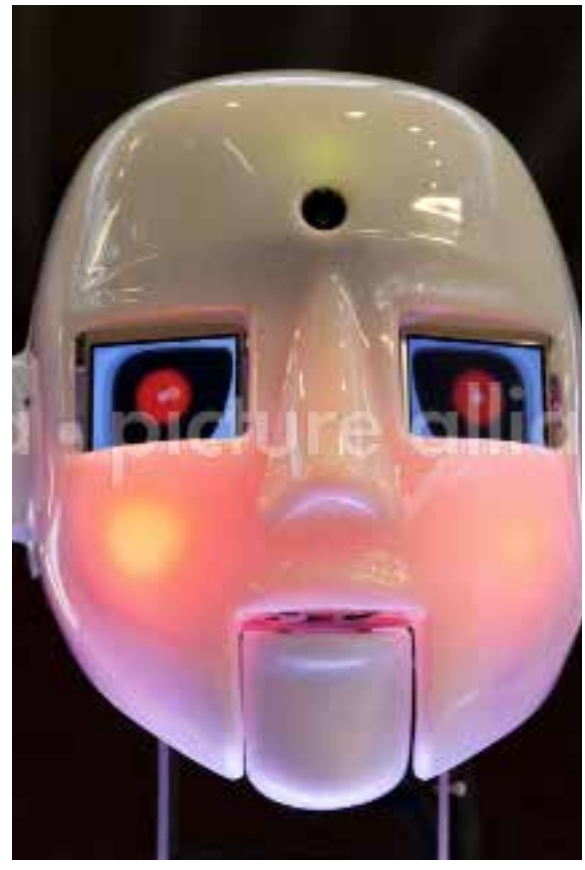
Täuschend echt oder echt enttäuschend?

Fotos: © picture alliance/dpa (2), picture alliance/imageBroker (2), picture alliance/Zoonar



Menschenähnliche Roboter
sollen bald am Fließband
arbeiten, Essen kochen
und die Betten machen.

Wie weit sind sie wirklich?

Text: Tobias Asmuth

• Regisseure von Science-Fiction-Filmen träumen schon lange vom selbstverständlichen Zusammenleben von Menschen und Robotern, von der Maschine als Kollegin, vom Androiden als bestem Freund. Mittlerweile träumen auch Investoren von Robotern in Menschengestalt. Das Start-up Neura Robotics aus dem schwäbischen Metzingen hat dieses Jahr 1,4 Milliarden Dollar eingesammelt. Unter den Geldgebern sind die deutschen Unternehmen Schaeffler und Bosch sowie die Techgiganten Amazon und Nvidia. Der Neura-Gründer David Reger will den Markt für humanoide Roboter erobern. Bis 2035 sollen mehrere Millionen aus seiner Fabrik kommen – wie das Modell 4NE1.

Dieser Humanoide ist etwa 180 Zentimeter groß und wiegt rund 80 Kilogramm. Dank eines Hochdrehmoment-Antriebssystems kann er sicher vorwärts- und rückwärtsgehen. Er hört aufmerksam zu und übersetzt mithilfe von KI unsere Wünsche in Handlungen. Bittet man 4NE1, den Tisch abzuräumen, greift er vorsichtig nach den Tassen; fordert man ihn zum Hemdenbügeln auf, holt er Bügelbrett und -eisen. Das funktioniert zumindest bei klar festgelegten Szenarien und in kontrollierter Umgebung auf Robotikmessen. Ob und wann das Modell 4NE1 das wirklich selbstständig vermag und damit in unsere Häuser einziehen könnte, steht noch nicht fest.

In der Diskussion schwingt immer auch die Frage mit, inwiefern uns diese Maschinen überhaupt ersetzen können. Dass Investoren bereit sind, große Summen in die Entwicklung humanoider Roboter zu stecken, hat auch damit zu tun, dass sie uns so ähnlich erscheinen und wir sie, beeinflusst durch Literatur und Filme, vermenschlichen. Die Hersteller wissen diese Projektionen für sich zu nutzen und befeuern sie nur zu gern. In der Realität sind humanoide Roboter von menschlichen Fähigkeiten jedoch weit entfernt. Aber wie sagte der britische Wirtschaftshistoriker Lord Robert Skidelsky so treffend: „Die Gefahr liegt nicht darin, dass Roboter so intelligent werden wie wir, sondern dass wir so dumm wie Roboter werden."

