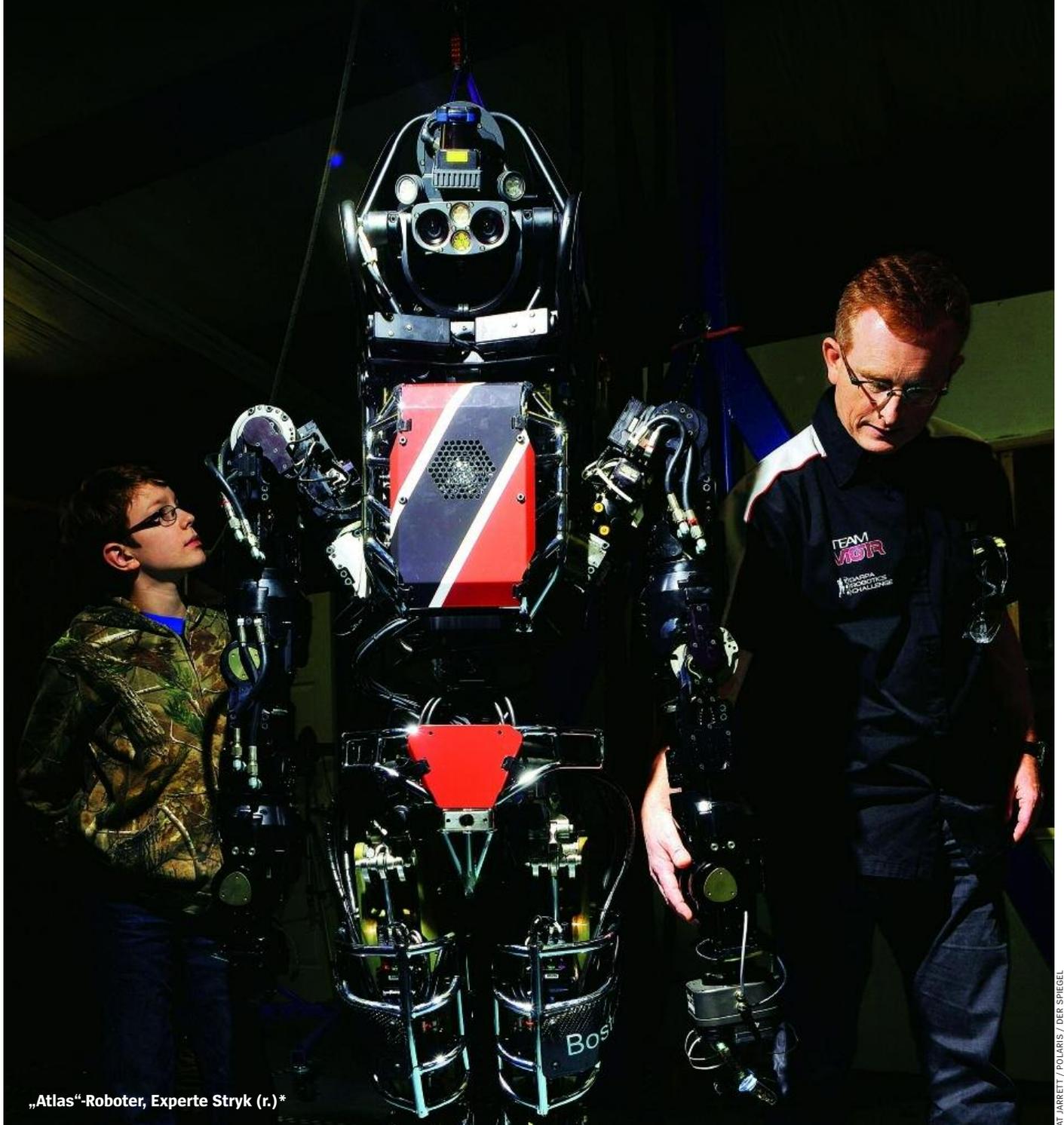


AUTOMATEN

# Meisterschaft der Robocops

In Florida treten 17 Rettungsroboter gegeneinander an: Sie sollen Schutt wegräumen, Wände durchbrechen, Leitern erklettern – ein Test für den Katastrophenfall der Zukunft. Doch noch stolpern und schwanken die humanoiden Gestalten.



