasch, erst einmal herzlichen Dank für Ihren Besuch!

**Rudolf Bannasch:** Vielen Dank!

Bionik ist ein weites Feld. Die Schwarm-Robotik zum Beispiel gilt als Zukunftsmodell für viele Aufgaben. Forscher haben sich die Frage gestellt, was etwa Ameisen so intelligent macht - die einzelne Ameise ist es sicherlich nicht. Erst der Verbund läßt die simplen Individuen zu einem schlaun Kollektiv werden. Und was Ameisen oder auch Bienen können, sollte auch für kleine Roboter kein Problem sein:

## **SWARM BOTS**

Was hier entsteht ist Intelligenz. Shervin Nouyan ist Wissenschaftler am Zentrum für künstliche Intelligenz in Brüssel. Er baut Roboter. Das hier ist sein s-bot. Er ist klein - und ziemlich primitiv: Seine Stärke: er ist nicht allein. Über 30 baugleiche Kollegen haben die Forscher am Institut entwickelt: einen Roboter-Schwarm. Heute sollen die s-bots zeigen, was sie können. Die Aufgabe ist erst mal einfach: die Roboter sollen zu einer gelben Lichtquelle navigieren. Allerdings müssen sie dafür ein Hindernis überwinden: einen zwei Zentimeter hohen Hügel aus Wellpappe. Die s-bots schaffen den Hügel ohne Probleme allein.

Aber das war erst der Anfang. Jetzt wird es schwieriger: der neue Hügel ist höher. Vier s-bots sind jetzt im Team. Die Roboter haben das Ziel angepeilt. Jeder versucht es erstmal auf eigene Faust. Aber der Hügel ist zu steil: alleine würde der Roboter umkippen, das sagt ihm sein Sensor. Jetzt ist Teamwork gefragt. Mit seiner Bordkamera kann der s-bot die Signale seiner Kollegen erkennen. Ein s-bot hat auf Rot geschaltet - das Zeichen für die anderen, sich mit ihm zu verbinden. Gar nicht so leicht, denn vorn am Greifer hat der s-bot kaum Sensoren. Aus den einzelnen s-bots ist jetzt ein Kollektiv geworden - ein Schwarm. Gemeinsam ist der Hügel kein Problem mehr.

Bei der nächsten Aufgabe müssen die Roboter zeigen, was sie als Team wirklich drauf haben. Sie sollen den roten Roboter, die "Beute", zum blauen bringen, dem "Nest". Die Roboter starten auf einer zufälligen Position. Wo Nest und Beute sind, wissen sie nicht - sie suchen nur nach dem blauen Licht. Zwei haben das Nest gefunden. Jetzt wird es spannend: die Roboter müssten Pfade bilden - indem sie einen konstanten Abstand zu ihrem Nachbarn einhalten. Es funktioniert. Jeder nimmt seinen Platz ein - und zeigt dies den anderen durch einen Farbwechsel. Irgendwann trifft

der Pfad auf die rote Beute. Dann startet das Transportprogramm. Zwei Roboter sind mindestens nötig, um die Beute zu bewegen. Aber das ist schwieriger als es aussieht. Die Roboter haben sich ineinander verhakt: nichts geht mehr.

Die Wissenschaftler müssen den Versuch neu starten. Da die Roboter nur einfache Regeln befolgen, läuft der Versuch jedes Mal anders ab. Und manchmal funktioniert es eben nicht. Es geht los. Blaues Nest finden, Pfad bilden und dann auf die rote Beute stoßen. Keiner der Roboter überblickt das ganze Spielfeld. Jeder erfasst nur seine unmittelbare Umgebung. Die rote Transportformation setzt sich in Gang. Jetzt müssten die anderen Kettenmitglieder Platz machen, damit die Beute zum Nest transportiert werden kann. Das Kollektiv löst die Aufgabe. Der Schwarm ist mehr als die Summe seiner Einzelteile. Auch wenn es erst ein bescheidener Anfang ist - hier entsteht Schwarmintelligenz.

Ziel dieser Forschung ist es zum Beispiel, daß Roboter-Schwärme Ölfälle auf See bekämpfen oder sogar ferne Planeten erkunden. Das wars für heute von uns - nächste Woche in Projekt Zukunft erwarten Sie wieder viele spannende Themen - hoffentlich sind Sie wieder dabei, wir freuen uns, tschüß.