Trotzdem steigen die Erwartungen an menschenähnliche Maschinen mit jedem Internetclip, in dem sie einen Halbmarathon in Rekordzeit laufen oder auf einer Bühne

Fotos: © Neura Robotics GmbH

Kung-Fu vorführen. Und weltweit hoffen Unternehmer auf Produktionssteigerungen. Mercedes-Benz testet im Berliner Werk Apollo, einen Humanoiden des US-Unternehmens Apptronik. BMW untersucht gerade im Leipziger Werk, ob ein Modell des Schweizer Unternehmens Hexagon Robotics bei der Batterieproduktion helfen kann. Auch in Krankenhäusern, der Altenpflege und in Serviceberufen sollen bald schon Humanoide arbeiten.

Glaubt man den Entwicklern und Investoren, bleibt angesichts des demografischen Wandels in vielen Industrienationen Europas, aber auch in Japan oder Korea gar keine andere Wahl.

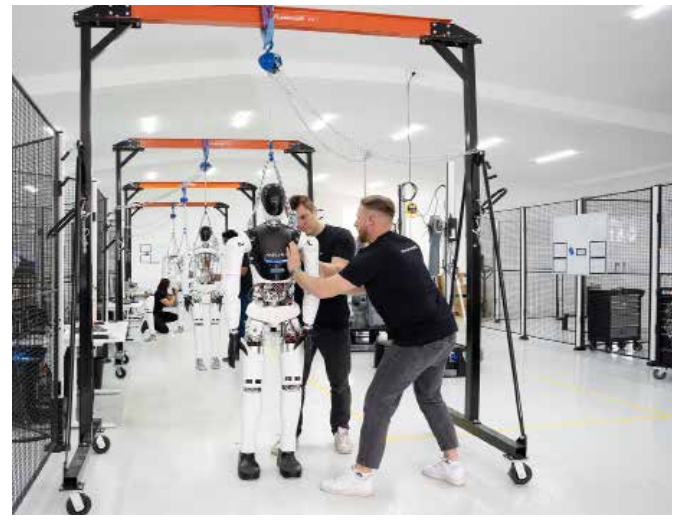
Die Erfahrungslücke

„In China stellt sich niemand die Frage, ob humanoide Roboter die Zukunft sind. Es ist klar: Sie werden Teil unseres Lebens sein“, sagt Werner Kraus. Der Forschungsbereichsleiter Automatisierung und Robotik am Fraunhofer-Institut in Stuttgart ist gerade von einer Reise nach Shanghai, Suzhou und Hangzhou (dem Zentrum der chinesischen Robotik) zurückgekehrt. Dort hat er einige der bis zu 200 Hersteller humanoider Roboter besucht, darunter die Marktführer Agibot und Unitree sowie zahlreiche Zulieferer, die Körper aus Aluminium, Gliedmaßen aus Kohlenstofffasern sowie Sensoren, Motoren und Batterien produzieren.

In China sieht man Roboter als nächsten Evolutionsschritt der künstlichen Intelligenz. Ihre Produktion hat dort Priorität, sie wurde mit staatlichen Fördermitteln in Milliardenhöhe aufgebaut. Vorbild ist die Elektroautoindustrie des Landes, die inzwischen den Weltmarkt dominiert. Unitree ging im August in Shanghai an die Börse, für rund 57 Milliarden Euro. Der Umsatz lag im Jahr 2025 dagegen bei mageren 218 Millionen Euro. Im selben Jahr verkaufte Unitree 5.500 humanoide Roboter.

Je nach Schätzung wurden 2025 bis zu 18.000 Humanoide weltweit verkauft. Gebaut wurden sie hauptsächlich in China. Bis 2030 sollen es nach dortigen Prognosen eine halbe Million sein. Werner Kraus hält das Ziel für ambitioniert, aber möglich. Die Branche habe in wenigen Jahren große Fortschritte gemacht. Der Grund ist – wie könnte es dieser Tage anders sein – der Einsatz künstlicher Intelligenz. Mit ihr lassen sich menschliche Bewegungen schneller und präziser erlernen und ausführen.

„Die Performance humanoider Roboter ist heute stabiler als noch vor fünf Jahren“, sagt Achim Lilienthal von der TU München. Das habe aber auch lange gedauert.



Kann allerlei Kunststücke, hat aber keine Ahnung von der Welt: der Roboter 4NE1 von Neura Robotics

Nicht ohne Grund betont der 77-jährige Robotikpionier Hans Peter Moravec seit Langem, dass Computer mit hochkomplexen logischen Problemen weitaus besser fertig werden als mit den einfachsten menschlichen Alltagskompetenzen – wie etwa dem Anheben einer Tasse oder dem Einführen eines Schlüssels in ein Schlüsselloch.

