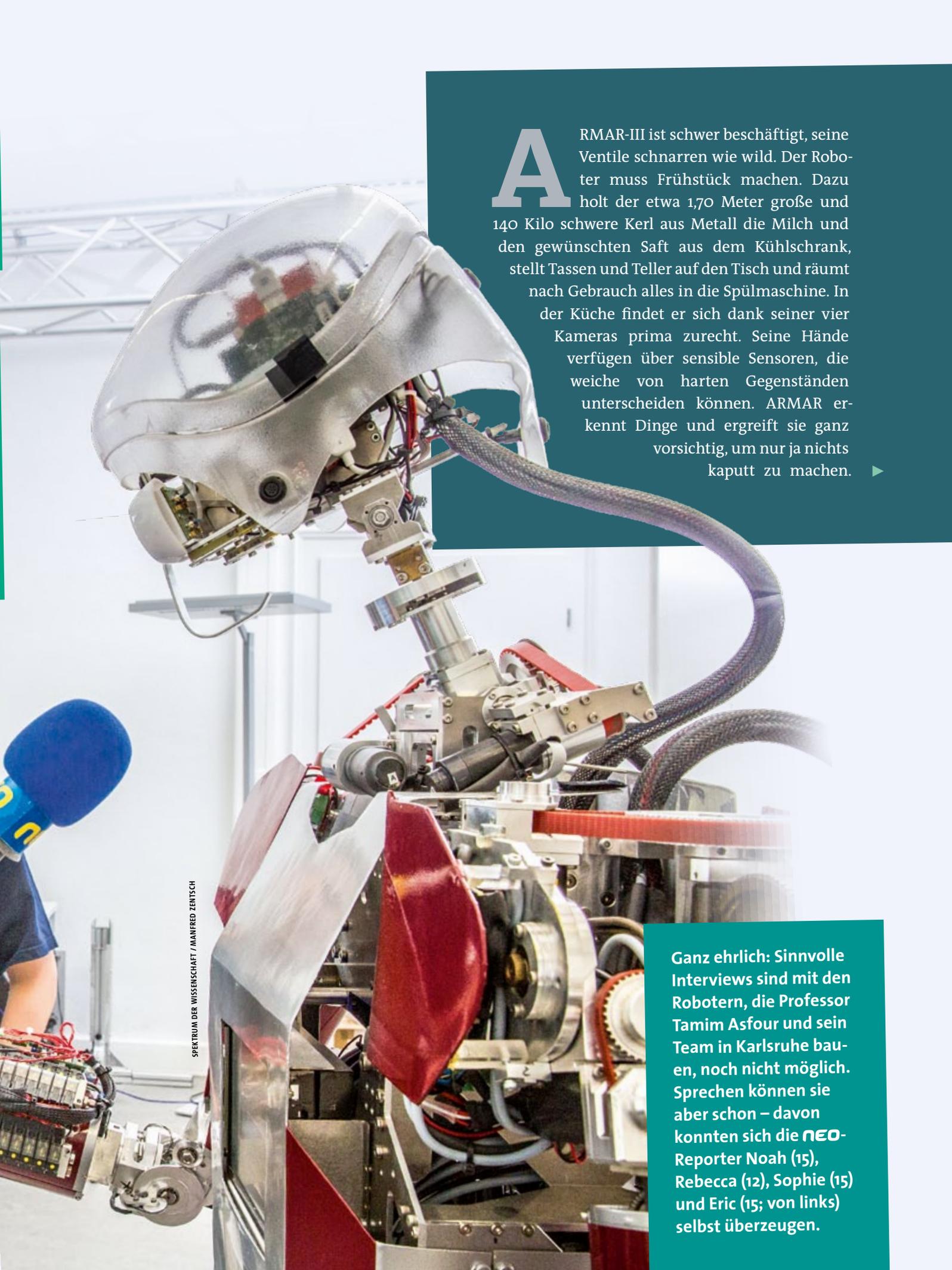


# Von Menschen und Maschinen

Der Traum ist so alt wie die Menschheit: Maschinen zu bauen, die uns jeden Wunsch von den Augen ablesen. Wann ist es so weit? Und werden sie sogar irgendwann schlauer sein als wir? Die **NEO**-Reporter Noah, Rebecca, Sophie und Eric haben am Karlsruher Institut für Technologie Tamim Asfour und seine Roboter gefragt.



