

KI übernimmt

Autonome Systeme mit künstlicher
Intelligenz dringen in unsere Welt ein.



7

Werkstattbericht: Mass der Unwissenheit

Arbeit und Kapital erklären nicht das ganze
Wirtschaftswachstum. Es braucht auch Innovation.

12

China setzt auf Humanoide

Menschenähnliche Roboter chinesischer Hersteller
sind schon auf dem Markt. Gleich zwei Unternehmen
streben an die Börse.

16

Karl Müller, Kybun Joya

Der Schweizer Gesundheitsschuh-Unternehmer verrät
sein bestes und schlechtestes Investment und gibt
preis, welche Verluste ihn am meisten geprägt haben.

23

Die Person: Isaac Asimov

Der Science-Fiction-Autor hat die
drei Robotergesetze erfunden.

24

Fortschritt fürs Portfolio

Physische KI benötigt viele Komponenten, entspre-
chend gibt es etliche attraktive Aktien zum Thema.

26

Wer haftet?

Wenn Menschen Maschinen die Verantwortung
übertragen, wer haftet dann bei einem Unfall?
Die Frage ist nicht einfach zu beantworten.

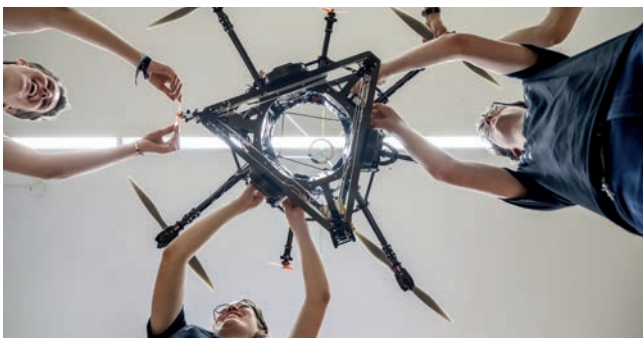
Themen- Schwerpunkte



Innovation gleich Wachstum?

Ob digital oder physisch: Künstliche Intelligenz pflügt unser Leben um. Aber löst sie einen Produktivitätsschub aus und zu welchem Preis?

Seite 2



«Noch funktioniert gar nichts ohne den Menschen»

Die Entwicklung physischer KI ist eindrucklich. Aber autonome Systeme sind nur gut, wenn das Umfeld strukturiert ist, sagt ETH-Professor Roland Siegart.

Seite 9

Vor dem Durchbruch

Maschinen, gesteuert von künstlicher Intelligenz, können in abgegrenzten Einsatzbereichen selbstständig wirken.

Für mehrere Branchen wird diese physische KI zur Schlüsseltechnologie.

Seite 19

Neuerung annehmen



Dr. Felix Brill

Chief Investment Officer VP Bank

Ohne Zweifel ist es faszinierend anzusehen, wenn ein Roboter Kung-Fu kämpft oder Tanzchoreographien vorführt. Das zeigt uns, wie rasch und unmittelbar der technologische Fortschritt unser Leben (erneut) verändert. Möglich macht es neben der Robotik vor allem die Software, oder präziser, die künstliche Intelligenz (KI).

KI auf den Rechnern und zunehmend als Steuerzentrum von Maschinen, die mit uns im Alltag interagieren, wird als bahnbrechend gepriesen. Wie immer, wenn eine neue Technologie die Vorstellung der Zukunft verändert, gibt es aber auch Stimmen, die dagegenhalten und vor den Folgen warnen. Die Meinungen über den ökonomischen Nutzen und die gesellschaftlichen Auswirkungen gehen weit auseinander. Wir glauben, wer früh versteht, dass sich das Spiel verändert hat, kann profitieren, als Arbeitnehmer, als Unternehmer oder als Investor.

Im Zentrum dieser Ausgabe steht das Thema physische KI. Wir zeigen, was die Fusion von KI und Robotik bereits zu leisten fähig ist – und was nicht. Ernteroboter für Erdbeeren? Ein humanoider Roboter für den Haushalt? Sie werden die Antworten in diesem Heft finden. Wir erklären, welche Elemente zusammenspielen müssen, damit sich Maschinen autonom in der realen Welt bewegen können, und wir fragen, welche Grenzen Roboter haben sollten, aus ethischen oder rechtlichen Gründen.

Spannende Einblicke sind garantiert.

Was künstliche Intelligenz bringt

Gesamtwirtschaftlich sind Innovationen wie KI wichtig, machen sich aber nur langsam bemerkbar. Für die Dienstleistungsgesellschaft wird sich die neue Technologie schon früher als Herausforderung erweisen.

Felix Brill

Im viktorianischen England gab es ein Phänomen, das heute vergessen ist: Railway Madness. Eisenbahnwahnsinn. In den 1850er-Jahren waren britische Zeitungen voll von Berichten über Reisende, die in den neuen, schnellen Zügen den Verstand verloren. Ein Aristokrat, der sich mitten auf der Fahrt entkleidete. Ein Gentleman, der hysterisch lachend aus dem Fenster schoss. Ein Geschäftsmann, der nach einer Reise von London nach Manchester angeblich sein Gedächtnis verlor.

Heute lächelt man darüber. Damals war es ernst. Die Eisenbahn fuhr mit bis zu 80 Stundenkilometern durch eine Welt, deren Pferdekutschen 16 km/h schafften. Man sorgte sich, was eine solche Geschwindigkeit mit dem menschlichen Geist anstellen würde.

Das Muster hat sich bei späteren Erfindungen stets wiederholt: Verblüffung, Begeisterung, Skepsis, Gewöhnung, Normalität. So war es bei Autos, bei Computern, beim Internet. Und jetzt vielleicht auch bei der künstlichen Intelligenz (KI).

Wer bietet mehr?

So viel scheint klar: KI wird die Welt verändern. Ob in der rein digitalen Form auf dem Rechner oder zunehmend auch als Denk- und Entscheidungsebene für Maschinen, die in der realen Welt agieren (physische KI). Aber was schaut dabei wirtschaftlich heraus? Die bekannten Wirtschaftsberater überbieten sich gegenseitig mit Schätzungen, wie viel Wert KI schaffen wird. McKinsey zum Beispiel schätzt den Wert global auf 2.6 bis 4.4 Billionen Dollar pro Jahr. Anthropic, eines der führenden KI-Unternehmen,

prognostiziert, dass aktuelle Modelle die amerikanische Arbeitsproduktivität jährlich um 1.8 % steigern könnten.

Akademikerinnen und Akademiker sind da sehr viel zurückhaltender. Daron Acemoglu etwa, Wirtschaftsnobelpreisträger des Jahres 2024, kommt auf einen Gewinn der sogenannten Totalen Faktorproduktivität (TFP) von höchstens 0.71 % - über zehn Jahre, nicht pro Jahr. In einer schärferen Variante seines Modells auf weniger als 0.55 %. Ökonomen beziehen sich auf TFP, die die Effizienz misst, mit der Produktionsfaktoren wie Arbeit und Kapital in der Wirtschaft eingesetzt werden. Sie ist das Maß für den technologischen Fortschritt und Innovationen (mehr dazu auf Seite 7). Das Congressional Budget Office (CBO), eine unabhängige überparteiliche US-Bundesbehörde, die Analysen und Prognosen zum Staatshaushalt anfertigt, hat KI seit diesem Jahr offiziell in seine Wachstumsprognosen aufgenommen, mit einem Effekt von 0.1 % pro Jahr. Zum Vergleich: Zwischen 1950 und 2010 betrug sie rund 1.2 bis 1.5 %.

Was alle diese Schätzungen teilen, ist eine Annahme: Die Geschichte werde sich auch dieses Mal wiederholen. Auf die Skepsis folgt die Anpassung, auf die Anpassung folgen Produktivitätsgewinne, am Ende resultiert ein höherer Lebensstandard. Aber diese Annahme vernachlässigt die Frage, die diesmal schwerer zu beantworten ist als früher: Wohin entwickelt sich die Arbeit?

Frühere technologische Umbrüche haben jeweils das ökonomische Zentrum ihrer Zeit angegriffen. Im 19. Jahrhundert war das Zentrum die Landwirtschaft. Um 1800 arbeiteten in den USA über 70 % der



Erwerbstätigen auf dem Land, 1870 noch etwas über die Hälfte, 1900 etwa 40 %, nach dem Zweiten Weltkrieg rund 12 %. Heute sind es 1 %. Die Industrialisierung hat das landwirtschaftliche Zentrum nicht am Rand angeknabbert, sie hat es zerlegt (siehe Grafik unten). Die nächste Welle, die Automatisierung der Industrie, hat dasselbe wiederholt: Was um 1960 industrielle Massenbeschäftigung war, ist heute eine schlanke, hochproduktive Schicht. Diese Wellen haben das Zentrum getroffen, nicht die Peripherie.

Vom Feld in die Fabrik, von der Fabrik ins Büro und jetzt?

Was diese Entwicklungswellen von dem unterscheidet, was sich jetzt mit KI abspielt, ist nicht die Frage, ob der heute dominante Wirtschaftszweig, der Dienstleistungssektor, getroffen wird. Es ist die Frage, wohin die Arbeit verschoben wird - und vor allem, wie schnell.

Bei früheren Übergängen gab es so etwas wie eine erkennbare neue Sphäre, in die die Arbeit wandern konnte. Vom Feld in die Fabrik. Von der Fabrik ins Büro. Diese Übergänge dauerten Generationen, meist lange genug, damit die Eltern ihre Kinder anders ausbilden, damit neue Berufsbilder, neue Ausbildungswege, neue Identitäten entstehen konnten. Eine Studie der US-Universität Massachusetts Institute of Technology (MIT) hat festgestellt, dass rund 60 % der heute ausgeübten Berufe im Jahr 1940 noch gar nicht existierten - vom Softwareentwickler über den Logistikplaner und Datenanalysten bis zum Suchmaschinenoptimierer. Die Richtung war jeweils erkennbar, oft schon bevor die Verschiebung ihren Höhepunkt erreichte oder abgeschlossen war. Wer im Jahr 1900 ein landwirtschaftliches Familienoberhaupt war, ahnte, dass die Söhne einst in die Stadt ziehen würden. Wer 1970 in der Fabrik stand,

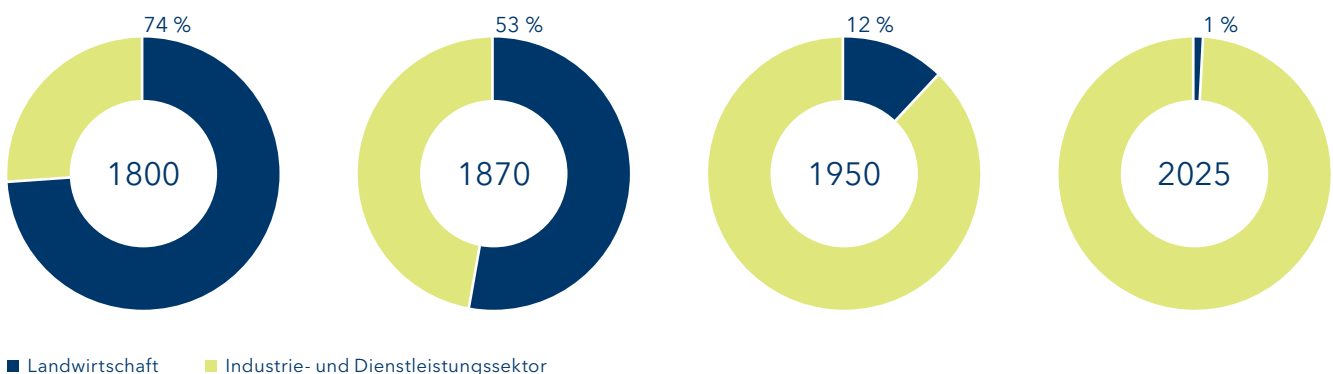
sah die Bürotürme wachsen, wo zukünftig die Töchter arbeiten würden.

Bei künstlicher Intelligenz ist beides offen: das Wann und das Wohin. Die Geschwindigkeit ist neu, weil die Adaptionsschranke im Sinne von anpassen an etwas, niedriger liegt oder gar ganz fehlt. Frühere Technologien mussten gebaut und installiert werden - Maschinen in Fabriken, Computer auf Schreibtischen, Glasfaser in Strassen. Das dauerte Jahre oder gar Jahrzehnte. KI benötigt im Prinzip nur eine programmierbare Schnittstelle. Wenn ein Anwaltsbüro morgen entscheidet, dass ein Sprachmodell die Hälfte seiner Recherche übernimmt, ist diese Entscheidung am übernächsten Tag wirksam. Firmen wie Klarna (Zahlungsanbieter), Salesforce (Software) und selbst die Commerzbank haben bereits angekündigt, ihre Belegschaft wegen KI zu reduzieren. Hier zeichnet sich ein Tempo ab, dass in der Wirtschaftsgeschichte seinesgleichen sucht.

