



Roboter-Konstrukteur Levandowski mit autonomem Motorrad, Konkurrenz-Mobile, „Sandstorm“: Tüftler und Besserwisser sollen richten, woran

ROBOTER

# Führerlos durchs Tal des Todes

Mit einer Million Dollar will das Pentagon denjenigen Tüftler belohnen, dem es gelingt, mit einem Roboter die Wüste zwischen Los Angeles und Las Vegas zu queren. Nun treten bizarre Techno-Gefährte und umgebaute Familienkutschen gegeneinander an. Ihr Hauptproblem: die Geschwindigkeit.

Als die Pentagon-Strategen für den Krieg der Zukunft nach Roboter-Autos suchten, die unberührt von eines Menschen Hand durch die Wüste pflügen können, da machten sie eine ernüchternde Erfahrung: Teuer ist der militärisch-industrielle Komplex, und er taugt wenig.

Bis zum Jahr 2015, das hat der US-Kongress vor drei Jahren beschlossen, soll ein Drittel aller bodengebundenen Kriegsfahrzeuge von Robotern gelenkt werden, Aufklärer ebenso wie Nachschubtransporter für die Front. Millionen hat das Pentagon schon für die Technik ausgegeben. Aber was die Ingenieure von Firmen wie Lockheed Martin oder Northrop Grumman in fast 15 Jahren Arbeit vorführten, war kläglich: Die Computer-Vehikel krochen so langsam, dass Jogger sie überholen konnten, und waren deshalb kaum kriegstauglicher als die fragilen Mars-Rover.

Was tun? Noch mehr Millionen investieren? Andere Firmen beauftragen? Einfach warten? In der Bedrängnis taten die Militärs etwas Ungewöhnliches: Sie riefen das Volk an die Werkbänke. Tüftler und Besserwisser, Studenten und Professoren sollen nun richten, woran die Erbauer von „Stealth“-Bombern, „Smart Bombs“ und Atom-U-Booten gescheitert sind.

Vor einem Jahr hat Darpa, der experimentierfreudige Forschungsarm des Pentagon, den „Grand Challenge“-Wettbewerb

gestartet. So sollen kreative Köpfe angezapft werden, die sich nie für Militärforschung hergegeben hätten. Eine Million Dollar Siegesprämie lockt. Derjenige Roboter-Konstrukteur erhält sie, dessen Geschöpf als Erstes selbständig gut 300 Kilometer weit von Los Angeles quer durch die schroffe Mojave-Wüste bis nach Las Vegas fährt. Das allein wäre nicht so schwer, aber der Automat muss überdies Tempo machen: Er hat höchstens zehn Stunden Zeit für die anspruchsvolle Strecke im „Death Valley“. Menschliche Chauffeure könnten sie nicht sehr viel schneller bewältigen.

Jetzt naht der Tag der Wahrheit: Am 13. März um 6.30 Uhr in der Frühe fällt der Startschuss.

Von ursprünglich 106 Teams sind noch 24 im Rennen. Ein umgebautes Buggy geht an den Start, ein dreiachsiger Militärlaster und die Robo-Version eines Kawasaki-Vehikels vom „Team Phantasm“. Hobby-Gelehrte sind unter den Bewerbern, mehrere Universitäten, einige Firmen, sogar Schüler: Eine Gruppe Jugendlicher der Palos-Verdes-High-School aus einem Vorort von Los Angeles hat einen Honda zum Roboter umgebaut. Die Eltern, viele davon Professoren oder Ingenieure in der Hightech-Industrie, halfen.

Das Feld wird markiert von zwei Extremen – von Anthony Levandowski und William („Red“) Whittaker. Levandowski hat

vor lauter Arbeit schon lange nicht mehr durchgeschlafen, über 100 000 Dollar investiert und eine Firma („Robotic Infantry“) gegründet, mit der er auf Folgeaufträge der Militärs hofft.

Der lange Kerl ist 23 Jahre alt, Student an der Berkeley-Universität und führt in seiner Garage ein Team von 19 Leuten an, die sich, wie sie haben einsehen müssen, an einem Projekt äußersten Größenwahns erproben: an einem autonomen Off-Road-Motorrad, das nicht nur seinen Kurs bestimmen und Erdlöcher meistern soll, sondern dank eines stabilisierenden Gyroskops obendrein selbst das Gleichgewicht hält. Ein Motorrad, findet Levandowski, sei einem Auto überlegen, weil es wendiger und robuster sei. Dass es leicht umfällt, schreckt ihn nicht, denn wegen einer Spezialmechanik könne es sich jederzeit wieder selbst aufrichten, während ein umgekipptes Auto verloren sei.