Der Grund dafür liegt im fehlenden Weltverständnis. Die Videos von Marathon laufenden oder Saltos schlagenden Humanoiden führen in die Irre. Die Maschinen bieten lediglich einstudierte Bewegungsabläufe dar, was immer dann auffällt, wenn sie bei ihren Choreografien auf einen Gegenstand stoßen, der dort nicht vorgesehen war, und darüber völlig ins Straucheln geraten. Robotern eine Idee davon zu vermitteln, was Umgebung bedeutet, warum und wie sie sich ändert – das ist die große Herausforderung.

„Die Entwicklung von uns Menschen beginnt mit dem Begreifen unserer Umwelt. Dann erst kommt die Sprache, die eine abstrakte Form dessen ist, was wir in unserer Umwelt erfahren und lernen“, sagt Sirko Straube vom Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz in Bremen. „Bei Humanoiden kommt direkt die Sprache in Form von Daten, mit denen Handlungen trainiert werden. Der Roboter probiert nicht selbstständig etwas aus. So entwickelt er auch keine wirkliche Idee davon, was er da tut.“ In der KI des Roboters klaffe eine Erfahrungslücke, so Straube. „Wenn wir diese Lücke schließen könnten, wären wir eine Riesenschritt weiter.“

▸

Das bisschen Haushalt:
Machen sich Humanoide künftig dort nützlich, …

Die Entwicklung braucht neue Daten

Die großen Sprachmodelle wie ChatGPT oder Claude wurden mit gigantischen Datensätzen aus dem Internet trainiert. Eine vergleichbare Sammlung mit Daten für menschliche Bewegungen gibt es nicht. Diese müssen oft erst mühsam erzeugt werden.

Qualität schlägt dabei Quantität: Ein Mensch, der eine am Kopf befestigte Kamera trägt, kann eine Menge visueller Daten erzeugen, wenn er seine Küche putzt oder eine Maschine bedient. Aber die besonders wichtigen motorischen Befehle und Details wie Greifkraft oder Druckverteilung werden dabei nicht aufgezeichnet.

Für das Training ergiebiger sind Daten aus Simulationen, sogenannte Universal Manipulation Interface Data: Menschen tragen Greifer an den Fingern, die etwa den jeweiligen Krafteinsatz einer Aufgabe aufzeichnen und auswerten. Die wertvollsten Daten entstehen durch Teleoperationen, bei denen ein Mensch einen Roboter steuert und der Maschine menschliche Bewegungen beibringt. Allerdings ist diese Methode zeitaufwendig, teuer und in der Regel an einen bestimmten Roboter gebunden.

Achim Lilienthal will mit dem RoboGym, das die TU München in Kooperation mit Neura Robotics betreiben wird, solche Daten erzeugen. Dort werden Menschen in Datenanzüge, sogenannte Motion Tracking Suits, gesteckt, um Humanoiden menschliche Fähigkeiten wie das Falten einer Schachtel zu vermitteln. Was die Robotertrainer vormachen, kann zum Training von physischer KI verwendet werden. Darunter versteht man Systeme, die in der physischen Welt handeln und mit ihr interagieren. Ein Ziel sind sogenannte Cross-Embodiment-Modelle, bei denen ein einziges KI-Modell gleich mehrere Roboter steuern kann. Anders als bei uns Menschen, die wir alle einzeln laufen und sprechen lernen müssen, kann das Lernen bei Humanoiden größtenteils zentralisiert werden. Bislang aber nur bei Robotern der gleichen Baureihe. Wie Erlerntes über Modellreihen hinweg übertragen werden kann, ist eine der noch vielen offenen Fragen.

Schlauer dank enger Anzüge

Daran arbeiten Julian Ilg, Konstantin Ryan und Alexander Oldemeier mit Formove. Ihr Münchener Start-up will ebenfalls Daten liefern, um Roboter zu trainieren. Dafür haben sie einen multimodalen Datenanzug entwickelt, der die Bewegungen seines Trägers erfasst. Der Anzug erinnert an eng anliegende Sportbekleidung, in die verschiedene Sensoren integriert sind. Anders als beim RoboGym kann Formove damit die Trainingsdaten in den realen Umgebungsbedingungen aufnehmen, etwa an der Montagelinie eines Autozulieferers oder in den Lagerhallen eines Logistikunternehmens. Die Daten werden anschließend aufbereitet, sodass Humanoide daraus lernen können. „Unsere Daten sind nicht auf ein Robotermodell beschränkt, wie es bei Teleoperationen in der Regel der Fall ist“, sagt Ilg.