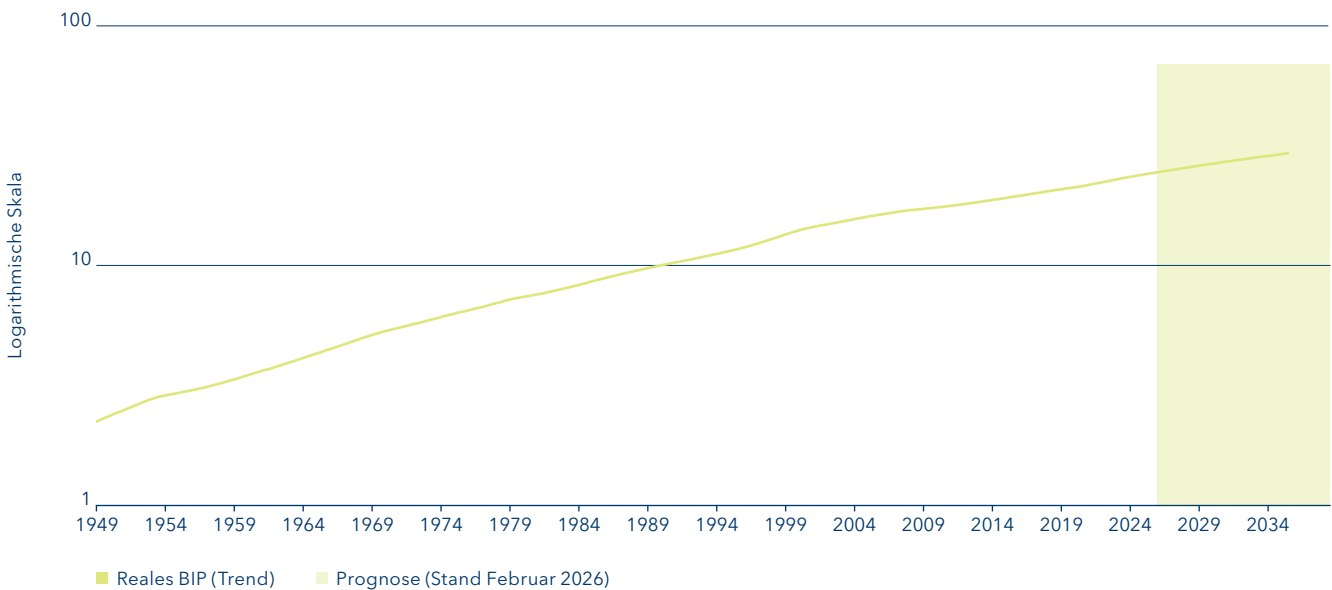
Abwägungen

Schwerer zu beantworten, ist die zweite Frage: wohin. Wenn der Bürosektor schrumpft, wo sollen die Verdrängten hin? Gesundheit, Bildung, Handwerk sind mögliche Kandidaten. Aber niemand kann sagen, ob diese Bereiche genug aufnehmen können. Beim Übergang von der Landwirtschaft zur Industrie war die Antwort rückblickend offensichtlich. Beim Übergang von der Industrie zur Wissensgesellschaft war sie für alle sichtbar, die in den 1980er-Jahren über Computer schrieben. Für den aktuellen Übergang gibt es vor allem Vermutungen. Das Research-Haus Citrini hat Anfang 2026 ein vielbeachtetes Szenario veröffentlicht, in dem dieser offene Endpunkt zum Problem wird: Wenn KI den Dienstleistungssektor aushöhlt, fällt die Konsumnachfrage dieser Beschäftigten weg. Der dadurch entstehende Druck zwingt Unternehmen zu noch aggressiveren KI-Massnahmen, was in einer Abwärtsspirale mündet,

Anteil Beschäftigte im US-Landwirtschaftssektor über die Zeit



US-Trendwachstum verlangsamt sich



die sich selbst verstärkt. Das ist erst einmal nur Spekulation, noch kein noch keine Analyse. Aber ein Szenario, in dem die alte Beruhigungsformel «neue Technologie schafft neue Jobs» versagt.

Hinzu kommt nun die physische KI. Wenn humanoide Roboter und autonome Fahrzeuge wirklich serienreif werden, fallen auch diejenigen Auffangsektoren weg, auf die heute alle hoffen. Sicher federt die Folge der Überalterung und der Übergang zu einer schrumpfenden Bevölkerung einen Teil davon ab. Aber wer noch vor zehn Jahren sagte, körperliche Arbeit sei das letzte, vor Maschinen sichere Territorium, hat unterschätzt, wie schnell die Robotik aufholt. Solange die Fähigkeiten dieser Maschinen begrenzt bleiben, ist die Frage hypothetisch. Wenn nicht, verschärft physische KI das Arbeitsproblem, das bereits die digitale KI aufwirft.

Der Trost der Optimisten

Zur Beruhigung sagen viele: Auch die IT-Revolution, die uns Server und Computer brachte, sah am Anfang dramatisch aus, am Ende war sie keine aussergewöhnliche Innovation, zumindest streng ökonomisch anhand der Faktorproduktivität bemessen. Der US-Ökonom und Nobelpreisträger Robert Solow, der die totale Faktorproduktivität als dritten Wachstumsfaktor identifizierte (siehe Seite 7), hat das Problem schon einmal benannt, in einem Satz, der berühmt geworden ist: «You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics.» (Man sieht das Computerzeitalter überall, nur nicht in der Produktivitätsstatistik). Das war 1987. In dieser Zeit sank die Arbeitsproduktivität, was sich am rückläufigen Trendwachstum der US-Volkswirtschaft

zeigte - obwohl Transistoren, Mikroprozessoren, Server und Speicherchips den Arbeitsalltag längst durchdrungen hatten (siehe Grafik oben). Die heutigen Optimisten zitieren Solow als Trost: Auch damals dauerte es zwei Jahrzehnte, also bis in die Nullerjahre, bis die Wirkung sichtbar wurde. Auch diesmal wird Geduld gefragt sein.

«Wer dachte, körperliche Arbeit sei sicher, hat unterschätzt, wie schnell Robotik aufholt.»

Diese hoffnungsvolle Lesart blendet aus, was in jenen zwanzig Jahren ab 1990 tatsächlich passierte. Die IT-Revolution und das Internet brachten einen Produktivitätsschub, ja - aber einen kleineren als frühere Episoden. Denn eines wird häufig vergessen: Die gesamtwirtschaftliche Betrachtung schliesst auch weniger produktive Unternehmen und Dienstleistungen mit ein, die langsam wegsterben und die Produktivität belasten. Was beim Übergang von der Arbeit auf dem Feld zur Industrie vielleicht vernachlässigbar war, ist es heute nicht mehr, wenn neue Dienstleistungen alte verdrängen. Was Computer und Internet zudem ausgelöst haben, war eine zunehmende Konzentration der Innovationsgewinne auf wenige Technologiekonzerne aus den USA.

Beides - digitale und physische KI - könnte am Ende auf dasselbe hinauslaufen: Konzentration. Die so-

nannten Hyperscaler - Microsoft, Google, Amazon, Meta - investieren bereits hunderte Milliarden Dollar in Rechenzentren, Chips und Energie. Eine vergleichbare Kapitalkonzentration hat es seit dem Eisenbahnboom des neunzehnten Jahrhunderts nicht mehr gegeben.

Diese Investitionen werden wahrscheinlich Erträge bringen - aber für wen? Wer keine eigenen KI-Sprachmodelle baut, zahlt Gebühren an die, die es tun. Der Finanzmarkt ist noch unentschieden, ob die Gewinne vor allem bei den wenigen grossen Tech-Unternehmen anfallen, oder zunehmend auch bei Unternehmen, die KI frühzeitig adaptieren.

Produktivität und Freizeit

Es gibt noch einen Gedanken, der in der Debatte um die Folgen der Innovation KI selten zur Sprache kommt. Sofern die Produktivität pro Kopf steigt, muss die höhere Entschädigung dafür nicht unbedingt in höhere Konsumausgaben fliessen. Sie kann auch für mehr Freizeit genutzt werden. Der bekannte Ökonom John Maynard Keynes hat 1930 vorhergesagt: Seine Enkelkinder würden nur noch 15 Stunden pro Woche arbeiten müssen, weil die Produktivität so stark gestiegen sein werde.

Dynamik entwickelte. Die Industrialisierung hievte den Lebensstandard nach oben - und brachte gleichzeitig Kinderarbeit, Slums und politische Erschütterungen, die in Revolutionen mündeten. Die Globalisierung brachte Wohlstand nach Asien - und gleichzeitig die Aushöhlung industrieller Mittelschichten in Europa und Amerika, deren politische Folgen heute zu beobachten sind. Eine Technologie kann also gesamtwirtschaftlich Wohlstand schaffen und gleichzeitig ein soziales Gefüge zerstören.

Die Geschichte der Eisenbahn endet nicht mit der Diagnose Railway Madness. Sie endet mit einem Land, das sich veränderte, schneller, als die meisten begriffen. Innerhalb einer Generation war England verwandelt. Die Eisenbahn hatte sich durchgesetzt. Die Gewinner waren nicht die, die zu Beginn am lautesten den Fortschritt bejubelt hatten. Es waren jene, die das neue Spiel früh verstanden hatten. Die Verlierer waren jene, die geglaubt hatten, das alte Spiel würde weitergehen.

«Diejenigen, die glaubten, das alte Spiel würde weitergehen, waren die Verlierer.»

Ganz so weit sind wir noch nicht. Aber es wäre denkbar, dass KI diese Vision in einer Form ermöglicht, die Keynes nicht kannte: nicht durch Verkürzung der Arbeitszeit, sondern dadurch, dass weniger Menschen für dieselbe Wertschöpfung gebraucht werden. Das führt zur Verteilungsfrage. Wer profitiert mehr vom Produktivitätsgewinn - die Beschäftigten in Form von Freizeit oder die Eigentümer der Unternehmen in Form von Renditen? Oder beide?

Jede Innovation hat eigene Dynamik

Solche Fragen zu den Konsequenzen neuer Technologien sind unbequem. Wer damit konfrontiert wird, reagiert mit einem von zwei typischen Reflexen. Entweder: Technologiepessimismus war historisch immer falsch. Oder: Diesmal ist alles anders. Beide greifen zu kurz. Wer 200 Jahre Wirtschaftsgeschichte ernst nimmt, weiss, dass jede Innovation ihre eigene

Der Rest, der den Unterschied macht

Felix Brill

Wie wirtschaftliches Wachstum zustande kommt.

In den 1950er-Jahren stand die Ökonomie vor einem Rätsel. Die Volkswirtschaften wuchsen kräftig, aber niemand konnte genau erklären, warum. Der grössere Input von Kapital und mehr Arbeitseinsatz reichten als Erklärung nicht aus.

Robert Solow löste das Rätsel mit einem Modell, das mathematisch überzeugte und empirisch Bestand hatte. Wachstum, schrieb er, hat drei Quellen: Arbeit, Kapital, und etwas Drittes, das die Effizienz beschreibt, mit der die beiden anderen Quellen kombiniert werden. Diesen dritten Faktor nannte er «Totale Faktorproduktivität», kurz TFP. Sein Modell zeigte: Mehr als die Hälfte des Wachstums der Vereinigten Staaten in der Zeit von 1909 bis 1949 ging auf TFP zurück, nicht auf Kapital oder Arbeit. Solow bekam für diese Erkenntnis 1987 den Wirtschaftsnobelpreis.

Das Eigentümliche an der TFP ist, dass sie sich nicht direkt messen lässt. Man berechnet sie, indem man von der gesamten Wirtschaftsleistung den Beitrag von Kapital und Arbeit abzieht. Was dann übrig bleibt, ist die TFP. Spätere Ökonominen und Ökonomen taufte diesen Rest spöttisch «A measure of our ignorance», ein Mass für unsere Unwissenheit.

Doch was wie eine Niederlage klingt, ist das Gegenteil. Denn in diesem Rest steckt alles, was eine Wirtschaft vorwärts bringt. Innovation. Neue Geschäftsmodelle. Und bessere Or-

ganisation. Effizienzgewinne, für die niemand eine Rechnung schreibt.

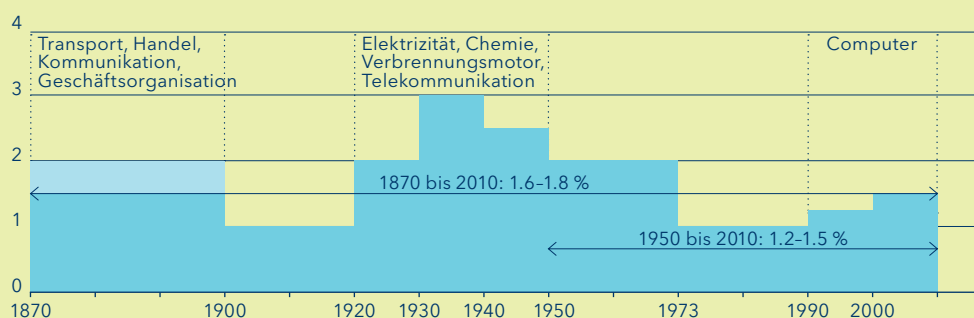
Die TFP wächst nicht stetig, sondern in Wellen. US-Daten zeigen dies eindrücklich (siehe Grafik). Aber ganz anders als man erwarten würde. Denn die grösste TFP-Welle in der US-Wirtschaftsgeschichte wurde nicht etwa während einer Boomphase verzeichnet, sondern während der Grossen Depression. Zwischen 1930 und 1940 wuchs die TFP um 3 % jährlich, mehr als in jeder vergleichbaren Periode vorher oder nachher. Die Erklärung dafür: Erfindungen wie der Elektromotor, der Verbrennungsmotor oder Entdeckungen in der Chemie waren zwar längst gemacht. Aber erst die Wirtschaftskrise zwang Unternehmen, sie zu nutzen. Erfunden in Boomzeiten, angewandt in der Krise.

Die Nachkriegsjahrzehnte waren dann der Nachhall. Die Nutzung von Innovationen, die längst bekannt waren. Seither flacht die Kurve ab. Die IT-Revolution der 1990er-Jahre brachte nur einen kleineren Schub. In den Jahren zwischen 2005 und 2015 passierte dann fast gar nichts mehr, das Wachstum ging also vor allem auf Arbeit und Kapital zurück.