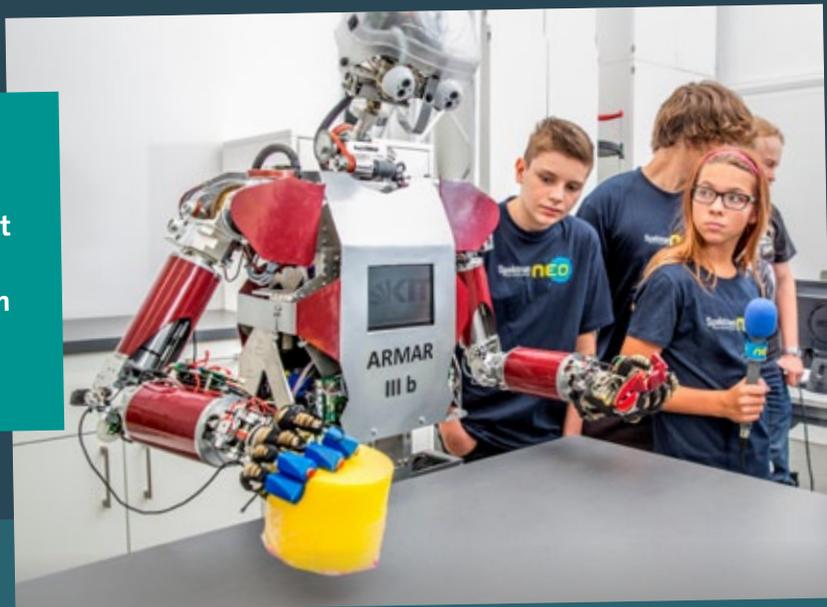
A detailed view of the ARMAR-III humanoid robot's head and right arm. The head is a complex assembly of metal plates, sensors, and wiring, with a clear protective dome over the eyes. The arm is articulated with various joints and is holding a flexible, braided metal hose. The background shows a laboratory setting with white walls and a metal structure.

**A**RMAR-III ist schwer beschäftigt, seine Ventile schnarren wie wild. Der Roboter muss Frühstück machen. Dazu holt der etwa 1,70 Meter große und 140 Kilo schwere Kerl aus Metall die Milch und den gewünschten Saft aus dem Kühlschrank, stellt Tassen und Teller auf den Tisch und räumt nach Gebrauch alles in die Spülmaschine. In der Küche findet er sich dank seiner vier Kameras prima zurecht. Seine Hände verfügen über sensible Sensoren, die weiche von harten Gegenständen unterscheiden können. ARMAR erkennt Dinge und ergreift sie ganz vorsichtig, um nur ja nichts kaputt zu machen. ▶

SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT / MANFRED ZENTISCH

Ganz ehrlich: Sinnvolle Interviews sind mit den Robotern, die Professor Tamim Asfour und sein Team in Karlsruhe bauen, noch nicht möglich. Sprechen können sie aber schon – davon konnten sich die **NEO**-Reporter Noah (15), Rebecca (12), Sophie (15) und Eric (15; von links) selbst überzeugen.

Was könnte einfacher sein, als mit einem Schwamm den Tisch abzuwischen? Für ARMAR-IIIb und seine Roboterkollegen ist das jedoch knifflig. Nur dank spezieller Sensoren in den Händen wissen sie, wann sie tatsächlich die Tischplatte polieren – und nicht die Luft darüber.



SPKTRUM DER WISSENSCHAFT / MANFRED ZENTSCH

- ▶ Antworten kann er auch, dank seiner sechs Mikrofone. Zugegeben, das alles dauert ziemlich lange, jedes Kind wäre ihm an Schnelligkeit überlegen. Dafür kann der Roboter seinen Kopf fast vollständig um die eigene Achse drehen. Und dass er keine Lust hat, kommt auch nicht vor! Im Vergleich zu seinen Kollegen in der Industrie ist er außerdem ganz schön vielseitig und lernt selbstständig, indem er uns Menschen beobachtet. Unbekannte Objekte etwa untersucht er durch Drehen, Schieben und Tasten, bis er sich ein Bild von ihrer Beschaffenheit gemacht hat.

Noch wirkt das alles ein bisschen unbeholfen und wenig scharfsinnig. Doch die künstliche Intelligenz entwickelt sich rasant. Werden also Roboter eines Tages schlauer sein als Menschen?