„Atlas“-Roboter, Experte Stryk (r.)\*

PAT JARRETT / POLARIS / DER SPIEGEL

Wie ein Stück Vieh hängt „Atlas“ an einem Haken. Schlaff baumeln die metallenen Gliedmaßen an seinem Rumpf.

Dann kommt plötzlich Leben in den 150-Kilo-Roboter. Die Hydraulik jault, auf dem Kopf blinkt eine orangefarbene Lampe, im Gesicht rotiert ein dosenförmiger Laserscanner. Langsam beugen sich die Knie, behutsam setzt Atlas seine beiden Plattfüße auf den Boden.

Jetzt beginnt das Gerät zu wanken. Wie in Zeitlupe vollführt Atlas drei Tripelschritte, dann hat er eine Rampe erreicht. Hinter einer Schutzwand aus Plexiglas verfolgt eine Schar Forscher, wie der Roboter das Hindernis mit seinem Laser abtastet.

Schließlich wagt Atlas einen Schritt die Schräge aufwärts, dann einen zweiten und einen dritten. Den vierten Tritt aber setzt er gefährlich schief, belastet den schlechtplatzierten Fuß – und stürzt. Ein Sicherheitsseil brems den Fall; am Ende hängt Atlas wieder am Haken.

Sieht so der Beginn einer neuen Ära aus? Die Atlas-Forscher glauben es.

Noch sind es nur Tests, die der von der Firma Boston Dynamics entwickelte Roboter absolvieren muss. Seinen großen Auftritt wird er erst Ende dieser Woche haben, wenn er in Florida beim Wettbewerb der Rettungsroboter zeigen soll, was er kann. Peinliche Pannen wie ein falscher Tritt dürfen da nicht passieren.

„Fehler sind zum Lernen da“, sagt Jesse Hurdus, der Projektleiter des ViGIR-Roboterteams. „Vi“ steht dabei für „Virginia“ und „G“ für „Germany“ – denn deutsche Experten sind mit von der Partie, sie kommen von der TU Darmstadt.

„Wettbewerbe spornen an, und sie zwingen uns, konkrete Probleme anzupacken“, sagt Oskar von Stryk. Der 49-jährige Robotik-Experte ist aus Deutschland angereist: zum Trainingscamp in einem Lagerstuppen am Stadtrand von Christiansburg im US-Bundesstaat Virginia.

Am Anfang des „Robotics Challenge“-Wettbewerbs stand die Katastrophe von Fukushima. Es wurmte die Entwickler, wie hilflos die Roboter damals durch das verstrahlte Reaktorgebäude irrten. Orientierungslos kurvten sie im Dampf umher, Kabel brachen, der Kontakt ging verloren.

Eine solche Blamage, erklärten die Strategen der amerikanischen Rüstungsbehörde Darpa, dürfe sich nicht wiederholen. Deshalb ersannen sie einen Katalog von acht Aufgaben, die Roboter künftig bewältigen müssen, um fit für den Notfall zu sein (siehe Grafik).

Ventile zudrehen, Schläuche anschließen, Schutt wegräumen – es sind scheinbar einfache Dinge, wie sie im Katastrophenfall gefordert sind. Doch jeder herkömm-

liche Roboter ist damit hoffnungslos überfordert. Am nächsten Wochenende soll sich beim Familientreffen der Robocops zeigen, ob es die besten Teams der Welt geschafft haben, ihren Kreaturen diese Fähigkeiten beizubringen.

Sieben Atlas-Klone werden dann auf einer Rennstrecke nahe Miami um die Wette stapfen. Die Leistung der konkurrierenden Teams besteht darin, die Software zur Auswertung der Sensordaten und Steuerung der insgesamt 28 Gelenke zu schreiben.

Zusätzlich gehen zehn Eigenkreationen verschiedener Forscher und Firmen an den Start. Adrette Roboastronauten, glubschäugige Muskelhumanoiden, hangelnde Affenautomaten, staksige Insektenmaschinen: Erwartet wird ein Bestiarium, als handelte es sich um ein Casting für die nächste „Star Wars“-Trilogie.