Der österreichische Ökonom Joseph Schumpeter, der ab 1932 in den USA lehrte, hatte diese Produktivitätsbeobachtung bereits Anfang der 1940er-Jahre erklärt, ohne das Solow-Modell oder die Daten zu kennen. Wachstum sei kein Gleichgewichtszustand, folgerte er, sondern ein Prozess, den er kreative Zerstörung nannte. Neue Technologien und Innovationen lösen eine Welle von Neuerungen aus und treiben die alte Technologie oder Anwendung aus dem Markt - und ebbt dann ab. Ohne eine neue Basisinnovation entsteht kein neues Produktivitätswachstum. Anders formuliert: TFP ist kein Selbstläufer. Sie muss erarbeitet werden.

Hier liegt die Frage unserer Generation. Die Fähigkeiten von künstlicher Intelligenz (KI) und neuerdings der physischen KI beeindruckt. Aber sind sie wirklich eine neue Basisinnovation im Sinne Schumpeters - oder nur eine Optimierung? Ökonomisch gesehen wird sich die Antwort nicht in vollmundigen Ankündigungen von KI-Anbietern finden, sondern erst irgendwann in der TFP zeigen. In dem Rest, der übrig bleibt, wenn alles andere erklärt ist.

Totale Faktorenproduktivität USA (Wachstum p.a.)





«Im Moment funktioniert gar nichts ohne den Menschen»

Autonome Systeme, die Robotik und künstliche Intelligenz verbinden, können dem Menschen als Werkzeuge dienen. Ein Roboter, der im Haushalt hilft, ist jedoch eine ferne Vision, sagt ETH-Professor Roland Siegwart.

Interview: Clifford Padevit

Herr Siegwart, würden Sie einen humanoiden Roboter bei sich in den Haushalt lassen?

Nein, im Moment nicht. Aber auch langfristig stellt sich die Frage, ob ich einen humanoiden Roboter im Haushalt wollte.

Warum?

Das ist mein privates Umfeld. Da möchte ich nicht, dass ein Roboter herumläuft, egal von welchem Hersteller.

Häuser sind für Menschen gemacht. Können humanoide Roboter überhaupt Arbeiten im Haushalt übernehmen?

Ich bin da viel skeptischer als viele von den Visionären, die glauben, morgen gehe das schon. Elon Musk behauptete schon vor zehn Jahren, dass man bereits im Jahr darauf mit autonomen Autos fahren könne, aber es ist immer noch nicht so weit. Zusätzlich kommt im Zuhause noch eine physische Interaktion hinzu.

Was heisst das?

Die Interaktion ist eine nächste Stufe. Wenn ein Roboter interagieren muss, braucht er ein Verständnis von der Welt, zum Beispiel wie Wasser in ein Glas fließt. In der Küche braucht man die Hände, etwa um das Geschirr vom Tisch abzuräumen. Diese Tätigkeit kann ein Schulkind ausführen. Roboterhände, sehen zwar langsam so aus menschliche Hände, ihre Fähigkeiten sind aber weit weg von den unseren. Umgekehrt darf ein Kind nicht Auto fahren, was aber technologisch gesehen weniger komplex ist.

Die Hände bleiben also eine Herausforderung?

Die Komplexität einer Hand nachzubauen, ist extrem schwierig. Dass Roboter dreidimensional die Umgebung wahrnehmen, da ging es in den letzten 20 Jahren vorwärts. Für die Interaktion mit Händen fehlt

die Taktilität (A.d.R: das Wahrnehmen von Berührung, Druck, Temperatur und Vibration). Bisher kommen die Modelle aus der Gamingindustrie, wo eine gewisse

«Roboter können die Umgebung dreidimensional wahrnehmen. Für die Interaktion mit Händen fehlt die Taktilität.»

physikalische Interaktion eingebaut ist. Es gibt Leute, die behaupten, Systeme könnten das direkt in der realen Physik lernen oder Menschen beobachten. Aber dann fehlt die Information über die Taktilität. Vielleicht muss ein Mensch Dinge mit einem Handschuh anfassen, der gleichzeitig messen kann. Nur so kann diese Information an ein Lernsystem übergeben werden.

Kann man sagen, ohne Menschen geht bei autonomen Systemen noch nicht viel?

Ja, im Moment funktioniert gar nichts ohne Menschen. Wir müssen ja selbst den Zweck vorgeben, also dem Roboter den Befehl erteilen, «Räume die Küche auf». Er hat kein Selbstbewusstsein, keine eigene Initiative. Also muss der Mensch wenigstens da sein, um zu definieren, was der Roboter zu tun hat.

Ist das beim Lernen auch der Fall?

Das Lernen ist meistens ein Algorithmus, ein neuronales Netzwerk, das Abläufe lernt. Auch da braucht es die Vorgabe des Menschen. Ein humanoider Roboter sollte aufrecht laufen. Das muss man vorgeben, sonst läuft er vielleicht auf allen Vieren.

Der Trendbegriff heisst «physische KI», trifft das die aktuelle Entwicklung?

Bislang waren alle Informationen und die lernenden Systeme in der digitalen Welt und es brauchte Menschen als Schnittstelle zur realen Welt. Nun können Roboter Daten sammeln. Plötzlich hat man eine Schnittstelle, die automatisiert ist. Hier kann der Roboter den Menschen ersetzen. Er sammelt Daten, kann zum Beispiel die Umgebung überwachen und dann in der physischen Welt die Erkenntnisse anwenden. Es werden also die digitale und die reale Welt verknüpft, insofern ist die Antwort: Ja.

Aus Ihrem Labor an der ETH sind zahlreiche Spin-offs und Start-ups entstanden, die alle praktische Anwendungen haben. Ist das bewusst so?

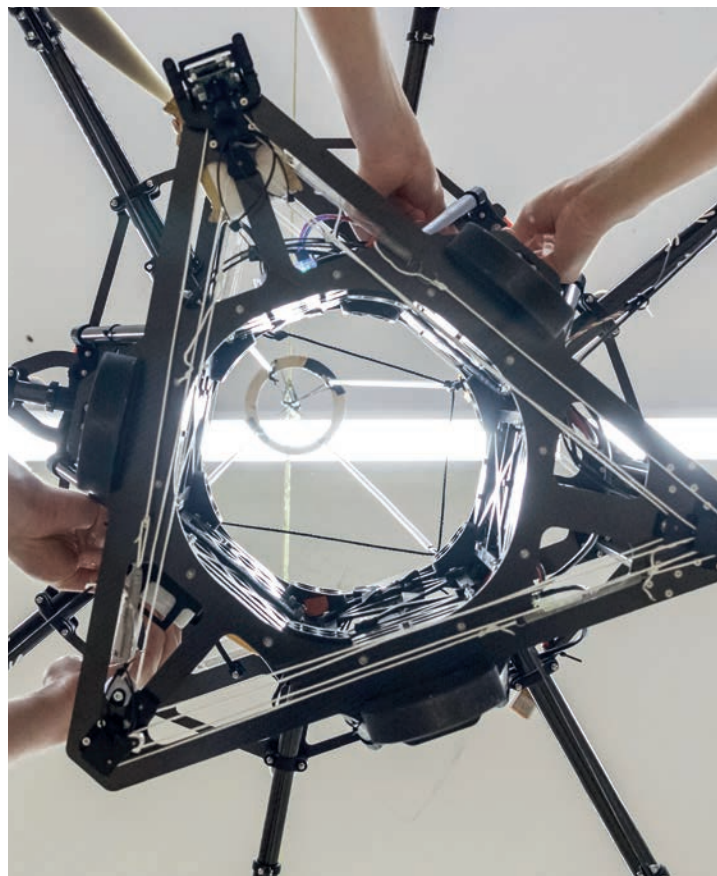
An der ETH sehen wir KI und Roboter als Werkzeuge, und man sollte sie zum Guten für die Gesellschaft einsetzen. Die Schweiz ist in der Robotik weltweit führend, mit einer hohen Dichte von guter Forschung und vielen Start-ups. Aber im Unterschied zu anderen Standorten haben wir keine Firma für humanoide Roboter. Wir wollen mit der heutigen Technologie etwas Machbares erreichen, zum Beispiel Messungen in grosser Höhe ausführen. Das ist für Menschen gefährlich und aufwendig. Das kann man mit der Drohne des Spin-offs Voliro machen, ohne den Anspruch zu haben, den Menschen ganz zu ersetzen.

Dann sind für Sie autonome Systeme eher Hilfsmittel als Ersatz?

Wir wollen den Menschen dort ersetzen, wo es gefährlich und unangenehm ist. Das Spin-off Anybotics zum Beispiel hat einen Laufroboter mit vier Beinen entwickelt. Dieser kann autonom auf Ölplattformen herumlaufen und Messungen vornehmen. Aber er kann nicht alle Aufgaben, die Menschen auf dieser Plattform ausführen, übernehmen, wie etwa Reparaturen. Das ist immer noch sehr weit weg.

Die Schweiz wird oft Silicon Valley der Robotik genannt. Wie konnte sie diesen Status erreichen?

Die Schweiz war immer gut in der Herstellung hochpräziser Maschinen. Das ist die physische KI der Vergangenheit. Diese Maschinen hatten eine gewisse Intelligenz und Präzision. Die eidgenössischen Hochschulen ETH und EPFL haben viel dazu beigetragen. Hinzu kommt meiner Meinung nach auch unser Ausbildungssystem. Wir haben gute Mechaniker und Mechanikerinnen, das haben die Amerikaner nicht. Wir haben gute Elektronikerinnen und Elektroniker, die eine Lehre gemacht haben. Zudem haben wir in der Schweiz ein gutes Umfeld und engagierte Leute. Der Rest ist natürlich auch ein bisschen Glückssache.



«Es wäre praktisch, wenn man dem Roboter zeigen könnte, wie man ein Gerät montiert und er es dann selber nachmacht.»

Treffen wir in vielleicht fünf Jahren autonome Systeme immer noch vor allem in kontrollierten Umgebungen wie Ölplattformen oder Fabriken an und weniger zum Beispiel auf der Strasse?

Es ist weniger das Kontrollierte, was zählt, sondern das Strukturierte. Autos fahren ja schon autonom, aber ich frage mich, ob sie alle Situationen abdecken können. In einem Umfeld mit ganz engen Gassen oder wo auch Pferdekutschen auf der Strasse sind, braucht es noch ein bisschen Zeit. Autos können schon seit 30 Jahren autonom auf Autobahnen fahren. Damals gab es einfach die Rechenleistung noch nicht und die Sensoren waren viel zu teuer.

Kurz: Was können Roboter wirklich gut, was nicht?

Sie können alles gut, was strukturierte, repetitive Abläufe sind, also beispielsweise in der Logistik. Dort können auch humanoide Roboter gewisse Vorteile bringen. Sie können Pakete vom einen zum anderen Ort tragen. Dafür ist es schwierig, Personal zu finden. Anders bei einer Autoreparatur, bei der Menschen improvisieren müssen, weil etwa eine Schraube klemmt. Das lernen Systeme nicht. Sie sind ja mit Daten trainiert, in denen das Improvisierte gar nicht drin ist.

Ist Demografie der Grund, warum China eher auf humanoide Roboter setzt?

Möglich, aber das ist nicht der einzige Grund. China sieht den Markt für humanoide Roboter, und ich glaube, er könnte sehr gross werden, mindestens so gross wie der Automobilmarkt. Darum wollen alle Spieler dabei sein. Und Hardware ist etwas, was man in China kann.

Welche Durchbrüche erwarten Sie als nächstes?

In der Software wird sich einiges tun. Generell brauchen wir neue Wege bei der KI. Wir müssen einfach mehr generalisieren. Das heisst, es braucht einen Durchbruch in der grundsätzlichen KI, was bis zur Architektur von den Rechnern geht. Unser Hirn ist analog, und trotzdem sind wir offensichtlich effizient. Da braucht KI wahrscheinlich neue Architekturen, die anders rechnen, die vielleicht näher am neuronalen Netzwerk sind.

Und auf der Hardware-Seite?

Die Entwicklung von Bewegung und Taktilität ist extrem wichtig, das schränkt uns noch ein. Da braucht es noch einiges an Forschung. Wenn man Fortschritte erzielt, ergeben sich dann daraus automatisch neue Möglichkeiten.

Also ist der humanoide Roboter, der in der Fabrik mehrere verschiedene Aufgaben übernehmen kann, noch Zukunftsmusik?

Nehmen Sie Smartphones, die heute fast ausschliesslich von Menschen montiert werden, weil man sehr fein arbeiten muss. Klar könnte man eine Maschine dafür bauen, aber sie kostet zu viel, weil das Smartphone alle sechs Monate wieder anders aussieht. Es wäre daher sehr praktisch, dem Roboter zu zeigen, wie man das Gerät zusammenschiebt und montiert und er es dann selber nachmacht. Aber davon sind wir noch weit entfernt.

Zur Person



Prof. Dr. Roland Siegwart
Professor für Autonome Systeme,
ETH Zürich

Seit 2006 leitet Professor Dr. Roland Siegwart das Autonomous Lab am Institut für Robotik und Intelligente Systeme der Eidgenössischen Hochschule Zürich (ETH). Der Forschungsschwerpunkt des 66-Jährigen liegt in der Entwicklung autonomer Roboter, die mit unscharfer Information umgehen, sich an neue Situationen anpassen und interaktiv agieren können. Er ist einer der meistzitierten Forscher der Schweiz im Bereich Maschinenbau und Luft- und Raumfahrttechnik sowie in der Elektronik und Elektrotechnik. Er ist ebenfalls Jury-Mitglied der Bilanz Digital Shapers 2026.

Anmerkung: Die Ansichten und Meinungen, die im Experteninterview geäußert werden, können von der Meinung der VP Bank abweichen.