Whittaker, 55, hingegen ist ein Roboter-Veteran. Der Professor hat schon 65 Vollautomaten gebaut. Sie haben in der Antarktis nach Meteoriten gesucht, sind durch die Tschernobyl-Ruine gekrochen und haben Minen ausgekundschaftet, einer ist sogar in einen aktiven Vulkan gekrabbelt. Der Ex-Elitesoldat hat seine Experti-

Weitere Informationen unter  
www.spiegel.de/dossiers

**SPIEGEL**  
**ONLINE**



REDTEAM

die Erbauer von „Stealth“-Bombern und „Smart Bombs“ gescheitert sind

se und die Arbeitskraft Dutzender Studenten mit dem Geld mächtiger Sponsoren kombiniert – und für mehr als zwei Millionen Dollar „Sandstorm“ geschaffen, ein Monstrum von einem Fahr-Roboter. Der ausgemusterte Hummer der US-Streitkräfte, Baujahr 1986, hat sich verwandelt in einen feuerroten Hightech-Prototypen.

Am vorvergangenen Wochenende ließen beide Teams ihre Gefährte Probe fahren. Fahrerlos wirbelte Sandsturm in der Wüste von Nevada Staub auf, folgte bei hohem

Tempo einer kurvigen Sandpiste und wich selbständig Hindernissen aus – nur einem nicht: So etwas Schmales wie einen Pfosten (oder einen Menschen) können Sandstorms Sensoren oft nicht erfassen, und darum machte der Robo-Hummer Kleinholz. Seine Betreuer waren zufrieden.

Auf einer Wiese bei San Francisco hingegen unterzog Levandowski seinen Motorrad-Roboter einer Bewährungsprobe. Er ließ die Maschine los, sie beschleunigte, das Vorderrad steuerte mal nach links, mal nach rechts, um das Gleichgewicht zu halten, dann geriet sie ins Torkeln und fiel um. So ging das stundenlang. Im Team brach Jubel aus, als die längste Fahrt erst nach acht Sekunden im Crash endete. „Wir arbeiten nicht an der leichtesten Lösung“, erläuterte Levandowski, „sondern an der besten.“

Whittaker und sein „Red Team“ gelten vielen als die Favoriten, aber auch ihnen ist der Sieg nicht gewiss. Das Problem bei diesem Rennen, sagt Whittaker, sei das Tempo. „Alles wird schwieriger mit der Geschwindigkeit.“ In den Höhlen Afghanistans haben langsame US-Robo-

ter schon nach Bin Laden gesucht. Sehr langsame Roboter erkunden derzeit den Mars. Sie alle tasten sich ganz vorsichtig voran. Was aber Sandsturm können muss, das ist noch keiner Maschine gelungen.

Mit bis zu 70 Stundenkilometern wird Sandsturm über unebenes Gelände brettern. Felsen oder Gräben könnten die Crossfahrt des rasenden Roboters abrupt beenden. Heftige Erschütterungen rütteln an Sensoren und Elektronik. Der Aufbau mit den Computern und ihren empfindlichen Festplatten ruht zwar vibrationsarm auf speziellen Stoßdämpfern, aber auch sie können nicht jeden Schlag abfangen. Und je schneller der Roboter durch die Wüste jagt, desto weniger Zeit haben die Computer, die Sensor-Informationen auszuwerten, um angemessen zu reagieren.

„Die Maschine kann noch nicht alle Sensoren zu einem Modell ihrer Umgebung kombinieren“, sagt Whittaker. Die zwölf Bordprozessoren – die schnellsten, die Intel herstellt – sind ein Drittel zu langsam. Oft geben Radar, Laser und Kameras widersprüchliche Informationen: In einer Staubwolke zum Beispiel müsste der Rechner wissen, dass er auf die Kameraauswertung verzichten sollte. Manchmal führen zu viele Sensoren zu Info-Brei.