Gerade beginnt Formove mit der Serienproduktion seiner Datenanzüge und will bis Ende des Jahres 300 Stück für den Einsatz bereit haben. Kooperationen mit Roboterherstellern liefen schon. Ein Pilotprojekt setze man mit einem Unternehmen aus der Medizintechnik um, erzählt Julian Ilg. Es gehe um Saugrohre, die auf eine bestimmte Weise gebogen werden müssen. Eine monotone Arbeit. Der Geschäftsführer des Unternehmens würde die Chirurgiemechaniker, die das bislang erledigen mussten, gerne für andere Aufgaben einsetzen. „Die ziehen jetzt unsere Anzüge an und sammeln die Daten, wie genau sie die Rohre biegen, damit Roboter zukünftig diese Arbeit ausführen und die Mechaniker zum Beispiel chirurgische Zangen fertigen können. Diese Tätigkeit ist deutlich komplexer und noch nicht zu automatisieren.“

Formove ist vom European Innovation Council als ein zentraler europäischer Datenlieferant für physische KI ausgewählt worden. „Die Stärke Europas liegt in unseren industriellen Prozessen und in unserem operativen industriellen Know-how“, sagt Julian Ilg. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müsse man die hochwertigen Daten erfassen ▸

Foto: © Neura Robotics GmbH

… oder stehen sie bald nimmermüde am Band?

und für die Robotik nutzbar machen. „Das ist die Basis für die praktische Arbeit mit Robotern im großen Stil."

Noch brauchen sie Babysitter

Die meisten Robotikingenieure bewerten die Chancen auf industrielle Anwendungen humanoider Roboter in dem kommenden Jahrzehnt höher als ihren Einsatz als Haushaltshilfen. In Fabriken können ihre Arbeits- und Aufgabenbereiche leichter eingegrenzt werden, im Privaten gibt es Sicherheitsbedenken. Ein Humanoider, der auf ein am Boden spielendes Kind fällt, ist ein Worst-Case-Szenario. Im Augenblick gibt es noch keine guten Zertifizierungen oder TÜV-Prüfungen für diesen Einsatzbereich.

Der Datenschutz ist eine weitere offene Frage. Humanoide Roboter brauchen Kameras und Mikrofone, um sich in der Welt zurechtzufinden. Das ist ein Problem. Vor allem, weil bis auf Weiteres noch Menschen im Hintergrund verbunden sind, die wie Babysitter im Notfall einspringen. Diese bekämen dann sehr intime Einblicke.

Die Arbeit sogenannter Piloten oder Teleoperateure wird zunehmend nachgefragt. So greift zum Beispiel der autonome Fahrdienst Waymo bei schwierigen Situationen auf ihre Hilfe zurück. Piloten aus den Philippinen überwachen jeweils Hunderte Fahrzeugkameras. Die Firma Adamo aus Mountain View in Kalifornien beschäftigt in Mexiko 700 Teleoperateure, die Roboter in den USA steuern. Die Robo-Sitter sitzen meistens in Niedriglohnländern, wo selbst für diese komplexen Aufgaben nur ein Bruchteil westlicher Löhne gezahlt wird.

Auch die Humanoiden in China werden häufig noch aus der Ferne gesteuert. Sie sind oft im Einsatz zu sehen: etwa in Geschäften, wo sie Bestellungen aufnehmen oder Waren ausgeben. Chinesische Unternehmen bemühen sich, den Wunsch der Führung in Peking zu erfüllen: den Menschen zu zeigen, dass humanoide Roboter nützlich sind.

Zu sensibel für den Einsatz?

Bevor die Humanoiden in Fabrikhallen stehen (und die Facharbeiter womöglich vor Fabriktoren), ist nicht nur die Frage nach den Daten zu beantworten. Auch die Hardware ist noch nicht so weit. So sind Roboterhände heute zwar viel besser als vor einigen Jahren. Sie können sensible Handgriffe inzwischen sehr präzise ausführen. Das Problem ist aber der Wechsel zwischen taktiler Vorsicht und notwendigem Krafteinsatz. Die kleinen Motoren in der Hand gehen schnell kaputt, wenn der Roboter eine schwere Last trägt. Frei nach Moravec: Erst eine Nadel einfädeln und dann eine Bierkiste hochheben ist für fast alle Menschen machbar – für Roboter jedoch ein Riesenproblem.