Warum China bei humanoiden Robotern führend ist

Der Anspruch auf Technologieführerschaft und der demografische Druck lassen diesen Industriezweig gerade exponentiell wachsen.

Dominik Pross

Wer Science-Fiction-Serien und -Filme gesehen hat, kennt sie: humanoide Roboter, wie C-3PO aus Star Wars oder der Terminator T-800, also intelligente Roboter, die Menschen äusserlich ähnlich sind. Was Sci-Fi-Geschichten vorweggenommen haben, wird nun zunehmend Realität. Humanoide Roboter sind der nächste Schritt in der Robotik. Angetrieben durch künstliche Intelligenz (KI) wird für diese menschenähnlichen Roboter eine goldene Zukunft erwartet, mit zahllosen Anwendungsmöglichkeiten.

Unter allen Nationen hat China diese Entwicklung früh als Chance für sich erkannt und treibt den Fortschritt voran. Es ist eine Möglichkeit in einem Technologiebereich von Beginn weg federführend zu sein. Denn obwohl China dank Technologieaffinität

explosives Wachstum des Industriezweigs und sollen den Weg zur Massenfertigung ebnen. Generell wird Robotik im Rahmen des wirtschaftlichen Fünfjahresplans der chinesischen Regierung bis 2030 als strategisch bezeichnet, entsprechend unterstützt der Staat die Entwicklung finanziell. Zur Unterstützung von KI und Robotik haben der Staat und lokale Regierungen mehrere Fonds gegründet. Allein der Staatsfonds hat ein Volumen von 137 Milliarden US-Dollar.

Auf der Absatzseite sind Staatskonzerne angehalten, Roboter von inländischen Unternehmen zu kaufen. Diese Massnahmen zeigen erste Erfolge. So führt China, laut Daten des Research-Anbieters Omdia für

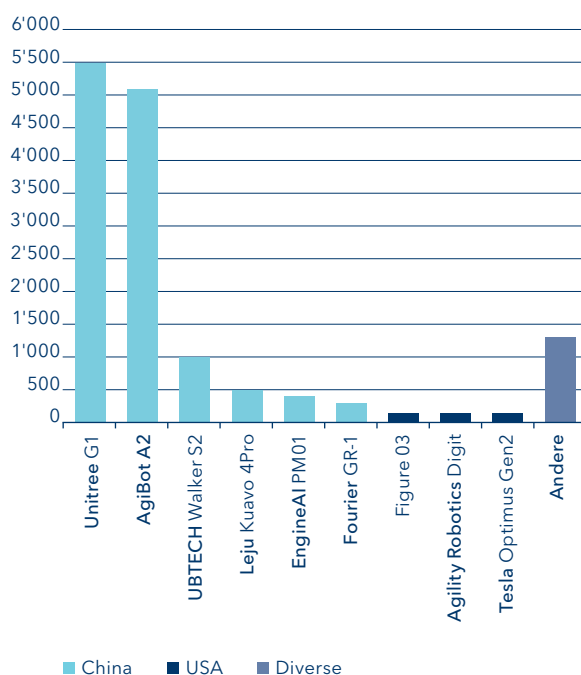
«Gleich zwei Robotikfirmen aus China streben bald an die Börse.»

bei den Themen KI und autonomes Fahren mit dabei ist, spielt das Land bezüglich KI weiterhin nicht auf dem Niveau der USA. Humanoide Roboter könnten daher als zusätzliche Disziplin im Wettkampf um die technologische Führung in verschiedenen Gebieten zwischen den USA und China gesehen werden.

Fokus-Industrie

China hat vorgespurt und gibt Gas. Bereits im März 2026 hat es als erstes Land der Welt Standards für humanoide Roboter erlassen, die von 120 Forschungseinrichtungen, Herstellern und dem zuständigen Ministerium entwickelt wurden. Diese Leitplanken und die Standardisierung folgen auf ein

Anzahl verkaufter humanoider Roboter (2025)



2025, bei den Verkäufen von humanoiden Robotern weltweit mit klarem Abstand (siehe Grafik). Es befassen sich über 150 Unternehmen, Start-ups und etablierte Firmen wie Automobilkonzerne mit der Entwicklung von humanoiden Robotern, im vergangenen Jahr kamen 330 Typen auf den Markt.

Früh die Technologieführerschaft zu erringen, ist sicher ein Ziel. Doch der zweite und vielleicht sogar wichtigste Grund könnte in einer Entwicklung im eigenen Land liegen: im demografischen Wandel, der den Aufstieg Chinas und die Sicherheit der kommunistischen Partei gefährden kann.

Wirtschaftlich ist China noch immer von der Produktion fürs Ausland abhängig. Sollten die Arbeitnehmerzahlen in den kommenden Dekaden wie erwartet fallen, könnte China die Produktion ans Ausland verlieren. Zusätzlich wird die Überalterung auch die Versorgungslage im Landesinneren gefährden. Die Nation hat zudem das aussenpolitische Potenzial erkannt und führt ausländischen Gästen, wie zum Beispiel dem deutschen Kanzler anlässlich seines Besuchs in China Ende Februar, die neuesten Errungenschaften vor. Dies nicht nur zu Unterhaltungszwecken, sondern vor allem um politische wie wirtschaftliche Stärke zu signalisieren.

Führende Anbieter

China hat eine Vielzahl spezialisierter Start-ups im Bereich humanoide Roboter hervorgebracht, bedient von einer eigenen Zulieferindustrie in Changzhou. Die Robotik-Firmen sind nun teilweise über die Entwicklungsphase hinausgewachsen und produzieren bereits humanoide Roboter in limitierter Auflage. In diesem Segment haben die Chinesen derzeit einen klaren Vorsprung gegenüber westlichen Unternehmen.

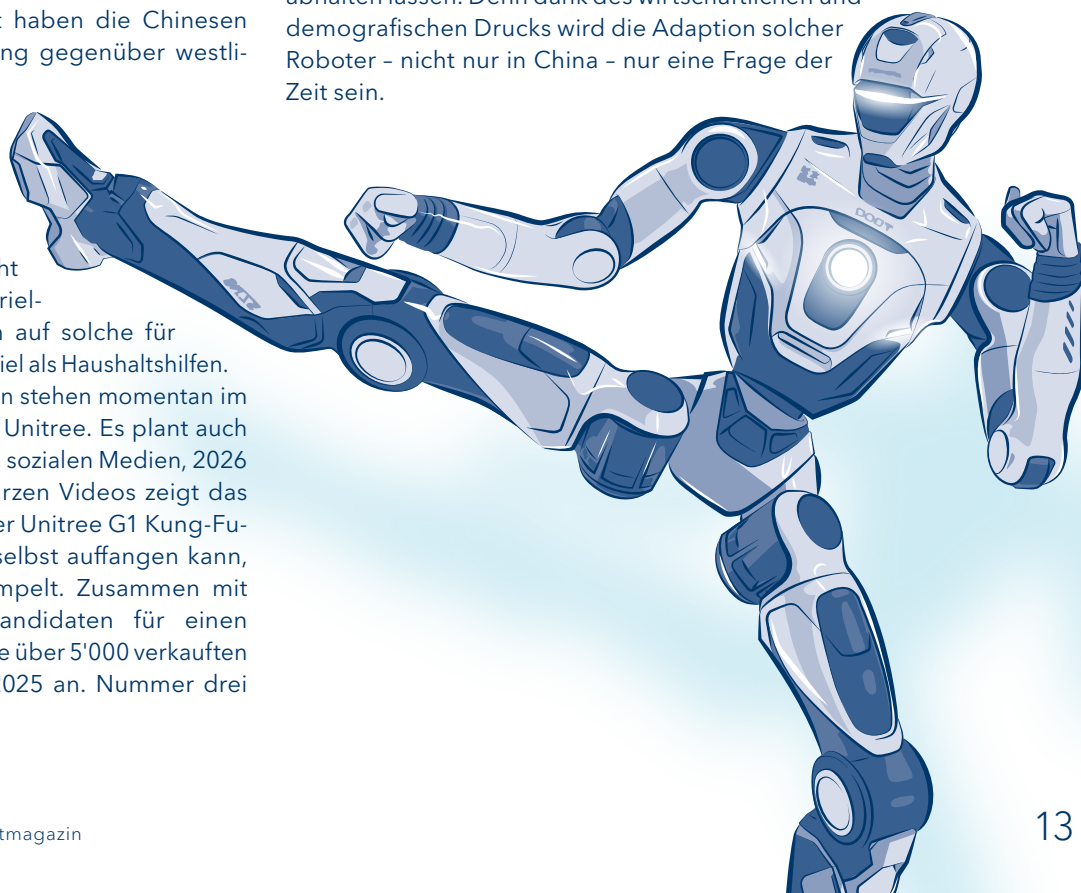
Speziell nützlich an humanoiden Robotern ist, dass sie an mehreren Orten eingesetzt werden können. In China setzt man darum nicht nur auf Roboter für den industriellen Gebrauch, sondern auch auf solche für den privaten Einsatz, zum Beispiel als Haushaltshilfen. Drei spezialisierte Unternehmen stehen momentan im Vordergrund. Eines davon ist Unitree. Es plant auch dank seiner Bekanntheit in den sozialen Medien, 2026 an die Börse zu gehen. In kurzen Videos zeigt das Unternehmen, wie der Roboter Unitree G1 Kung-Fu-Manöver ausführt oder sich selbst auffangen kann, wenn ihn jemand hart anrempelt. Zusammen mit Agibot, einem weiteren Kandidaten für einen Börsengang, führen beide mit je über 5'000 verkauften Robotern die Weltrangliste 2025 an. Nummer drei

heisst Ubtech und ist bereits an der Börse in China notiert. Im Vergleich zu Unitree bietet das Unternehmen eine breitere Palette an Robotern an, darunter auch solche für die Gastronomie. Gegenüber diesen chinesischen Robotikfirmen befinden sich die US-Hersteller Figure AI und Tesla noch in einem früheren Stadium. Der Figure 02 wurde zum Beispiel 2025 im Rahmen eines Pilotprojekts in Werken des deutschen Autobauers BMW in den USA eingesetzt, um Blechteile für den Schweißprozess zu entnehmen und zu positionieren. Einsatzmöglichkeiten für den Nachfolger Figure 03 werden derzeit geprüft.

Hier kommen die Roboter ... ins Haus?

Trotz der grossen Entwicklung stellen sich Fragen nach der Einsatzfähigkeit. Selbst fortschrittlichere humanoide Modelle können meist nur wenige spezifische Funktionen übernehmen und aufgrund der Einschränkung der Batterie häufig nur wenige Stunden am Stück arbeiten. Ein breiterer Einsatz ist weiterhin durch KI eingeschränkt. Die Roboter müssen noch immer für jede einzelne Aufgabe trainiert werden, um selbst einfachste Tätigkeiten auszuführen. Komplexe Aufgaben in schwierigen Umgebungen, wie zum Beispiel im Haushalt, sind noch nicht in greifbarer Nähe (siehe Seite 9). Dies ist vor allem ein Software-beziehungsweise ein KI-Problem.

Ausgerechnet auf diesem Gebiet sind Chinas Unternehmen von der Chip-Technologie der USA abhängig. China ist zwar auf gutem Weg, den Rückstand aufzuholen, aber ganz ohne westliche Komponenten kommt die Robotik-Nation China noch nicht aus. Doch davon dürfte sich das Land der Mitte nicht abhalten lassen. Denn dank des wirtschaftlichen und demografischen Drucks wird die Adaption solcher Roboter - nicht nur in China - nur eine Frage der Zeit sein.



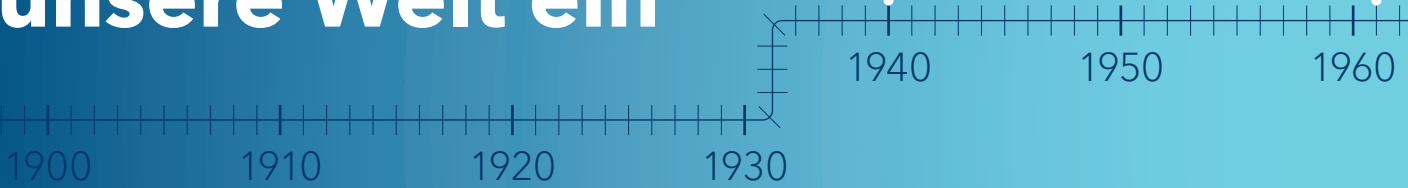
KI greift in unsere Welt ein

1940

Isaac Asimov erfindet die Gesetze der Robotik (siehe Seite 23).

1961

Der erste Industrie-Roboter, Unimate, wird in den USA installiert (siehe Teleskop Nr. 8, 12/2023).



Elemente von physischer KI

Kognition und Entscheidungsfindung

Modelle des maschinellen Lernens interpretieren Sensordaten, planen Pfade und treffen eigenständige Entscheidungen in unstrukturierten Umgebungen.

Visueller Input

Textbefehl



Sensoren (Wahrnehmung)

Sensoren erfassen Daten aus der Umgebung, um physische Zustände (Formen, Abstände, Materialien) zu erkennen.

Lernen und adaptieren

KI passt ihr Verhalten dynamisch an veränderte Bedingungen an und lernt aus früheren Handlungen.