Während nun der Countdown läuft, stöhnen die Teams über den engen Zeitplan. „Wir haben unseren Roboter erst im Sommer bekommen“, sagt Stryk. „Ihn bis zum Wettkampf einsatzfähig zu machen – das wird eng.“ Es könne sein, dass viele der Widersacher ebenso jämmerlich versagen wie beim ersten großen Roboterturnier der Darpa.

Damals, vor knapp zehn Jahren, bestand die Aufgabe darin, mit vollautomatischen Fahrzeugen einen Parcours in der Mojave-Wüste zu bewältigen. Viele der Kombattanten verpatzten schon den Start. Die meisten anderen steckten nach wenigen Metern mit heulenden Motoren in Zäunen oder Böschungen. Kein einziges Gefährt kam dem Ziel auch nur nahe.

Trotzdem war das Spektakel in der Wüste mehr als nur ein Wettrennen irrlichternder Robomobile: Es markierte den Beginn einer rasanten technischen Erfolgsgeschichte. Schon im Jahr darauf bewältigten fünf Fahrzeuge die mehr als 200 Kilometer lange Strecke. Und der Sieger hat inzwischen für Google ein Automodell entwickelt, das bereits über 800.000 Kilometer unfallfrei durch den amerikanischen Verkehr gefahren ist.

Auch dieses Mal hofft die Darpa, mit ihrem

Wettbewerb einen Impuls für die Industrie zu setzen. Die gestellten Aufgaben zu lösen sei „schwierig, aber nicht unmöglich“, sagte Darpa-Programmanager Gill Pratt der Zeitschrift „IEEE Spectrum“ – genau die richtige Herausforderung, „um die Robotik voranzutreiben“. Denn so wie seinerzeit die autonomen Autos, so stünden heute die Roboter an der Schwelle zu einer Ära, in der Maschinen neue Aufgaben übernehmen sollen.

Haupteinsatzgebiet von Robotern ist bisher die Industrie. Große, kräftige und teure Ungetüme vollführen dort hochspezialisierte Arbeiten. Von Menschen sind sie durch Absperrungen getrennt. Mit den intelligenten Humanoiden, wie man sie aus Hollywoodfilmen kennt, haben sie nichts gemein.

Inzwischen jedoch wächst in den Entwicklungslabors eine neue Spezies von Robotern heran: Kleiner, leichter und flexibler, sollen sie ihren menschlichen Kollegen in der Fabrik echte Partner sein. Bei Berührungen schrecken sie zurück, und Federn machen ihre Gelenke so nachgiebig, dass man sie nicht mehr ein-

zäunen muss. Die Darmstädter haben die Firma Bionic Robotics gegründet, um billige Automatenkumpel für die herstellende Industrie zu bauen. Der amerikanische Konkurrent Rethink Robotics ist schon einen Schritt weiter: Humanoid „Baxter“ hat gelernt, eine Kaffeemaschine zu bedienen.

Überhaupt werden die jetzt entstehenden Maschinen ihren Erschaffern zunehmend ähnlicher. Inspiriert ist dies weniger von Science-Fiction-Filmen als vielmehr von ganz praktischen Erwägungen: Längst denken die Entwickler über einen Einsatz von Robotern in Haushalt und Pflege nach. Und je weiter die Maschinen in den Alltag vordringen, desto mehr erweist sich eine menschenähnliche Gestalt als nützlich: Knöpfe, Türklinken und Werkzeuge sind für den Gebrauch durch Menschen konstruiert; eine Maschine, die damit umgehen will, sollte deshalb dem Menschen möglichst ähnlich sein.