Selbst halbwegs intelligente Roboter bleiben strukturell dumm. David van Gogh, 36, ist der Teamleiter von Caltechs „Bob“, einem 50000-Dollar-Robo-Chevrolet. Neulich fuhr Bob in der Wüste Probe. Das Gefährt kam an ein Hindernis, erkannte es mit seinen Kameras, Lasern und Radar-Scannern und wich aus. Es fuhr einen Bogen, kam wieder an das Hindernis und wich erneut aus. Und so fuhr Bob wieder und wieder im Kreis und hätte so weitergemacht bis zum letzten Tropfen Sprit. Trotzdem findet van Gogh: „Wir können gewinnen.“

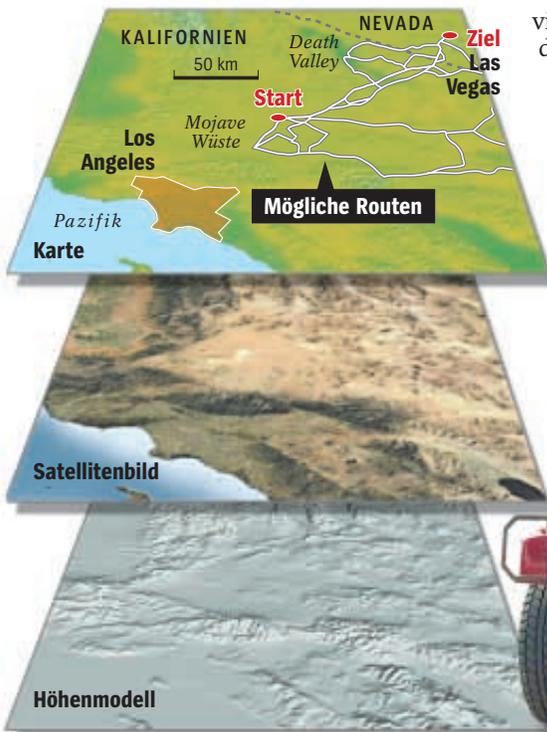
Erst zwei Stunden vor Beginn des Rennens wird Darpa den Teilnehmern die Route verraten. Der fahrbare Korridor durch die Wüste wird teils mehrere Kilometer breit sein, teils kaum drei Meter eng. Die Teams werden eilig eine für ihre Gefährte optimale Route nach Las Vegas berechnen.

Um erfolgreich zu sein, muss ein Roboter wie Sandsturm drei Aufgaben meistern:

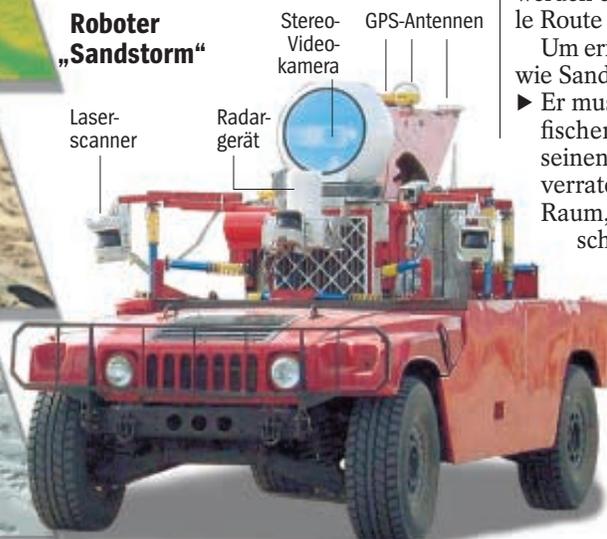
- ▶ Er muss wissen, wo er ist. Seine geografischen Koordinaten bekommt er von seinen GPS-Empfängern. Spezialgeräte verraten ihm seine genaue Stellung im Raum, etwa seinen Neigungswinkel. Er schreibt seine Position auf einer internen Karte fort und fährt im Prinzip die programmierte Route exakt ab.
- ▶ Mit Hilfe seiner Sensoren muss er Hindernisse erkennen und interpretieren, etwa den Unterschied zwischen einer Sandaufschüttung und einer unüberwindlichen Mauer.
- ▶ Ein Planungsprogramm muss nötigenfalls eine alternative

## Die Roboterrallye

Durch das Überlagern verschiedener Landschaftsinformationen entsteht ein komplexes 3D-Modell. Mit Hilfe von GPS, Radar, Laserscanner und Kamera orientiert sich so z. B. der Roboter „Sandstorm“ im Gelände.



Roboter „Sandstorm“



DER SPIEGEL

# Rapunzel bis Regenzeit

Im Internet wächst eine gewaltige Enzyklopädie als Werk von Freiwilligen heran. Tausende arbeiten erfolgreich zusammen – ohne Lohn und ohne Aufsicht.

Route finden. Sandsturm etwa wird für jeden Quadratmeter um sich herum eine Analyse vornehmen und abwägen: Welches Gelände ist mit den wenigsten Risiken behaftet? Wo kann er schnelles Tempo wagen, wo nicht?