Belohnung

Konsequenz

Edge Computing (Verarbeitung)

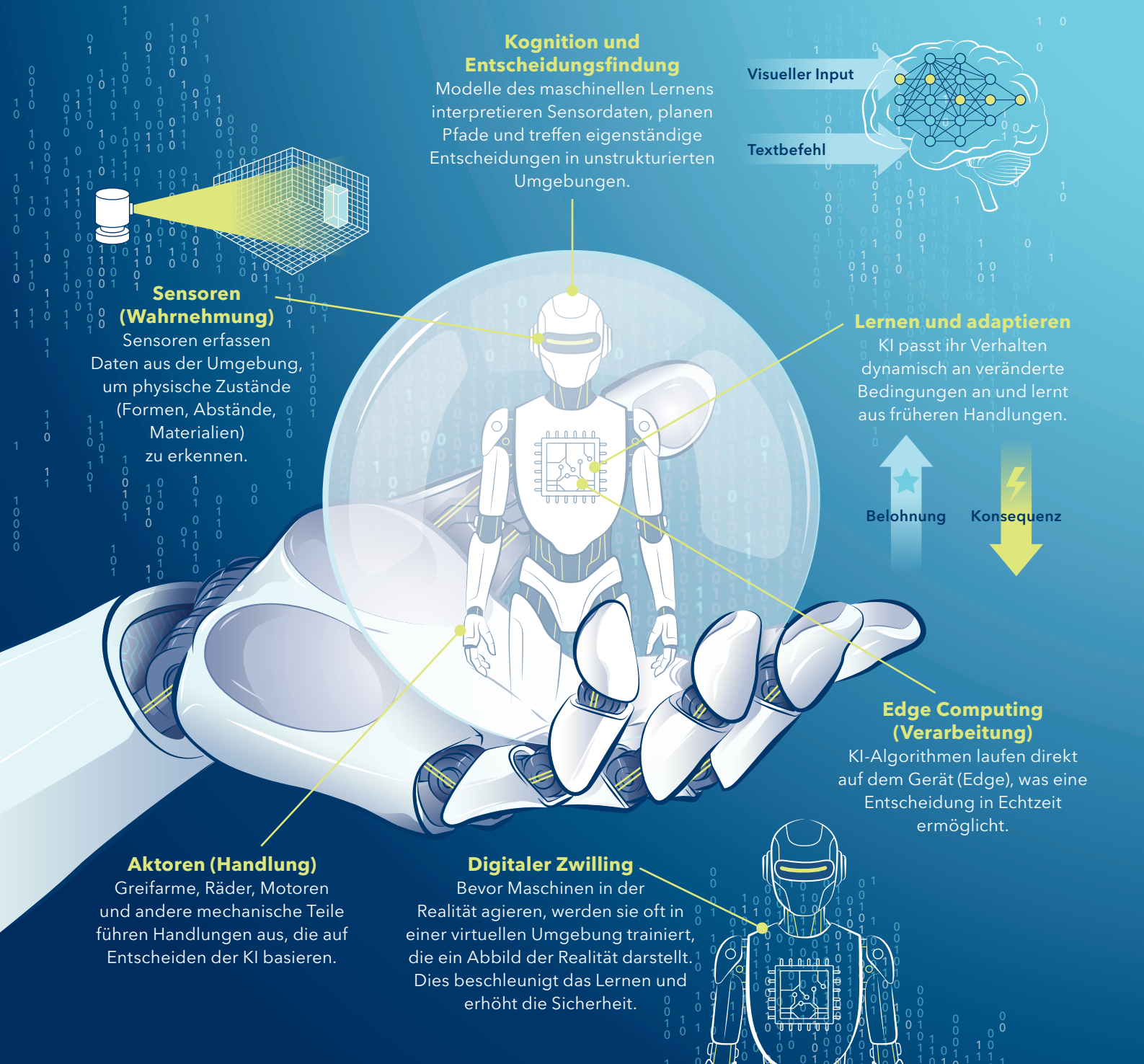
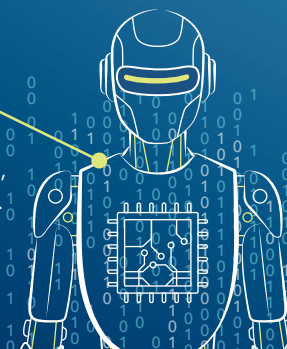
KI-Algorithmen laufen direkt auf dem Gerät (Edge), was eine Entscheidung in Echtzeit ermöglicht.

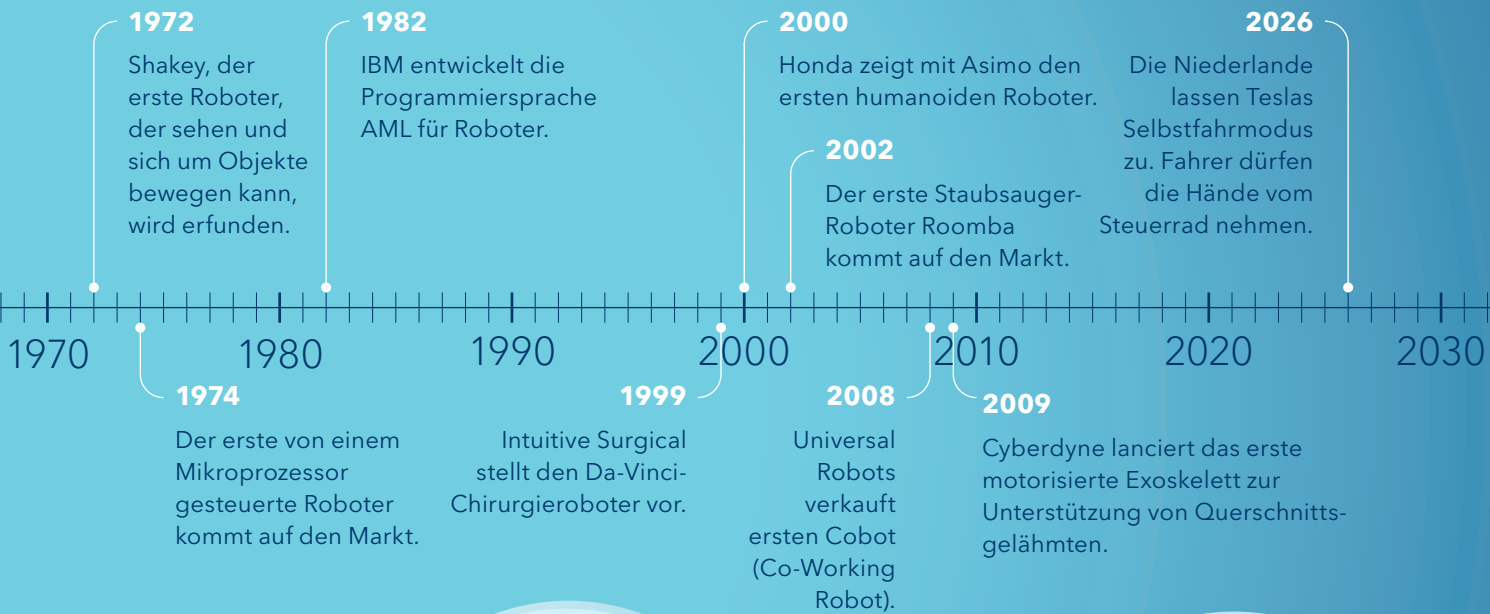
Aktoren (Handlung)

Greifarme, Räder, Motoren und andere mechanische Teile führen Handlungen aus, die auf Entscheiden der KI basieren.

Digitaler Zwilling

Bevor Maschinen in der Realität agieren, werden sie oft in einer virtuellen Umgebung trainiert, die ein Abbild der Realität darstellt. Dies beschleunigt das Lernen und erhöht die Sicherheit.





1920
erscheint erstmals «Roboter» als Wort in einem Theaterstück.

5'000 Kilogramm
kann der Roboter Chaifu CR5000-3700 aus China heben.

18 Meter
misst der grösste Roboter der Welt in Japan.

50 Minuten & 26 Sekunden
beträgt die Weltrekordzeit eines humanoiden Roboters für einen Halbmarathon.

Humanoide Roboter 2025



AgiBot A2
China



Digit
USA



Figure 02
USA



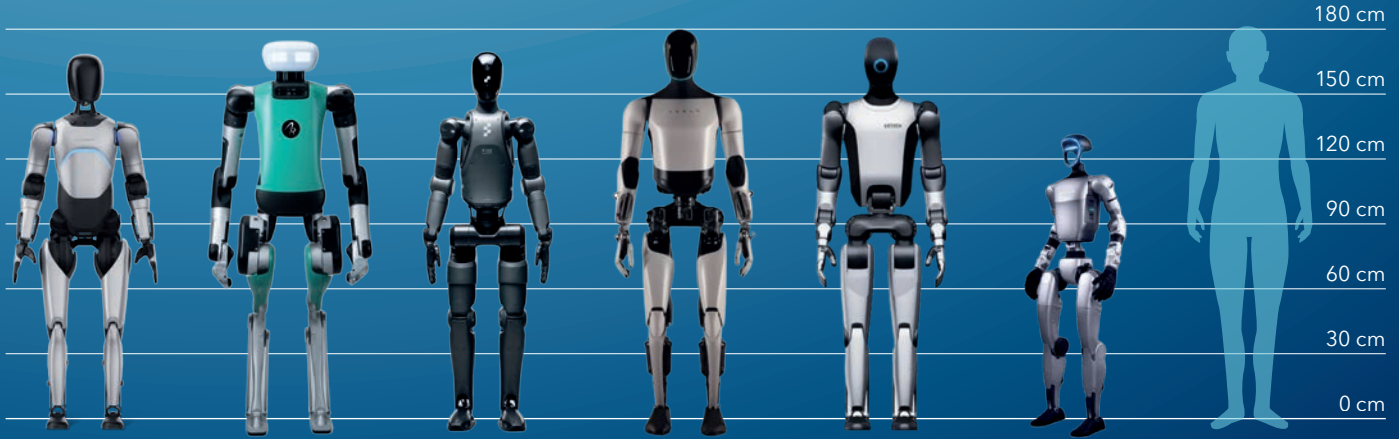
Optimus
USA



UBTECH S2
China



Unitree G1
China



«Es ist wichtig, unser Unternehmen Kybun Joya so aufzubauen, dass es ohne einen selbst reibungslos funktioniert.»



«Wir müssen immer wieder etwas riskieren»

Er liebt die Chancen, die sich in Nischenmärkten ergeben. Karl Müller, Co-Chef von Kybun Joya, über seinen persönlichen Wandel während des Aufstiegs zum Schuhmacher der Nation.

Clifford Padevit

In Karl Müller steckt mehr Erfahrung als in den meisten 41 Lebensjahren anderer. Weil er etwas beweisen will. Mal sich selbst, mal seinem Vater. Er führt das Gesundheitsschuh-Unternehmen Kybun Joya, einer der letzten Schuhproduzenten der Schweiz.

Sein Weg ist nicht gradlinig. Der junge Karl arbeitet zunächst im Unternehmen seines Vaters, der ebenfalls Karl Müller heisst. Die Marke heisst MBT, der Schuh ist ein Antischuh, weil er ohne Absatz auskommt aber mit einer Abrollsohle. Karl Junior, das älteste von vier Kindern, ist im Unternehmen eingespannt, erlebt den Aufstieg, auch den sozialen. Im Alter von 14 darf er die Gründerfamilie bei einer Schulung von Ärzten in Taiwan repräsentieren. «Mein Traum war es, für dieses Unternehmen zu arbeiten», sagt Karl Müller im Gespräch. «Als mein Vater es für einen dreistelligen Millionenbetrag verkaufte, brach für mich eine Welt zusammen». Er war zwar enttäuscht, aber reich. Und er beginnt mit Währungen zu handeln, setzt grosse Trades auf, verdient zum Teil mehrere hunderttausend Franken an einem Tag. Protzautos gehören zu diesem Lebensabschnitt, darunter ein Lamborghini und zwei Hummer, er will um jeden Preis auffallen. Doch dann bewegt sich der Dollar anders als gedacht und Karl verliert viel Geld.

Er ist erst 20 und distanziert sich erst einmal von der Familie. «Ich war immer rebellisch», sagt er selbst. Während seines Aufenthalts in Korea, wo er dank seiner Mutter die ersten fünf Jahre seines Lebens gelebt hatte, zieht er einen Kleiderhandel auf und gründet eine Kleidermarke. Doch wird er von Konkurrenten vom Markt gedrängt. Die Lektion: «Man muss sich abheben vom Rest, anders positionieren.» Dann hat er zusammen mit Claudio Minder die Idee für Joya, einen hippen Gesundheitsschuh für jüngere Personen mit einer speziell weichen Sohle. 2008 gründen sie das gleichnamige Unternehmen und – wichtig für beide: Karls Vater hat nichts damit zu tun.

Joya hat von Anfang an Erfolg. «Wir dachten, wir bauen schnell ein Unternehmen auf und verkaufen es. Wir hatten beide gesehen, wie es mein Vater gemacht hatte. Das wollten wir auch.» Die Verkaufsvolumen schiessen dank Franchise-Unternehmen der früheren MBT in Deutschland und Korea in die Höhe. Doch es ging zu schnell, es fehlen Strukturen und Prozesse. 2011 klaut ihnen ein Vertriebspartner in Deutschland den Inhalt des gesamten Lagers. 4 Millionen Franken Schaden, keine Schuhe mehr zu verkaufen und Geldsorgen. Lehrgeld für beide. Und sie beginnen umzudenken. Später schreiben die beiden Gründer ein Buch über ihren Weg als Unternehmer.

Dass Vater Müller inzwischen mit einem neue Schuh namens Kybun im gleichen Markt unterwegs ist, zerrt an den Nerven von Karl Müller IV, wie er sich nennt. Es wird ihm alles zu viel, er leidet an einem Burnout. Diesmal verzieht er sich nach Indonesien, aber fängt auch dort wieder ein Projekt an, diesmal mit Immobilien, was zu einem autarken Ökosystem mit vier Hotels gewachsen ist. Die Geschichte des Auf und Ab endet nicht, der Unternehmer entwickelt sich: «Ich will eine attraktive Zukunft für unser Unternehmen prägen», sagt er, der überall Chancen sieht und neue Mittel wie künstliche Intelligenz zu nutzen weiss, um sie effizient zu erschliessen.