Von der Vorstellung völlig autonomer Automaten haben sich viele Forscher vorerst verab-

## Moderner Achtkampf

Aufgaben im Darpa-Roboter-Wettbewerb



**Fahren** eines Buggys über einen Hindernisparcours



**Gehen** über unebenes Gelände



**Klettern** auf siebenstufiger Leitertreppe



**Wegräumen** leichter Gegenstände



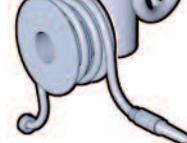
**Öffnen** verschiedener Türen



**Durchbrechen** einer Leichtbauwand mit einem Akkubohrer

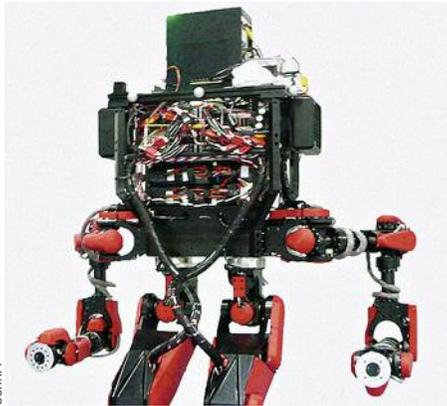


**Schließen** von Ventilen

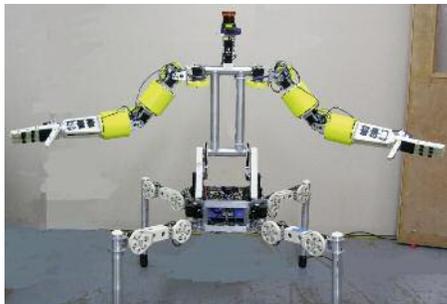


**Abrollen und Anschließen** eines Schlauchs

\* Bei einer Demonstration vor Schülern in Christiansburg, Virginia.



SCHAFT



NASA / JSC

**Kontrahenten des Roboterturniers\*:** *Bestiarium* wie aus einem Casting für „Star Wars“

schiedet. Lieber sprechen sie von „assistierter Autonomie“: Wenn ein Roboter nicht klarkommt, soll er um Hilfe bitten. Stryk kann sich vorstellen, dass künftig regelrechte Callcenter für Roboter entstehen, in denen ein menschlicher Pannendienst einem Heer maschineller Dienstboten hilft, die Tücken des Alltags zu bewältigen.

Auch beim Wettbewerb in Florida werden die Forscher mit ihren Automaten kommunizieren dürfen. Allerdings ist der Datenverkehr beschränkt und schwankend – so wie bei echten Katastrophen.

Und oftmals bringt sogar Hilfestellung die Menschmaschinen nicht viel weiter: Noch stellt sich Atlas beim Robotraining in Christiansburg recht unbeholfen an. Unentschlossen rudert er mit den Armen und setzt beim Laufen nur stockend Fuß vor Fuß. Bei jedem Handgriff, den ihm die Ingenieure beibringen wollen, zeigt sich, wie komplex selbst einfachste menschliche Handlungen sind.

Eine der Turnieraufgaben besteht darin, unebenes Terrain zu überqueren. Für einen Zweibeiner stellt dabei jede Bodenwelle, jeder Spalt und jede Schwelle eine Herausforderung dar. Unermüdlich tastet der Roboter den Untergrund mit Fischaugenkameras und Laserscanner ab, um zu errechnen, wohin er wie am besten seinen Fuß setzen sollte. Und selbst dann weiß er noch nicht: Ist der Untergrund hier elastisch, körnig oder weich?

Bisher bewegt sich Atlas nur sehr langsam. Das liegt daran, dass sich sein Körper stets im statischen Gleichgewicht befindet. Das macht es einfacher, die Bewegung zu kontrollieren, dauert aber lange.

Der Mensch dagegen läuft anders: Er lässt sich einfach nach vorn fallen und fängt sein Gewicht im nächsten Schritt stets wieder auf. Noch basteln die Darmstädter Forscher daran, ihrem Atlas auch diese Form der Bewegung beizubringen.