Viele Humanoide seien noch zu anfällig für die Arbeit in der Industrie, sagt auch Achim Lilienthal. „Wir hatten neulich einen chinesischen Hersteller bei uns an der Universität, der kleinere humanoide Roboter vertreibt. Sie sind auch günstig, aber die Garantie beträgt nur drei Monate." Für einen ökonomisch sinnvollen Einsatz komme es unter anderem darauf an, wie lange ein Roboter funktioniert, bis er repariert werden muss.

Bislang steht der wirkliche Nutzen von humanoiden Robotern weit hinter den Investitionen – mehr noch als bei den großen Sprachmodellen, die für keine nennenswerten betriebs- geschweige denn volkswirtschaftlichen Gewinne gesorgt haben. Humanoide machen derzeit nur einen Bruchteil der mehr als fünf Millionen Roboter aus, die weltweit in Fabriken eingesetzt werden. Das werde auch noch eine ganze Weile so bleiben, sagt Sirko Straube. „Humanoide werden vielleicht in fünf, eher in zehn Jahren in unserem Arbeitsleben sichtbar werden." Und noch länger werde es brauchen, bis sie zu unserem Alltag gehörten. „Humanoide im Sinne eines Universalroboters, der sich in unserer Welt ganz selbstverständlich bewegt und handelt, das sehe ich noch lange nicht." In Kombination mit neuen Speichermedien und gigantischen Datenmengen habe die künstliche Intelligenz große Fortschritte ermöglicht. Aber es müsse noch etwas dazukommen, damit Roboter wirklich die Welt verstehen. ▸

Foto: © Neura Robotics GmbH

Die Zukunft gehört den Post-Humanoiden

Wann diese Technik in der Industrie ihren Durchbruch schaffe, sei am Ende eine simple Kosten-Nutzen-Rechnung, prophezeit Werner Kraus. „Humanoide Roboter müssen sich für einen gewinnbringenden Einsatz durch ihre Flexibilität von anderen Automatisierungslösungen abheben." Ihr Potenzial liegt darin, dass man ihnen wie einem menschlichen Mitarbeiter sagen kann: Heute arbeitest du hier und morgen dort, heute sortierst du, und morgen schraubst du. Der Weg dahin ist noch weit.

Doch für den deutschen Mittelstand, nicht zuletzt für die Autozulieferindustrie, könnte der Bau von humanoiden Robotern neue Perspektiven eröffnen, sagt Kraus. Kompetenz im Maschinenbau sei die Basis, um auch in der Robotik der Zukunft erfolgreich sein zu können.

Dabei werde es nicht nur um Roboter auf zwei Beinen gehen: „Ein Argument für Humanoide ist ja, dass sie in einer für Menschen gebauten Umwelt Vorteile haben. Aber Fabriken wurden auch immer für Maschinen gebaut. Und da mag ein Roboter mit Armen, aber auf Rädern einen Vorteil haben, weil er weniger Energie verbraucht als einer, der auf zwei Beinen geht."

Hybride Roboter mit menschlichem Torso, die auf Rädern oder Ketten unterwegs sind, gibt es schon heute. Sie können besonders schwere Lasten tragen und werden etwa für die Produktion von Waschmaschinen eingesetzt. Diese Roboter sehen aus, als hätten sie die menschliche Entwicklungsstufe übersprungen. Zu ihnen scheint der Begriff Post-Humanoide besser zu passen.

Doch gerade die Form der menschenähnlichen Roboter beflügelt unsere Fantasie – und die der Investoren. Es geht bei ihnen auch um die Story. „Die 1,4 Milliarden Dollar, die Neura eingenommen hat, sind eine Investition, wie wir sie in der deutschen Robotik noch nicht gesehen haben. Wenn man sagen würde, wir bauen eine fahrbare Plattform mit zwei Armen, dann würde man nicht dieselbe Summe bekommen", sagt Sirko Straube.

Ähnlich sieht das Achim Lilienthal: „Interessanterweise appellieren Humanoide direkt an unsere Urinstinkte. Auf der Roboterkonferenz ICRA in Wien bin ich einem Humanoiden begegnet, der größer war als ich und scheinbar selbstbewusst an mir vorbeilief. Ich empfand eine Mischung aus Respekt, Vorsicht, ein Gefühl des Beobachtetwerdens, aber tatsächlich auch: Bewunderung. Humanoide sprechen uns anders an als ein selbstfahrender Gabelstapler." ▬