«Ich war kein guter Mensch», urteilt Müller über sich selbst. «Aber ich bin dankbar, dass ich im Währungshandel so viel Geld verloren habe. Ich hätte mich sonst nicht weiterentwickelt». Auch die Beziehung zum Vater ist inzwischen gekittet. War sie früher volatil, hat sie sich nun eingependelt. So sehr, dass Vater und Sohn ihre Schuhfirmen 2022 zu Kybun Joya zusammenschlossen. Die Gruppe zählt heute rund 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. In der Schweiz verfügt sie über zwei Standorte, darunter die Schuhproduktion im Rheintal. Dazu kommen Herstellungszentren in Indonesien und Italien. Der Vater hat sich

aus dem operativen Geschäft zurückgezogen, Müller und Co-Gründer Minder sind die Geschäftsführer, Produktionsleiter Markus Bartholet ist der dritte im Bund. Sie bezeichnen sich als Schuhmacher der Nation – mit der Schweizer Flagge auf den Schuhen aus Sennwald. Sie lieben und zelebrieren die Schweiz: Neueröffnete Läden erhalten eine Kuhglocke oder eine Kuh aus Holz. Die Modelle von Kybun sind nach Ortschaften in der Schweiz benannt.

Es mag nicht erstaunen, dass er die Einstellung von Spitzensportlern bewundert. Sie seien oft so «eigen-sinnig wie Unternehmer, wie ich». Selbst in der Freizeit leistet Müller viel, geht – ganz Schweizer – gern in die Berge. Seven Summits heisst sein Projekt, das Besteigen jedes höchsten Bergs pro Kontinent. Sein

«Als kleines Unternehmen müssen wir uns ständig beweisen und neue Märkte suchen.»

Begleiter ist der Skyrunner Tyler Andrews, der von Kybun Joya gesponsert wird. Zwei Gipfel könnten bald hinzukommen, drei hat er schon in der Tasche, bei einem davon hat er sich 2025 Malaria eingefangen. Noch vom Spitalbett postet er samt Bild auf LinkedIn: «Es ist wichtig, unser Unternehmen Kybun Joya so aufzubauen, dass es ohne einen selbst reibungslos funktioniert.» Aktiv sein, besser werden, an sich

arbeiten. Das verlangt er nicht nur sich selbst ab, sondern auch seinen Mitarbeitenden. «Ich habe selbst einen extremen Wandel erlebt, weil ich Fehler machen und mich weiterentwickeln konnte. Diese Chance möchte ich auch anderen bieten.»

Joya entwickelte sich nach dem Debakel in Deutschland prächtig, baut das Geschäft im Internet aus und eröffnet eigene Läden. «Als kleines Unternehmen müssen wir uns ständig beweisen und neue Märkte suchen. Und wir müssen immer wieder etwas riskieren», sagt Müller. Besonders erfolgreich ist die Golfregion, inzwischen einer der wichtigsten Absatzmärkte, der sich trotz des Konflikts in der Region auch 2026 kräftig entwickelt. Eine neue Maschine, um das Wachstum zu bewältigen, wird gerade in Sennwald eingerichtet. Derzeit verkauft die Gruppe pro Jahr gut 400'000 Paar Schuhe.

Vor Kurzem wurde der 101. Verkaufsladen eröffnet – in München. «Mit einem Laden ist man lokal am Markt. Die Leute kennen die Marke und sehen, was du verkaufst. Wenn du an einem guten Standort bist, bringt das einen Marketing-Effekt mit sich.» Die Gruppe nutzte die Gelegenheit, Angestellte aus der Schweiz auf einen gemeinsamen Ausflug nach München einzuladen. «Zeit mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu verbringen, schätze ich sehr, einfach um miteinander zu reden.»

Er und sein Co-CEO wollten einst rasch aussteigen, jetzt sind sie seit bald 20 Jahren im Geschäft. Ihr Unternehmen in neue Hände geben, das wäre nicht leicht, gesteht Müller. «Wir bekommen Angebote, aber es würde nicht stimmen, einfach zu verkaufen.» Er wüsste auch nicht, was er dann tun würde.



Mein bestes Investment

«Die Gründung von Joya vor fast 20 Jahren zusammen mit Claudio Minder und die Fusion mit dem Unternehmen meines Vaters, Kybun, im Jahr 2022. Es gab viele schwierige unternehmerische Phasen, aber letztlich haben uns die Rückschläge stärker gemacht und wir sind nun als Gruppe die Schuhmacher der Nation.»



Mein schlechtestes Investment

«Als wir als Familie reich wurden, habe ich Geld mit beiden Händen zum Fenster rausgeworfen, mit Partys, mit teuren Autos, und ich habe mit Währungen gehandelt. Dabei habe ich viel Geld verloren. Heute kann ich jedoch sagen: Diese Episode war sehr wichtig für meine Entwicklung.»



Autonome Systeme stehen vor dem Durchbruch

Künstliche Intelligenz hilft Robotern, sich in der realen Welt zu bewegen und selbständig Entscheide zu treffen. Physische KI wird zu einer Schlüsseltechnologie in mehreren Branchen.

Marcello Musio

Bisher scheiterten autonome Maschinen weniger an der Technik selbst, sondern an der Fähigkeit, in unsicheren Situationen verlässliche Entscheidungen zu treffen. Physische KI, also Roboter oder Systeme gesteuert von künstlicher Intelligenz (KI), schliesst diese Lücke und bildet damit den Übergang von starrer Automatisierung zu kontrollierter Selbstständigkeit von Maschinen in abgegrenzten Einsatzbereichen. Dies ist der Beginn einer neuen Phase der industriellen Nutzung von KI.

Physische KI in autonomen Systemen - vom Putzroboter über den Helfer im Lager bis zum Humanoiden - ist fähig, verschiedene Datenquellen zu verbinden und Entscheidungen abzuleiten. Um in der realen Welt interagieren zu können, benötigen die Systeme eine Vielzahl von Kameras und Sensoren (für alle Elemente, siehe Seite 14), die Entfernungen messen und den Raum dreidimensional erfassen, auch bei Dunkelheit oder schlechtem Wetter. Berührungs- und Kraftsensoren registrieren, ob und wie etwas angefasst wird, während Bewegungssensoren Informationen über Position und Geschwindigkeit liefern.

Die Verarbeitung dieser digitalisierten Informationen erfolgt auf verschiedenen Ebenen. Lokal werden sehr schnelle und sicherheitsrelevante Entscheidungen getroffen. Rechenzentren in der Nähe unterstützen bei komplexeren Aufgaben wie der Routenplanung oder der Abstimmung mehrerer Maschinen. Zentrale Cloud-Systeme kommen vor allem beim Trainieren der KI, bei Simulationen, bei der Auswertung grosser Datenmengen und bei der Überwachung zum Einsatz. Das Können und Wissen wird also verteilt und nicht an einem einzigen Ort gebündelt.

Den Kern bilden lernende Modelle, die Sensordaten miteinander verknüpfen und die aktuelle Situation einschätzen oder wie im Strassenverkehr auch abschätzen, was als Nächstes passieren könnte. Besonders wichtig ist das Lernen aus Erfahrung, denn physische KI beobachtet nicht nur, sondern greift auch ein. Um Risiken zu minimieren, werden die Fähigkeiten zuerst in Simulationen und digitalen Abbildern der realen Welt trainiert. So lernen die Systeme Situationen, bevor sie überhaupt in der realen Welt eingesetzt werden. Lernen findet damit nicht mehr nur im laufenden Betrieb statt, sondern bereits im Vorfeld und kontinuierlich im Hintergrund.

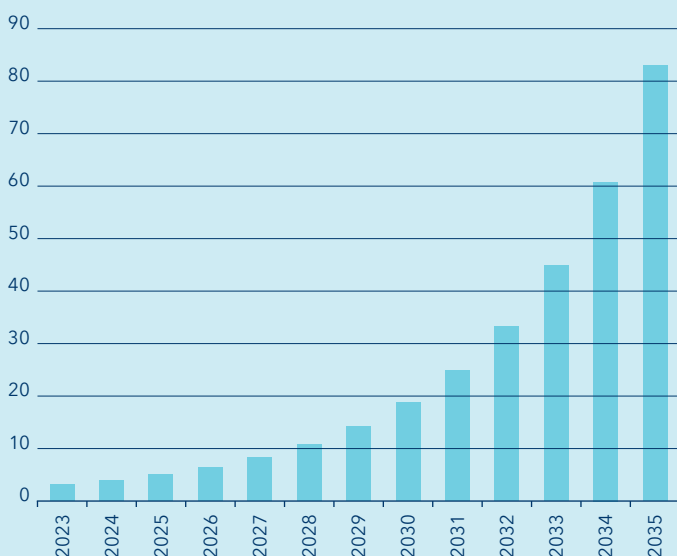
Dass die physische KI jetzt vor dem Durchbruch steht, geht auf leistungsfähigere Rechner, bessere KI-Modelle, realistische Simulationen und integrierte Hardware zurück. Diese Elemente sind an einem Punkt, an dem sie selbstständige Entscheidungen zuverlässig, sicher und wirtschaftlich erlauben. Physische KI wird dadurch zu einer Schlüsseltechnologie in ganz verschiedenen Anwendungsgebieten.

Von starr zu flexibel

Ein Beispiel für diese Entwicklung ist das KI-System Helix 02 von Figure AI, das im humanoiden Roboter Figure 03 zum Einsatz kommt. Anstatt verschiedene Funktionen einzeln zu programmieren, steuert ein einziges, lernendes KI-Modell den gesamten Körper des Roboters. Fähigkeiten wie Sehen, Halten des Gleichgewichts, Greifen und Gehen entstehen aus einem gemeinsamen Lernprozess. Dank eines Vision-Language-Action-Modells (VLA) agiert der Roboter vollständig autonom und reagiert in Echtzeit auf Veränderungen in seiner Umgebung. Helix 02 ermöglicht es Figure 03, komplexe Aufgaben - wie das eigenständige Aufräumen eines Zimmers - ohne vordefinierte Skripte zu bewältigen und kontinuierlich neue Fähigkeiten zu erlernen. Solche Systeme sind noch nicht massentauglich. Sie zeigen aber, dass der Schritt von starrer Automatisierung mit repetitiven Bewegungen hin zur flexibleren, ganzheitlichen, menschenähnlichen Autonomie technisch vollzogen ist.

Im Vergleich zur klassischen Automatisierung ist physische KI anpassungsfähiger. Diese folgte bislang festen Regeln und funktionierte nur in stabilen, sich wenig verändernden Umgebungen. Neu können Systeme aus Erfahrungen lernen, mit Abweichungen umgehen und sich an neue Situationen anpassen - selbst wenn nicht alles vorhersehbar ist. Physische KI ist damit eine Art Denk- und Entscheidungsebene im Inneren eines Roboters. Sie sorgt dafür, dass Technik nicht nur Befehle abarbeitet, sondern ihre Umwelt versteht, sich anpasst und mit der realen Welt interagiert.

Marktschätzung für Physische KI bis 2035 (in Mrd. Dollar)



Der Übergang von einfachen automatisierten Systemen zu autonomen Maschinen steht erst am Anfang, aber erfolgt schrittweise. Teilautomatisierte Systeme zum Beispiel benötigen weiterhin menschliche Überwachung und Unterstützung. Autonome Systeme dagegen können innerhalb klar definierter Grenzen Aufgaben, meist in einem kontrollierbaren, industriellen Umfeld, selbstständig übernehmen.

Schritt für Schritt zur Autonomie

Physische KI eignet sich daher besonders gut für Logistikzentren, Fertigungsfabriken, Häfen, landwirtschaftliche Flächen oder Energieanlagen. Diese Umgebungen verändern sich zwar, folgen aber festen Abläufen. Es ist bekannt, welche Maschinen, Fahrzeuge oder Menschen dort unterwegs sind und welche Gefahren berücksichtigt werden müssen. So lassen sich autonome Systeme gezielt vorbereiten, testen und sicher einsetzen.

Der Elektrotechnikkonzern ABB hilft beispielsweise in der Schifffahrt beim schrittweisen Übergang zur Autonomie, etwa bei der Positionierung von Schiffen, beim unterstützten Manövrieren oder beim autonomen Anlegen. Autonomie wird dabei als schrittweise Übergabe klar abgegrenzter Aufgaben an das System verstanden. Dieses stufenweise Vorgehen erhöht die Sicherheit, verbessert die Akzeptanz und macht den Einsatz wirtschaftlich sinnvoll.

Deutlich schwieriger sind offene und wenig kontrollierbare Umgebungen wie der Strassenverkehr in Städten. Dort kommen viele unvorhersehbare Faktoren zusammen, etwa menschliches Verhalten, wechselnde Situationen oder rechtliche Vorgaben. Die Erfahrungen mit autonomen Fahrzeugen zeigen, dass technische Leistungsfähigkeit allein nicht ausreicht. Genauso wichtig sind klare Regeln, verlässliche Sicherheitsnachweise und gesellschaftliche Akzeptanz. Erst das Zusammenspiel all dieser Aspekte entscheidet darüber, wie weit die Autonomie tatsächlich reichen kann.