Herr und Meister der mittlerweile fünfköpfigen ARMAR-Familie ist Professor Tamim Asfour, der in der Versuchsküche des Instituts mit ruhiger Stimme die Kommandos gibt. Der Informatiker

steht den **neo**-Reportern Noah (15), Rebecca (12), Eric (15) und Sophie (15) Rede und Antwort.

### Herr Professor Asfour, wie unterscheiden sich Roboter von Menschen?

Ganz gewaltig! Roboter können nicht so schnell lernen und sich nicht so rasch auf neue Situationen einstellen wie Menschen. Man muss ihnen ganz viel beibringen. Dafür können sie sehr kräftezehrende Aufgaben erledigen und Dinge tun, die für Menschen viel zu gefährlich wären – beispielsweise in einer radioaktiv verseuchten Umgebung arbeiten. Maschinen werden nie müde und können manche Arbeiten viel genauer ausführen als der Mensch. Darum werden viele von ihnen in der industriellen Fertigung eingesetzt.

### Wenn ich einmal selbst Roboter bauen möchte – was für eine Ausbildung brauche ich da?

Wer Roboter entwickeln und programmieren will, muss gut in Informatik sein, aber auch viel darüber wissen, wie elektronische Schaltungen funktionieren, und sich überdies in Maschinenbau und Elektrotechnik auskennen. Außerdem spielen noch Fragen der künstlichen Intelligenz eine Rolle. Daran sollte beim Forscher zumindest Interesse bestehen.

### Wie lange dauerte die Entwicklung von ARMAR?

Die Entwicklung der verschiedenen ARMAR-Typen nahm von der ersten Idee bis zu Konstruktion und Bau jeweils etwa drei Jahre in Anspruch. Hierzu hat sich ein Team aus Informatikern,

## Webtipp

[www.planet-wissen.de/natur\\_technik/computer\\_und\\_roboter/](http://www.planet-wissen.de/natur_technik/computer_und_roboter/)

Wer tiefer ins Thema einsteigen will, findet hier spannende Texte und Videos.



Maschinenbauern und Elektrotechnikern zusammengefasst, zu dem aber auch Sportwissenschaftler gehörten. Sie haben uns beispielsweise genau erklärt, wie sich Menschen bewegen. Das wiederum hat dazu geführt, dass wir die Bewegungsabläufe unserer ARMAR-Roboter immer weiter verbessern können. Dies ist enorm wichtig, denn die Roboter kosten richtig viel Geld. Allein die Materialien für ARMAR-IV, den wir gerade entwickelt haben und der auf zwei Beinen gehen kann, kosten mehr als 300 000 Euro. Das Team dazu umfasst zehn Mitarbeiter und etwa 20 Studierende, die alle rund drei Jahre lang an diesem Prototyp gearbeitet haben.

### **Können Roboter selbstständig lernen und denken?**

Das ist das Ziel der künstlichen Intelligenz, aber Roboter können heute noch nicht wirklich selbstständig entscheiden.

### **Kann man einem menschenähnlichen Roboter, also einem Androiden, etwas beibringen wie einem Kind oder einem Tier?**

Roboter sind sehr dumm. Die können nicht so schnell lernen wie Kinder oder Tiere. Sie müssen alles beigebracht bekommen. Zum Beispiel wie es geht, nach einer Tasse zu greifen, die Hand darum zu schließen, den Arm anzuheben, sich zum Tisch zu bewegen und dort das Objekt abzustellen, ohne es umzuwerfen. In der Biologie, also bei Kindern und Tieren, geht das blitzschnell, so etwas nachzumachen und einzuüben. Leider wissen Forscher bis heute noch sehr wenig darüber, warum das so rasch vor sich geht und wie Menschen es schaffen, so viele Vorgänge gleichzeitig auszuführen.