„Wer die beste Karte hat“, sagt Whittaker, „der gewinnt.“ Und niemand im Darpa-Rennen hat bessere geografische Informationen als er. Whittaker hat Studenten in die Wüste geschickt, die nach besonderen Hindernissen wie Treibsand, Strommasten, Gleisen, Felsen und Gräben suchen mussten. Er hat von kommerziellen Satelliten Aufnahmen bestellt und am Ende das gesamte Terrain von einem Flugzeug aus abfotografieren lassen.

Jetzt hat er eine Karte mit einer Auflösung von weniger als einem Meter. Kleinere Hindernisse – Bäume, Kakteen, Masten – muss Sandsturm entweder erkennen und ihnen ausweichen oder sie abtiefeln lassen. Stark genug ist er mit seinen mehr als 2,5 Tonnen Kampfgewicht.

Umweltschützer haben sich beim Pentagon schon früh über die hereinbrechende Robo-Armada beschwert. Auf der Renn-



Roboter des „Team Phantasm“  
Der Tag der Wahrheit naht

strecke leben bedrohte Wüsten-Schildkröten. Jetzt müssen Dutzende Biologen vor dem Wettrennen den Parcours ablaufen und die Tiere evakuieren.

Wie viel akute Gefahr den Reptilien droht, ist indes sehr fraglich. Kurz vor dem Rennen müssen sich die Roboter in einem Hindernis-Testlauf qualifizieren. Für Zweirad-Levandowski und viele andere wird dies das Ende sein. Falls keiner der Renn-Roboter bis nach Las Vegas vorstößt, wird Darpa den Preis in 18 Monaten noch einmal ausloben. Und in Zukunft will Darpa solche Wettbewerbe auch in anderen technischen Disziplinen veranstalten.

Denn für das Pentagon ist das Rennen schon jetzt exzellent gelaufen: Die Militärs haben auf diese Weise fast umsonst von Dutzenden Teams ausschaltbare Ideen, Baupläne und Testdaten abgeerntet, für die sie bei Boeing & Co. viel Geld hätten bezahlen müssen.

MARCO EVERS

Ist das nicht ein Rezept für ein sicheres Debakel? Man stelle ein leeres Lexikon ins Internet und bitte die Besucher um Beiträge. Jeder darf hineinschreiben, was er will. Jeder darf obendrein in die Artikel der anderen Autoren hineinschreiben, was er will. Und was ist das Ziel? Ein Nachschlagewerk, das es eines Tages mit dem Großen Brockhaus aufnehmen kann. Vermessener geht es kaum. Man erwartet den Informationswert einer Wand im Bahnhofsklo.

Ein Besuch bei der Netzadresse www.wikipedia.org offenbart, wie es um das Unternehmen steht. Die „Wikipedia“ wächst rasant. Die englische Ausgabe umfasst bereits gut 200 000 Artikel; bei der deutschen sind es mehr als 50 000 (de.wikipedia.org). Rund 200 neue Beiträge kommen hier jeden Tag hinzu. Und wahrhaftig, es handelt sich großteils um solides Weltwissen. Tausende Freiwillige tragen es zusammen; unentwegt sind sie am Schreiben und Redigieren.

Der Besucher findet hier nun kundige Aufsätze über den HipHop, die Relativitätstheorie und den lange verkannten Porzellanpionier Ehrenfried Walther von Tschirnhaus. Er wird aufgeklärt über die Physik der Seifenblasen und auch sonst alles, was wissenschaftlich sein mag zwischen Ingwer und Iowa, zwischen Rapunzel und Regenzeit.

All die Helfer, so scheint es, arbeiten still vor sich hin in einem wundersamen Reich der selbst verfertigten Aufklärung. Wo bleiben die Vandalen, die Eiferer, die Narren? Es gibt sie, aber fast immer wird der Schaden flugs wieder repariert. Erscheint irgendwo Unfug, so kann der nächstbeste Passant – und davon gibt es viele – den Text umstandslos korrigieren. Die öffentliche Enzyklopädie ist ein selbstheilender Organismus.

Selbst wenn ein Unhold hundert Artikel verwüstet, sind sie allesamt mit einem Knopfdruck wiederherstellbar. Denn sämtliche Versionen werden aufbewahrt; der Leser kann zurückblättern bis zum Urtext. Das ist fast die einzige Vorsorge gegen die Verwahrlosung. Und viel mehr ist offenbar auch nicht nötig.

Die Online-Enzyklopädie verursacht darum kaum Kosten; dem Publikum ist sie gratis zugänglich. Der US-Unternehmer Jimbo Wales stellt die nötigen Netzrechner zur Verfügung. Die Software stammt von



Online-Artikel aus der „Wikipedia“  
Jeder Besucher darf einfügen, streichen oder korrigieren