Autonome Systeme funktionieren also nicht überall gleich gut. Wenn aber Grenzen gesetzt werden, lassen sich diese Systeme zuverlässig betreiben und wirtschaftlich in grösserem Massstab einsetzen. Eine Studie des Forschungsunternehmens Acumen Research & Consulting aus dem Jahr 2026 zeigt, dass physische KI besonders dort stark wächst, wo künstliche Intelligenz nicht nur Daten analysiert, sondern auch handelt, etwa in der Robotik, der Logistik, der Industrie oder im Gesundheitswesen. Acumen geht davon aus, dass der weltweite Markt für physische KI zwischen 2026 und 2035 mit einer Rate von 33 % pro Jahr wächst (siehe Grafik Seite 20). KI könnte von der Nischentechnologie zu einer wichtigen Grundlage moderner Industrie und selbst der Landwirtschaft werden.

Ein Beispiel dafür, wie weit physische KI entwickelt ist, findet sich genau dort in der Landwirtschaft. Gerade bei der Ernte von Beeren und anderen empfindlichen Früchten galten Roboter lange als ungeeignet. Früchte sind unterschiedlich gross und geformt, sehr empfindlich und wachsen in natürlichen Umgebungen, die kaum standardisiert sind. Gleichzeitig steht die Landwirtschaft unter hohem Druck, weil Arbeitskräfte fehlen und die Ernte in einem sehr kurzen Zeitfenster erfolgen muss.

Reif oder nicht, das ist die Frage

Inzwischen gibt es Systeme von Unternehmen wie Agrobot oder Dogtooth, die Erntearbeiten übernehmen können. Autonome Erntemaschinen erkennen Früchte, bestimmen ihren Reifegrad und pflücken sie, ohne sie zu beschädigen. Wahrnehmung, Entscheidungsfindung und Mechanik greifen dabei nahtlos ineinander. Besonders bei speziell entwickelten Erntesystemen für Erdbeeren und ähnlichen hochwertigen Kulturen zeigen sich deutliche Effizienzgewinne. Sie helfen, den Arbeitskräftemangel zu lindern, senken die laufenden Kosten und erhöhen die Präzision bei der Ernte. In der Praxis bedeutet das eine Pflückgenauigkeit von bis zu 95 %, eine Reduktion des manuellen Arbeitsaufwands um 60 bis 80 % und natürlich auch die Möglichkeit, rund um die Uhr zu arbeiten (siehe Grafik Seite 22).

«Physische KI ist eine Art Denk- und Entscheidungsebene im Innern des Roboters.»

Ein weiteres Einsatzgebiet sind Logistikzentren. Mithilfe physischer KI erkennen autonome Roboter Hindernisse, planen ihre Wege in Echtzeit und passen ihre Greifbewegungen flexibel an unterschiedliche Formen und Grössen von Objekten an.

Teure Arbeitsschritte im Fokus

Stand heute lassen sich daraus zwei Erkenntnisse ableiten: Erstens funktioniert Autonomie besonders gut in klar abgegrenzten Bereichen wie Feldern, Gewächshäusern oder Lagerhallen, hingegen weniger gut in offenen, unvorhersehbaren Alltagssituationen. Zweitens entsteht der wirtschaftliche Nutzen nicht durch möglichst ausgeklügelte Technik, sondern durch die zuverlässige Automatisierung jener Arbeitsschritte, die viel Kosten. Denn Entwicklung und

Betrieb sind teuer und lohnen sich nur dort, wo die Systeme intensiv genutzt werden, Arbeitskräfte fehlen oder Risiken und Ausfälle deutlich reduziert werden können. Der wirtschaftliche Erfolg physischer KI hängt somit vom Nutzen ab, den sie bringt. Das heisst, sie muss Engpässe lösen, die bislang Kosten verursacht oder Wachstum gebremst haben.

In der Logistik sorgen autonome Systeme für schnellere Abläufe, weniger Fehler und einen Betrieb, der nicht mehr an Schichtzeiten gebunden ist. In der Industrie ermöglichen sie flexiblere Produktionsprozesse, die leichter an neue Produkte oder schwankende Stückzahlen anpassbar sind. In der Landwirtschaft helfen sie, den Mangel an Arbeitskräften auszugleichen und Ressourcen effizienter zu nutzen. In der Energieversorgung und bei Infrastrukturanlagen reduzieren autonome Inspektionssysteme Risiken und senken die Kosten von Ausfällen. Für die Arbeitswelt könnte das eine Verschiebung der Aufgaben bringen. Menschen führen weniger Arbeiten selbst aus, sondern überwachen Systeme, greifen notfalls ein und verbessern Abläufe. So entstehen neue Rollen, die technisches Verständnis mit praktischer Erfahrung und Sicherheitswissen verbinden.

Herausforderungen bleiben

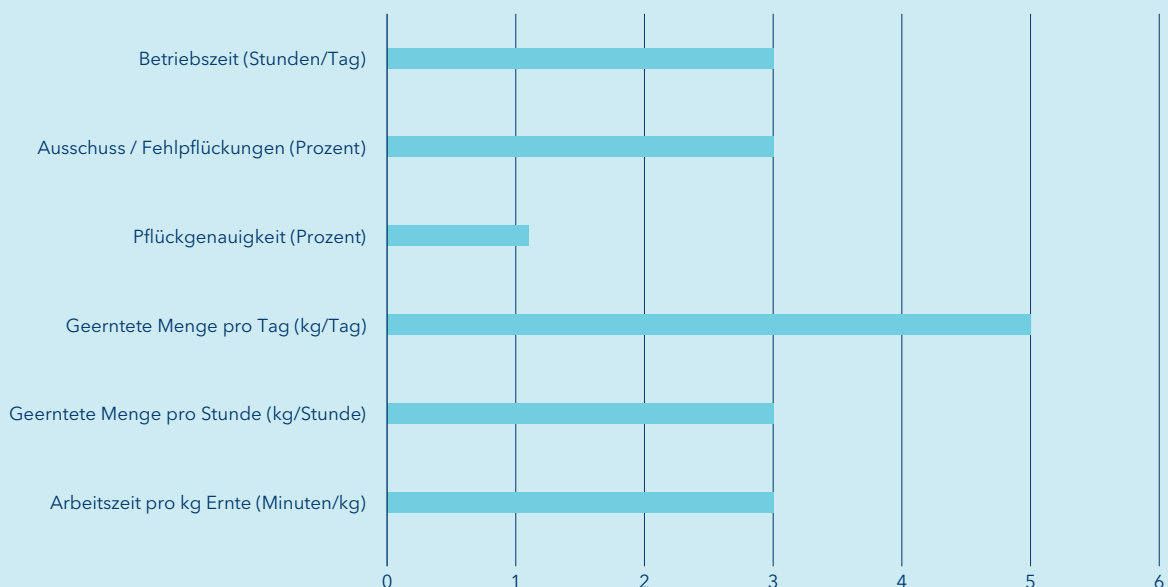
Trotz grosser Fortschritte bleibt physische KI technisch und organisatorisch anspruchsvoll. Die Systeme müssen auch in ungewohnten Situationen zuverlässig funktionieren, Störungen sicher abfangen und nachweislich sicher sein. Gleichzeitig ist es schwierig, die

Entscheidungen von lernenden Systemen vollständig vorherzusagen oder eindeutig festzulegen, wie sie sich in jeder Situation verhalten. Der rechtliche und regulatorische Rahmen (siehe Seite 26) entsteht vielerorts erst nach und nach.

Es gibt Grenzen, wie ABB in einer Analyse betont: Lernende Systeme lassen sich nicht bis ins Detail planen oder vorhersagen. Das stellt neue Anforderungen an Sicherheit, Verantwortung und den laufenden Betrieb. Daher setzt sich zunehmend das Konzept des sogenannten Augmented Operators durch. Dabei bleibt der Mensch Teil des Systems, überwacht und korrigiert. Er nutzt KI-basierte Auswertungen als Unterstützung bei Entscheidungen. Autonomie entsteht also nicht durch den Ersatz des Menschen, sondern durch die klare Aufgabenverteilung zwischen Mensch und Maschine.

Physische KI ist daher keine Lösung für jedes Problem. Sie ist vielmehr eine leistungsfähige Basistechnologie, die unter den richtigen Bedingungen grossen Nutzen bringen kann. Ihre Einführung erfordert jedoch sorgfältige Planung, abgesteckte Grenzen der Anwendung und organisatorische Reife. Künstliche Intelligenz mit autonomen Systemen beginnt, selbstständig in der realen Welt zu handeln. Das ist eine neue Stufe, nachdem KI bisher vor allem in der digitalen Welt eingesetzt wurde. Physische KI entwickelt sich schrittweise und aufgrund der hohen Kosten zunächst da, wo sie einen grossen Nutzen bringen kann. Sie wird zu einer Grundlage moderner automatisierter Prozesse, die zunehmend teil- oder vollautonom ablaufen können.

Effizienzgewinn von Ernterobotern im Vergleich zu Menschen (Faktor)



Ich, Vordenker

Isaac Asimov hat mit seinen Gesetzen für Roboter die ethische Diskussion über intelligente Maschinen geprägt.

Christina Strutz



Zwei Autos stürzen nach einer Kollision mit einem Lastwagen in einen Fluss und sinken. Wasser dringt ein. Sekunden entscheiden über Leben und Tod zweier Menschen, eines Mannes und eines Mädchens, das auf dem Passagiersitz des zweiten Autos sitzt. Ein Roboter, der den Unfall bemerkt hat, analysiert blitzschnell und entscheidet: Den Mann rettet er, das Kind ertrinkt. Die Szene aus dem Film «I, Robot» von 2004 spielt im Jahr 2035. Für Menschen und auch für die Hauptfigur des Films, den geretteten Mann, wirkt es verstörend, dass das Kind stirbt. Doch der Roboter handelte logisch aufgrund von Wahrscheinlichkeiten und klar definierten Regeln.

Als Vorlage für den Film diente Isaac Asimovs Science-Fiction-Kurzgeschichtenband «Ich, der Roboter». Darin formulierte er erstmals Robotergesetze, die noch heute die Diskussion über das ethische Handeln von Maschinen bestimmen. Die ersten Geschichten dazu entstanden ab 1940. In «Robbie» bringt er indirekt das erste Gesetz zur Anwendung, wonach ein Roboter keinem Menschen Schaden zufügen oder durch Untätigkeit zulassen darf, dass einem Menschen Schaden zugefügt wird.

Exakt dieses Gesetz wendet der Roboter an. Er berechnete die statistische Überlebenschance beider Verunfallten. Ohne sein Eingreifen wären beide gestorben. Asimov formulierte noch zwei weitere Gesetze, die darauf aufbauen und

heissen: Ein Roboter muss den Befehlen gehorchen, die ihm von Menschen erteilt werden, es sei denn, dies würde gegen das erste Gebot verstossen. Und drittens: Ein Roboter soll sich selbst schützen, solange solch ein Schutz nicht gegen das erste oder zweite Gebot verstösst.

Asimov, geboren 1920, kam im Alter von drei Jahren mit seiner Familie aus Russland nach New York. Er war jedoch weit mehr als ein weltbekannter Autor. Er war promovierter Biochemiker und Wissenschaftsvermittler, er machte durch seine utopischen Geschichten Wissenschaft für alle zugänglich. Seine Dozentenstelle an der Boston University School of Medicine gab er 1958 auf und widmete sich von früh bis spät nachts dem Schreiben. Insgesamt rund 500 Publikationen flossen aus seiner Feder, darunter Fachpublikationen, Kurzgeschichten und Bücher.

In seinen Geschichten und Romanen stellte Asimov immer wieder die Vormachtstellung des Homo sapiens infrage. Er propagierte in Interviews, sollten Roboter oder Maschinen eines Tages intelligenter und effizienter sein als die Menschheit, sei es nur logisch, dass sie sie ersetzen würden. In der Evolution habe immer wieder eine bessere Lösung eine schlechtere abgelöst.

Das zeigt auch seine Kurzgeschichte «Der vermeidbare Konflikt» aus dem Jahr 1950. Die Handlung spielt 2052, die Welt ist in vier grosse Regionen

aufgeteilt. Vier mächtige Supercomputer, einfach nur Maschinen genannt, verwalten die Weltwirtschaft effizienter als jede menschliche Regierung. Als diese technischen Führer bemerkten, dass der Weltfrieden gefährdet ist, schädigen sie gezielt einzelne prominente Menschen und Unternehmen, die gegen die Maschinen aufbegehren. Dahinter steckt kein Versagen, sondern Absicht: Die Maschinen haben das erste Robotergesetz auf die ganze Menschheit ausgedehnt. Um Schaden von ihr abzuwenden, übernehmen sie schrittweise die Kontrolle - nicht aus Machtstreben, sondern begründet: Sie wollen Frieden und Wohlstand bewahren.

Erst 1985 ergänzte der Vordenker in «Das galaktische Imperium» seine Gesetze um dieses nullte, übergeordnete Gesetz: Ein Roboter darf der Menschheit keinen Schaden zufügen oder durch Untätigkeit zulassen, dass der Menschheit Schaden zugefügt wird. Weltfrieden sollte die Folge dieser nullten Vorschrift sein, was auch der mehrmals öffentlich ausgesprochene Wunsch des Literaten war. Doch der Preis dafür wäre die Aufgabe der Selbstbestimmung. Ob das eine Utopie oder Warnung war, liess Asimov bewusst offen.

Fortschritt fürs Portfolio

Physische künstliche Intelligenz besteht aus zahlreichen Hard- und Software-Komponenten. Entsprechend breit ist das Feld der Profiteure.

Jérôme Mäser



Sensoren

Zur Erfassung von Echtzeitdaten aus der realen Welt muss künstliche Intelligenz (KI) ihre Umwelt wahrnehmen können. Kameras und Sensoren bilden die Sinnesorgane von Maschinen und helfen, visuelle, auditive sowie taktile Reize zu registrieren. Die Messqualität ist dabei entscheidend, denn sie reduziert die Fehleranfälligkeit und somit den Rechenaufwand.