### **Wenn Roboter Entscheidungen fällen, sind die dann auch vernünftig?**

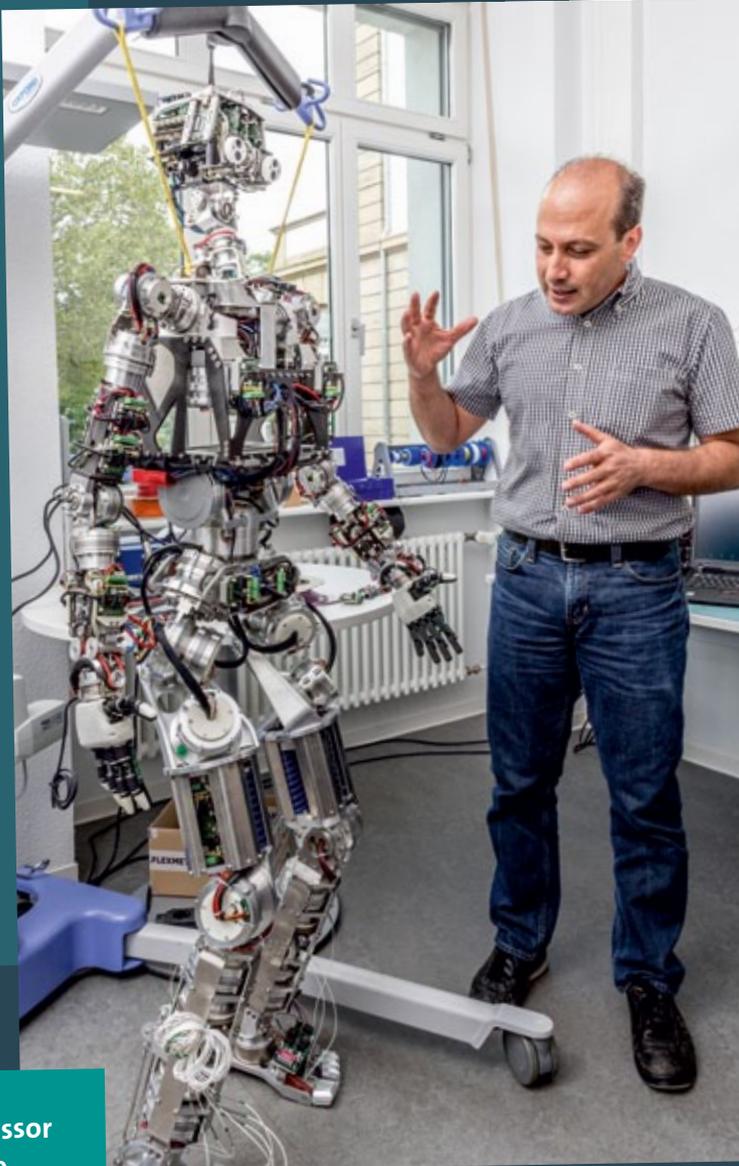
Roboter tun zurzeit noch überwiegend Dinge, die ihr Programmierer vorher festgelegt hat. Aber

einfache Entscheidungen können sie durchaus schon treffen: Wenn ARMAR eine Tasse vom Tisch nimmt, entscheidet er zum Beispiel selbst, ob er dazu die rechte oder die linke Hand nimmt. Das hängt von seiner jeweiligen Position ab und davon, was ihm einfacher erscheint und wo er keine Hindernisse sieht.

### **Für welche Aufgaben können Ihre Roboter eingesetzt werden?**

Für viele Aufgaben im Haushalt, hoffe ich! Mein Traum ist, dass die Roboter im Prinzip alles machen können – vom Aufräumen des Kinderzimmers ▶

SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT / MANFRED ZENESCH



**Der neueste Typ der ARMAR-Familie ist Professor Tamim Asfours ganzer Stolz. Er wird das erste Exemplar sein, das richtig auf zwei Beinen laufen kann. In seinem Körper steckt nicht nur viel Technik, sondern auch viel Geld – 300 000 Euro kostet allein das Material für den Roboter.**

- mers über die Betreuung von Schulaufgaben bis hin zum Badewanneputzen. Alles, was wir selbst ungern machen. Unsere Roboter sind humanoid, sie können sich ähnlich wie Menschen bewegen. Das wiederum macht sie enorm vielseitig, das heißt, sie können eine Vielzahl von Aufgaben erledigen. So wäre beispielsweise vorstellbar, dass sie in einer Produktionsfirma mit einem Menschen zusammenarbeiten und ihn unterstützen.

### Welchen Nutzen haben die Menschen von diesen Fähigkeiten?

Die Menschen werden mehr Freizeit haben, wenn sie die Wohnung nicht mehr putzen oder selbst aufräumen müssen. Die Roboter könnten auch ältere Menschen oder solche mit Einschränkungen unterstützen, damit sie unabhängig in ihrer eigenen Wohnung bleiben dürfen. Sie würden ihnen helfen aufzustehen, sich anzukleiden oder sie zum Arzt begleiten.