Recht gut klappt die nächste Aufgabe: Sirrend justiert der Roboter seinen Arm, dreht dann das Handgelenk, bis der Winkel stimmt. Schließlich packt er zu und greift eine Bohrmaschine. „Das ist nicht so einfach, wie es aussieht“, erklärt Stryks Mitarbeiter Stefan Kohlbrecher, 33. „Die Maschine darf nicht wackeln, wenn er bohrt. Außerdem muss sein Finger genau den Schalter treffen.“

Mehr Tücken bietet die wohl spektakulärste Prüfung: Atlas soll in eine Art Buggy steigen und das Gefährt durch einen Hindernisparcours manövrieren. Schon in der Simulation zeigt sich, dass der Roboter auf den glatten Kunststoffsitzen gefährlich ins Rutschen kommt. Er muss sich also während der Fahrt mit einer Hand am Chassis festhalten.

Beim Praxistest stellten die Forscher dann fest, dass der Roboter mit seinem sperrigen Hydraulikschwanz gar nicht hinter Steuer passt. Nun wird er vom Beifahrersitz aus ins Lenkrad greifen und dabei am Schalthebel vorbei das Gaspedal treten müssen.

„Manchmal hapert es an ganz banalen Dingen“, erzählt Kohlbrecher. Die Leiter

zum Beispiel, die Atlas besteigen soll, ist so schräg, dass er die Sprossen nicht greifen kann, ohne nach vorn zu kippen. Die Entwickler holten deshalb bei der Darpa die Erlaubnis ein, Atlas mit einer Ersatzhand auszustatten. An der Stelle raffiniert gesteuert Finger nutzt sie schlicht einen Haken.

Trotz aller Pannen sind die Darmstädter Robotiker zuversichtlich. Schließlich sind sie erfahren darin, mit den Widernissen des Automatenalltags klarzukommen. Und stets liefen sie im Wettkampf selbst zur Höchstform auf.

„Vor allem beim Aufbau vor Ort werden viele Teams Probleme kriegen“, prognostiziert Kohlbrecher. „Dort bleibt nur wenig Zeit, alles zum Laufen zu bringen.“

Bis zum Countdown in Miami werden alle raffinierten Ideen und ehrgeizigen Programmierpläne zurückgestellt. Jetzt geht es einzig darum zu verhindern, dass der eigene Atlas im entscheidenden Moment bockt.

Gleichsam als Mahnung läuft im Trainingslager stets dasselbe Video. Es zeigt, wie der Roboter beim Ergreifen der Bohrmaschine unvermittelt einen Luftsprung macht und dann in sich zusammenklappt: Die Programmierer hatten versehentlich einen Parameter falsch eingestellt. Deshalb glaubte die Maschine, sie halte ein tonnenschweres Gewicht in der Hand, das sie mit ihrem verzweifelten Satz auszugleichen versuchte.

Etwas bang verfolgen die Darmstädter die Erfolge ihrer Konkurrenten. Die japanische Firma Schaft demonstrierte bereits, wie ihr poppig roter Zweibeiner sämtliche Prüfungen bewältigt. Vorvergangene Woche berichtete dann die „New York Times“, dass Google im Rahmen einer großen Robotik-Offensive das japanische Start-up aufgekauft habe. Dass sie es nun auch mit dem Giganten aus Mountain View aufnehmen müssen, betrachtet Stryk als besondere Herausforderung. Aber das Atlas-Team aus Florida und der filmreife Nasa-Roboter „Valkyrie“ gelten ebenfalls als Favoriten.

Es entspannt die Darmstädter ein wenig, dass sie nicht unbedingt Platz eins erringen müssen – es reicht, unter die ersten acht zu kommen: Den Statuten des Wettbewerbs gemäß können diese mit weiterer Finanzierung belohnt werden, um dann in einem Jahr erneut gegeneinander anzutreten.

Fehlerfrei, so viel ist sicher, wird der Atlas des deutsch-amerikanischen Teams den Parcours nicht absolvieren. Es bleibt die Hoffnung, dass möglichst viele der Konkurrenten noch schlimmer straucheln werden.

JOHANN GROLLE



**Video: Die Rettungsroboter in Aktion**

spiegel.de/app512013rettungsroboter oder in der App DER SPIEGEL

\* Humanoid des japanischen Teams Schaft, Hexapod „Chiron“ aus Salt Lake City, Vierbeiner „Buddy“ aus Colorado, Roboastronaut „Valkyrie“ der Nasa.