



Roboterarm

Roboter sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken: Automatische Staubsauger und Rasenmäher oder der Greifarm am Müllfahrzeug rufen heute kaum noch Erstaunen hervor. Eine besondere Rolle kommt den Robotern aber auch in der Erforschung des Weltraums zu. Als verlängerter Arm des Menschen im All können Roboter, wie z.B. Curiosity auf dem Mars, auf Himmelskörpern landen, sie erkunden und so die Erschließung unseres Sonnensystems weiter voranbringen.

Einen Roboterarm, wie er auch – natürlich viel größer – auf der Internationalen Raumstation ISS im Einsatz ist, untersuchen die Schülerinnen und Schüler im DLR_School_Lab Neustrelitz. Sie erforschen seine Funktionalität, steuern ihn über einen Computer und programmieren mit ein wenig Erfahrung einfache Bewegungsabläufe, die das System dann automatisch ausführt.

Roboterarm

Roboter im DLR

Im DLR-Institut für Robotik und Mechanik in Oberpfaffenhofen wird an der Entwicklung von Robotern für die unterschiedlichen Anwendungen gearbeitet. Vornehmlich geht es dabei um ihren Einsatz in der Raumfahrt. Hier werden Roboter benötigt, die Aufgaben erledigen können, die für den Menschen zu schwierig oder zu gefährlich sind. Beim Bau von Raumstationen, Reparatur- und Räumarbeiten im Weltraum und Erkundungsmissionen auf weit entfernten Himmelskörpern sind sie heute unentbehrlich.

Auf der Testanlage EPOS (European Proximity Operations Simulator) wird beispielsweise erforscht, wie Satelliten, deren Energiereserven verbraucht sind, im Weltraum gegriffen, instand gesetzt und in der erforderlichen Lage gehalten werden können.

Das wohl spektakulärste Robotik-Projekt im DLR ist derzeit ein humanoider Roboter namens Justin. Das besondere an ihm ist sein „Fingerspitzengefühl“. In seinen Händen sind viele Sensoren eingebaut, die ähnlich funktionieren wie die Nerven in einer menschlichen Hand. So kann ihm gefahrlos die Hand gegeben werden – ohne befürchten zu müssen, dass er sie zerquetscht. Sogar Weingläser kann Justin halten, Ketchup dosiert aus einer Flasche drücken und wie ein Kellner servieren. Dabei wird der Roboter nicht mehr ferngesteuert, sondern ist so programmiert, dass er selbstständig Sprachbefehle verstehen und ausführen kann.



DLR-Roboter Justin

©DLR



Roboterarm der Testanlage EPOS

Bedeutung von Robotern in der Raumfahrt

Roboter werden in der Raumfahrt nicht ohne Grund eingesetzt. Im Vergleich zum Menschen hat ihr Einsatz im Weltraum erhebliche Vorteile. Sie müssen weder mit Lebensmitteln noch mit Sauerstoff versorgt werden. Das spart logistischen Aufwand und Transportkosten. Ein Roboter benötigt zum „Überleben“ lediglich ausreichend Energie. Sie wird in den meisten Fällen durch Akkumulatoren, die mittels Solarzellen aufgeladen werden, bereitgestellt. Ist dies gesichert, ist der Roboter rund um die Uhr einsatzfähig, wohingegen Menschen zwar auch sehr ausdauerfähig sein können, aber zwischendurch immer wieder Erholungsphasen benötigen. Die Roboter werden so gebaut, dass sie unempfindlich gegenüber den lebensfeindlichen Bedingungen im Weltall sind. Menschen, die sich außerhalb eines Raumfahrzeuges befinden, benötigen einen sogenannten EVA-Anzug (extra-vehicular activity). Dieser versorgt den Astronauten oder Kosmonauten mit Sauerstoff, schützt vor starker Kälte und Hitze sowie Strahlung und gleicht den nicht vorhandenen Luftdruck aus. Ein EVA-Anzug ist damit ein eigenes kleines Raumschiff. Einem Roboter, wenn er dafür ausgelegt ist, machen all diese Extrembedingungen nichts aus. Das vereinfacht den Einsatz außerhalb des Raumschiffes erheblich. Besonders bei Langzeitmissionen sind Roboter von Vorteil. Solche Missionen führen meist

zu weit entfernten Himmelskörpern und dauern oft mehrere Jahre bis Jahrzehnte. Allein die Versorgung für Menschen über einen so langen Zeitraum wäre ein großes Problem. Zudem gibt es vermutlich nur wenige Menschen, die fast ihr gesamtes Leben vollkommen allein oder in einer kleinen Gruppe im Weltraum verbringen möchten und bei z. B. einer Krankheit komplett auf sich allein gestellt sind. Bei Robotern spielen diese Dinge keine Rolle. Sie können, solange sie funktionsfähig sind und genügend Energie haben, über Jahrzehnte hinweg ihre von der Erde aus gesteuerten Arbeiten ausführen und Daten senden. Wenn die Mission erfüllt ist oder der Roboter nicht mehr exakt funktioniert, kann er abgeschaltet und an seinem letzten Arbeitsplatz zurückgelassen werden. Das spart wiederum den Aufwand und die Kosten der Rückreise, wie sie für Menschen erforderlich wäre. Ein Sachverhalt, der gerade bei Weltraumrobotern Beachtung finden muss, ist die Signallaufzeit für seine Kommandierung bzw. Rückmeldung. Je weiter er von der Erde entfernt ist, desto mehr Zeit erfordert dies. Jeder kennt dieses Phänomen aus den Nachrichten im Fernsehen. Die Stelle des Roboters nimmt hier der Außenkorrespondent auf der anderen Seite der Erde ein. Auf gestellte Fragen antwortet dieser zeitlich verzögert einige Sekunden später. Dementsprechend muss die viel größere Signallaufzeit im Vergleich zum Korrespondenten bei allen Bewegungen und Aktionen des weit entfernten Weltraumroboters berücksichtigt werden.