### Können Roboter auch lesen und schreiben?

Lesen können Roboter definitiv, das ist gar nicht so schwierig. Es gibt hervorragende Texterkennungsprogramme. Das Schreiben ist viel schwieriger! Denn es erfordert eine extrem gute Koordination von Stift und Hand. Überhaupt ist das Greifen eines der kompliziertesten Bewegungsmuster, das wir kennen. Was so kinderleicht aussieht, stellt ein extrem kniffliges Problem für uns Wissenschaftler dar, wenn eine Maschine es nachmachen soll.

### Wie versteht ein Roboter die Wünsche eines Menschen?

Es gibt Forscher, die an genau dieser Frage arbeiten. Wenn wir in Zukunft solche Helfer bei uns zu Hause haben, wäre es schon sehr wichtig, dass sie uns nicht nerven, weil sie ständig spülen, putzen und aufräumen. Sie sollten aber merken, wenn wir Unterstützung haben wollen. Dazu müssen sie unseren gefühlsmäßigen Zustand und unsere Absichten erkennen. Generell gilt: Je mehr der Roboter über unseren Zustand weiß, desto besser wird er sich verhalten.

### Glauben Sie, dass Roboter Gefühle entwickeln werden?

Möglicherweise kann man ihnen Gefühle einprogrammieren. Zum Beispiel, mit bestimmten Situationen bestimmte Gesichtsausdrücke zu verbinden. Wenn der Roboter merkt, dass du unter Stress stehst, könnte er eine freundliche Miene aufsetzen und versuchen, dich aufzuheitern. Aber ich weiß nicht, ob sich bei Androiden jemals Gefühle wie Hass oder Liebe entwickeln werden. Persönlich glaube ich nicht daran. Ihnen Körperhaltungen beizubringen, die bestimmte Emotionen ausdrücken, das könnte aber schon klappen.

### Kann man ihnen Verantwortung übertragen, und wenn ja, welche und wie viel?

Das ist kompliziert. Roboter sind und bleiben technische Systeme. Wie ein Auto, das ja auch bestimmte Aufgaben erfüllt und trotzdem bei einem Unfall nicht die Verantwortung trägt. Wir



Die Roboter am Karlsruher Institut für Technologie werden entweder mit der Stimme gesteuert oder mit Hilfe des Computers. Hier gibt **NEO**-Reporter Eric einige Befehle per Mausklick.



ARMAR-IIIa in der Versuchsküche des Instituts, wo er übt (links). Als Roboterforscher sollte man auch handwerkliches Geschick mitbringen – zum Beispiel, um einen lockeren Draht fest-



brauchen tatsächlich neue Gesetze. Wenn der Roboter zum Beispiel für uns einkaufen geht und dabei im Kaufhaus etwas kaputt macht, muss geregelt sein, wer dafür haftet. Ich könnte mir auch vorstellen, dass es dann Garantien der Roboterentwickler geben wird, dass die Maschine so und so lange reibungslos funktioniert. Das sind wirklich Zukunftsfragen, die angegangen werden müssen. Denn diese Systeme werden unser Leben sehr bald stark beeinflussen.

### Warum müssen Roboter überhaupt menschlich aussehen?

Die in der Industrie müssen das nicht unbedingt. Aber diejenigen, die im Haushalt tätig sind, sollten nach menschlichem Vorbild geformt sein. Und zwar weil sie in einer Umgebung agieren, die für den Menschen geschaffen ist. Wenn der Roboter beispielsweise zu klein wäre, würde er gar nicht an die Arbeitsfläche kommen; wenn er zu breit wäre, käme er nicht durch die Tür. Dazu kommt noch etwas: Eigentlich wäre der Roboter in der Lage, die Objekte mit drei Fingern zu greifen, fünf sind gar nicht notwendig. Aber viele Werkzeuge wie Scheren, die für Menschen gemacht sind, könnte er mit drei Fingern nicht benutzen. Es ist also sinnvoll, dass Roboter, die mit uns unter einem Dach leben, menschenähnlich aussehen. Das gilt noch aus einem anderen Grund. Wenn ich weiß, dieser Roboter ist menschenähnlich und reagiert auch so, dann kann ich seine Bewegungen

besser vorhersehen, mich darauf einstellen und Zusammenstöße vermeiden.

### Was tun Sie selbst, um Roboter menschenähnlicher erscheinen zu lassen?

Bei der Konstruktion achten wir darauf, dass der Körper von den Maßen her vergleichbar ist; noch wichtiger sind uns jedoch die Bewegungen. Die sollten unbedingt den unsrigen gleichen.

### Gab es schon Umfragen, was die Öffentlichkeit von Ihrem Projekt hält?

Die Leute waren immer begeistert, wenn sie gesehen haben, woran wir arbeiten und was das einmal für die Lebensqualität aller bedeuten könnte. Unsere Wissenschaft wird manchmal allerdings als sehr teuer empfunden. Doch wir stehen erst am Anfang und betreiben Grundlagenforschung.

### Ist ein Missbrauch von Robotern denkbar?

Diese Gefahr ist immer gegeben, nicht nur bei Robotern. Wir erleben so etwas gerade bei Drohnen. ▶

Werden Roboter einmal Gefühle entwickeln? Und kann man Maschinen so programmieren, dass sie selbst auf Befehl niemals einen Menschen umbringen würden? Professor Tamim Asfour wusste auf alle Fragen der **NEO**-Reporter eine Antwort.



SPKTRUM DER WISSENSCHAFT / MANFRED ZENTSCH

- Da wurde Forschung über das unbemannte Fliegen betrieben, und jetzt werden die Ergebnisse dazu benutzt, um ferngesteuerte Bomben abzuwerfen. Genauso gibt es Software, die hochgradig schwierige Aufgaben zu lösen vermag. Das könnte aber dazu führen, dass sie bösartige Computerviren produziert, mit denen jemand einen Krieg anzettelt. Ich gehe im Moment allerdings davon aus, dass unsere Forschung nur guten Zwecken dient.

### Sind Roboter so zu programmieren, dass sie selbst auf Befehl nie jemanden umbringen würden?

Klar, das ginge – kein Problem. Schutzmechanismen können eingebaut werden. Aber je mehr Entscheidungen sie selbst treffen, desto höher die Gefahr, dass sie Menschen auch schaden.

### Gibt es Kriterien für Ihre Wissenschaft, was man erforschen darf und was nicht?

Ja. In dem Augenblick, wo Mensch und Maschine sich so nahe kommen, muss man sich über diese Aspekte Gedanken machen. Hier in Karlsruhe haben wir dazu sogar einen Forschungsschwerpunkt. Das Team dort beschäftigt sich da-

mit, die Folgen von Technologien abzuschätzen. Was wird das für uns Menschen bringen? Wie können wir Schaden vermeiden? Und wie soll die Gesellschaft darauf vorbereitet werden? Darüber denken wir nach.

### Wie wird Ihre Forschung finanziert?

In der Vergangenheit vor allem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG. So ist die ARMAR-Roboter-Familie im Rahmen eines Großforschungsprojekts der DFG entstanden. Außerdem haben wir Geld von der Europäischen Union und natürlich vom KIT selbst bekommen.

### Gibt es auch ARMAR-I und ARMAR-II?

ARMAR-I und -II habe ich im Zuge meiner Doktorarbeit vor rund zehn Jahren entwickelt. Beide verbringen ihren Ruhestand jetzt im Deutschen Museum in München.

### Werden Roboter Menschen jemals ersetzen?

Auf gar keinen Fall! Sie werden immer nur Helfer des Menschen bleiben. 

**NEO**-Redakteurin Kirsten Baumbusch hat aufgeschrieben, was die Reporter herausgefunden haben.

**WAS  
IST  
WAS**

BAND 3

# ENERGIE

Was die Welt antreibt

ISBN 978-3-7886-2031-6

TESSLOFF

## Frischer Wind im Regal!

Lass dich beeindrucken von der Kraft der Gezeiten und der Energie feuerspuckender Berge. Lüfte die Geheimnisse des blauen Planeten und lass dich leiten von Neugier und Hochspannung ...

**WAS  
IST  
WAS**

**Die Buchreihe – jetzt neu!**



ISBN 978-3-7886-2044-8



ISBN 978-3-7886-2035-6



ISBN 978-3-7886-2051-6

Erhältlich überall, wo es Bücher gibt und unter [www.tessloff.com](http://www.tessloff.com)

**TESSLOFF**