Roboter im Einsatz

Ziel des Einsatzes von Robotern ist es, die Arbeit des Menschen zu erleichtern, gefährliche und monotone Tätigkeiten auszuführen und in Bereichen aktiv zu werden, in denen eine Arbeit für den Menschen nur unter erheblichen Einschränkungen oder gar nicht möglich ist. Dafür gibt es vielfältige Beispiele: der Roboterarm am Müllfahrzeug, der Schweißroboter im Maschinenbau, der Roboter beim Munitionsbergungsdienst, der Mähroboter oder auch der Rover bei der Planetenerkundung.



Roboterarm am Müllfahrzeug

Roboter in der Planetenforschung

Die bei der Erkundung fremder Planeten momentan gebräuchlichste Form von Robotern ist die des Rovers (fahrender Roboter). Ein Rover ist meist mit mehreren Kameras ausgestattet, sodass der Roboter bzw. das Kontrollzentrum sich „umsehen“ kann. Außerdem sind je nach Mission verschiedenste Messinstrumente, Apparaturen und Versuchsanordnungen auf ihm platziert. Der amerikanische Rover „Curiosity“ beispielsweise



Wie auf dem Mond – Test des deutschen Rovers LRU (Lightweight Rover Unit) auf dem Ätna

wurde von der NASA auf den Mars geschickt, um zu erkunden, ob dort Bedingungen für Leben existierten bzw. existieren. Dafür ist Curiosity unter anderem mit einem Bohrarm ausgestattet, der Bodenproben aufnehmen kann, um sie an Bord zu analysieren. Die Rover könnten allerdings in absehbarer Zeit Konkurrenz von sog. Robonauten (robotische Astronauten) bekommen. Bei ihnen handelt es sich um humanoide Roboteroberkörper wie beispielsweise der von Justin. Der Robonaut führt jedoch exakt die Bewegungen des ihn steuernden Menschen aus. Dadurch kann er so eingesetzt werden, als wäre ein Astronaut vor Ort, obwohl sich der Mensch tatsächlich auf der Erde befindet. Eine weitere Form von Weltraum-Robotern sind sog. „Crawler“ also Krabbler, die vom Aussehen her sehr an Käfer erinnern. Ihre sechs Beine ermöglichen es ihnen, sich auch auf unebenem Untergrund gut fortzubewegen. Das macht sie für die Erkundung fremder Planeten besonders geeignet.

Roboter im Alltag und auf der ISS

Roboter in der Form von Roboterarmen sind heute an vielen Stellen in der Industrie und im Servicebereich im Einsatz. Mittels dieser Technik wird den Menschen in Beruf und Alltag die Arbeit erleichtert und zudem die Produktivität gesteigert.

Auch an der Internationalen Raumstation ISS ist ein solcher Arm zu finden. Er ist der umfangreichste Beitrag Kanadas bei diesem Raumfahrtprojekt. Mit Hilfe des 17,6 m langen Canadarm2 werden z. B. Transportraumschiffe eingefangen und an die Raumstation angedockt, Außen-



Canadarm2 beim Erfassen eines Dragon-Raumschiffs

reparaturen durchgeführt oder Astronauten bei Außeneinsätzen bewegt.

Roboterarm im DLR_School_Lab

Eine kleinere Version eines solchen Roboterarms untersuchen die jungen Besucher im Schülerlabor in Neustrelitz. Dabei machen sie sich mit dem notwendigen



Computergesteuerter Roboterarm im DLR_School_Lab

Steuerprogramm auf dem Computer vertraut und erproben danach verschiedene Einsatzmöglichkeiten des Roboterarms, wie das Greifen, Abstellen oder Übergeben von Gegenständen. Mit ein wenig Erfahrung programmieren die Jugendlichen später einfache Bewegungsabläufe, die das System dann automatisch ausführt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, einen kleinen humanoide(n) Roboter mittels Fernsteuerung z.B. durch den Raum laufen oder etwas aufheben zu lassen sowie einen Linienvolger und einen Mini-Crawler in Aktion zu erleben.

Weiterführende Links

<http://www.dlr.de/rmc/rm/desktopdefault.aspx/tabid-8016/>



https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html



<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/canadarm2/default.asp>



http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Automation_and_Robotics/Automation_Robotics



http://esamultimedia.esa.int/multimedia/ESA_project_zero_gravity/ESA4-de.mp4



Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

DLR Neustrelitz

Der DLR-Standort Neustrelitz liegt etwa 100 Kilometer nördlich von Berlin im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Hier arbeiten über 70 Wissenschaftler, Ingenieure und Angestellte.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Standort sind den Themenbereichen satellitengestützte Erdbeobachtung, Navigation und Ionosphärenerkundung zugeordnet und gliedern sich in verschiedene Forschungsprogramme ein.

Hinweise zum Experiment:

Alter: 6 bis 12 Jahre

Gruppengröße: 5 bis 7

Dauer: 40 bis 60 Minuten

Inhaltlicher Bezug: Mechanik, Technik, Informatik



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**

DLR_School_Lab Neustrelitz

Kalkhorstweg 53
17235 Neustrelitz

Telefon: 03981 237 862
oder 03981 480 220
Telefax: 03981 237 783
E-Mail: schoollab-neustrelitz@dlr.de

www.DLR.de/dlrschoollab/neustrelitz