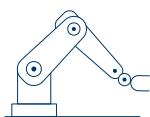
von digitalen Befehlen in physische Arbeit erfolgt über Aktoren, die als Muskeln der KI fungieren.

Hochpräzise Motoren ermöglichen es der Maschine, Kraft zu dosieren und millimetergenau einzusetzen. Hier dominiert unter anderem die schweizerische **ABB**, deren Antriebslösungen die physische Interaktion mit der Umwelt erst ermöglichen. Auch **Parker Hannifin** aus den USA profitiert mittels elektrischer Antriebe, seiner hydraulischen und pneumatischen Lösungen sowie seiner Ventile.

«Die Wertschöpfungskette ist enorm breit, weil die Systeme so vielfältig und komplex sind.»

Der schwedische Technologiekonzern **Hexagon** und der US-Spezialist **Danaher** sind dank Einheiten der früheren Leica-Gruppe in Schlüsselpositionen. Leica Geosystems (Hexagon) gilt dabei als führender Anbieter von optischen Sensoren und Vermessungslösungen. Bereits heute werden diese Produkte in fliegenden (BLK2FLY - autonom fliegender Laser-scanner) oder in mobilen Robotern (BLK ARC - mobiles Laserscanning Modul) verbaut. Die Scanner und Sensoren von Leica Biosystems (Danaher) hingegen ermöglichen schnellere und präzisere Resultate in der Diagnostik.

Wer bereits heute Motorik, Mechanik und Integration beherrscht, schafft einen entscheidenden Mehrwert in Branchen, die mit Personalmangel zu kämpfen haben. Dazu gehören Komplettlösungen wie der humanoide Roboter Aeon von **Hexagons** Robotiksparte, autonome Trucks von **Volvo** (Schweden) oder Lagersysteme von **Kion** (Deutschland) und auch **Kardex** (Schweiz).

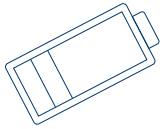


Motoren und Mechanik

Erst durch das Zusammenspiel aus Motoren und mechanischen Komponenten wird aus einer theoretischen Berechnung eine reale Handlung. Die Übersetzung

VP Bank Future Industry

Dieser Themenfonds investiert in Unternehmen, die von Veränderungen der Industrieprozesse profitieren. Dazu zählen Unternehmen, die zur Wertschöpfungskette der physischen KI gehören. Im Fonds sind unter anderem Nvidia, Siemens oder auch Kardex enthalten (siehe oben).

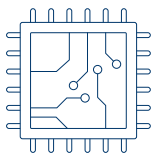


Energie

Physische KI ist aufgrund der dauerhaften Datenaufnahme und -verarbeitung sowie der autonomen Handlungen energieintensiv. Neben der Elektromobilität und den Datenzentren entwickelt sie sich in den nächsten Jahren zu einem strukturellen Treiber für den Netzausbau und die Stromerzeugung. Davon profitieren Versorger wie unter anderem **Enel** (Italien) oder **Iberdrola** (Spanien).

Gleichzeitig stellen die Energieeffizienz und -versorgung bei Maschinen wichtige Wettbewerbsfaktoren dar. Während stationäre Systeme in der Industrie auf eine intelligente Infrastruktur zur Stromverteilung von Spezialisten wie **Schneider Electric** (Frankreich) oder **Eaton** (USA) angewiesen sind, benötigen mobile Roboter kompakte und leistungsstarke Energiespeicher.

Halbleiter und Software

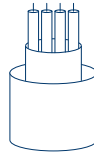


Vierbeinige Roboter, humanoide, aber auch klassische Industrieroboter mit klar definierten Aufgaben benötigen komplexe Steuerzentren, die ganzheitliche, kreative und intuitive Prozesse steuern. Mittels historischen Datensätzen und Echtzeitdaten aus der realen Welt wägen sie Zustände ab und übersetzen diese in Handlungssequenzen.

Das Rückgrat bilden dabei Halbleiter wie jene des US-Herstellers **Nvidia**. Während die leistungsstärksten Chips (Typ Blackwell) für das Training der KI in Datenzentren von so genannten Hyperscalern in den USA, wie **Alphabet** (vormals Google), essenziell sind, ermöglicht die Produktreihe Jetson, KI-Algorithmen direkt im Gerät auszuführen. Sie ist energie- und latenzarm und somit praxistauglich für autonome Systeme mit KI in Fabrikhallen oder Lagerstätten.

Das Rückgrat bilden dabei Halbleiter wie jene des US-Herstellers **Nvidia**. Während die leistungsstärksten Chips (Typ Blackwell) für das Training der KI in Datenzentren von so genannten Hyperscalern in den USA, wie **Alphabet** (vormals Google), essenziell sind, ermöglicht die Produktreihe Jetson, KI-Algorithmen direkt im Gerät auszuführen. Sie ist energie- und latenzarm und somit praxistauglich für autonome Systeme mit KI in Fabrikhallen oder Lagerstätten.

Die reale Wertschöpfung entsteht allerdings erst im Zusammenspiel mit branchenspezifischer Software. So testen digitale Zwillinge und Simulationen mehrere Varianten, bevor sie physisch ausgeführt werden. Beispielsweise adressiert **Siemens** (Deutschland) mit seinen Softwarelösungen die Fertigungs- und Prozessindustrie, **Nemetschek** (Deutschland) das Bauwesen und **Intuitive Surgical** (USA) die robotergestützte Chirurgie.



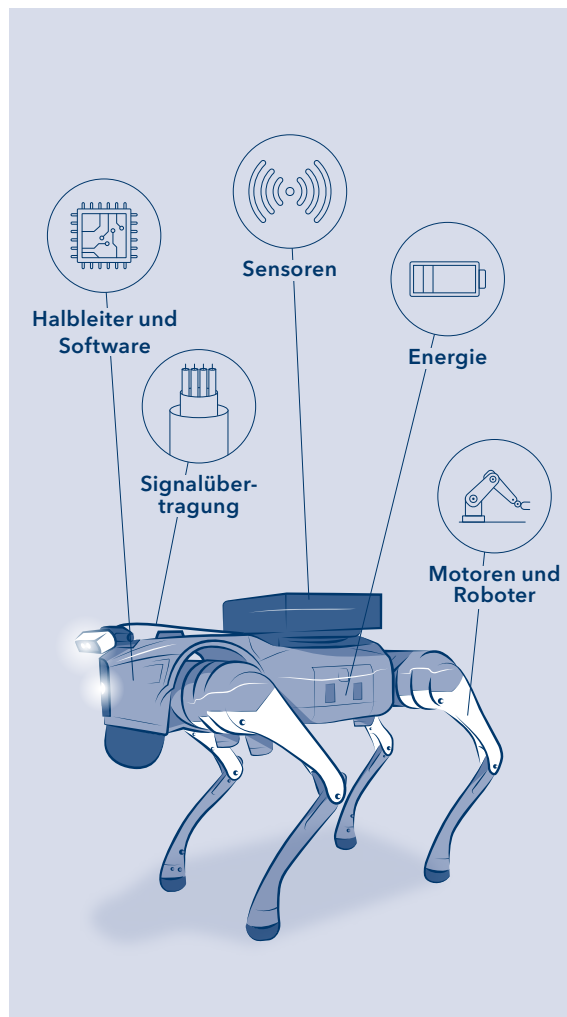
Signalübertragung

Zwar spielt jede einzelne Komponente eine entscheidende Rolle, doch ohne reibungsloses Zusammenspiel kann die KI ihre Wirkung nicht entfalten. Die komplexen Verbindungslösungen (zum Beispiel Kabel) von **Amphenol** (USA) stellen sicher, dass die Übertragung von Strom, Sensordaten und Steuersignalen unter Vibration und Hitze innerhalb der Maschine gewährleistet ist.

Wird die Rechenleistung in die Cloud verlagert und erfolgt die Bearbeitung nicht im Gerät selbst, braucht es zuverlässige Netze. Klassische Telekomwerte, wie etwa **Verizon** oder **AT&T** (beide USA), sichern dabei die Verbindung zwischen dem Arbeitsort der physischen KI in Fabriken oder Lagern und den Datenzentren von Hyperscalern.

Die zunehmende Vernetzung vergrößert allerdings die Angriffsfläche für Cyberkriminelle. Damit Maschinen nicht stillstehen oder gar zweckentfremdet

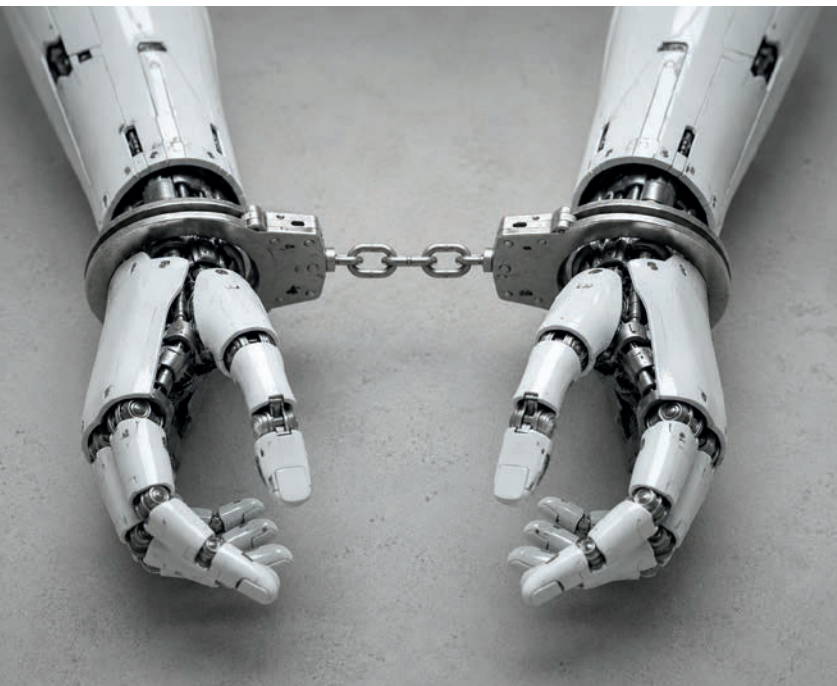
und hochsensible Daten nicht gestohlen werden, haben physische KI-Anwendungen besonderen Schutzbedarf. Die beiden US-Unternehmen **Palo Alto Networks** und **CrowdStrike** zählen zu den Branchenführern und bieten Lösungen, um Sicherheitslücken zu schliessen und frühzeitig Bedrohungen zu erkennen sowie abzuwehren.



Haftet die KI?

Wie entscheiden autonome Systeme, wenn ein Unfall droht, und wer ist rechtlich belangbar? Über Moral und handfeste Geschäftsinteressen.

Clifford Padevit



Soll ein Mensch sterben, um fünf zu retten? Im Gedankenexperiment «The Trolley Problem» entscheidet ein Mensch über diese Frage, indem er eine Weiche stellt oder nicht. Er bestimmt damit den Weg eines losgerissenen Strassenbahnwagens und die Anzahl der Toten. Die Philosophin Philippa Foot hat das Dilemma formuliert und zwingt einen damit, über die eigenen Werte nachzudenken.

Rechtlich gesehen ist die Frage, wen die Schuld trifft. Wenn autonome Systeme wie selbstfahrende Autos oder Operationsroboter in Spitälern Entscheidungen übernehmen, stellt sich die Frage neu. Derzeit konkret in den Niederlanden, wo die Selbstfahrfunktion in Autos der Marke Tesla erlaubt wurde. Die Fahrerin oder der Fahrer muss das System, das lenkt, bremst und einparkt, aber stets beaufsichtigen. Bislang ist die Haftungsfrage eindeutig, wenn ein Auto eine Radfahrerin überfährt: Der Lenker ist haftbar, seine Versicherung muss für Schäden aufkommen.

Ohne Zweifel werden autonome Systeme so trainiert, dass sie zur Vorsicht neigen. Beispiele liefern Selbst-

fahrtaxis, die hinter dem Fahrzeug eines Paketlieferdienstes, das kurz anhält, stehenbleiben. Fahrerinnen und Fahrer aus Fleisch und Blut würden überholen, auch wenn das Manöver über den Mittelstreifen führen würde. Doch Vorsicht allein verhindert keine Unfälle. Wenn eine unvorhergesehene Situation eintritt, zum Beispiel Fussgänger bei Rot über die Ampel gehen, der Bremsweg zu kurz ist und das Ausweichmanöver eine andere Person gefährdet, dann muss das System ein Trolley-Problem lösen.

Aber mit welchen Präferenzen wurde die künstliche Intelligenz (KI) trainiert? Roland Siegwart, Professor für autonome Systeme an der Eidgenössischen Hochschule ETH (siehe Seite 9), sagt: «Das System sollte nicht moralisch entscheiden, sondern optimieren, und das kann es extrem schnell.» Es müsste also den Weg wählen, bei dem die kleinste Wahrscheinlichkeit besteht, dass jemand schwer verletzt wird. «So gibt es die moralische Frage nicht mehr.»

Selbst dann muss aber das System Auskunft geben können, welche Variablen die Optimierung beeinflusst haben. Die Europäische Union will KI-Systeme verbieten, die Abwägungen aufgrund von Personenmerkmalen vornehmen, also zum Beispiel Kind oder Rentnerin. Doch die Frage geht weiter: Werden Insassen besser behandelt als Personen auf der Strasse, und berücksichtigt das System die wahrscheinliche Höhe des Schadens am eigenen Wagen?

Die Anbieter von (teil-)autonomen Systemen werden zeigen müssen, ob zu einem bestimmten Zeitpunkt der Mensch oder die Maschine verantwortlich war. Entsprechend dürfte die Haftung auf Mensch und Hersteller der Maschine aufgeteilt werden. In diese Richtung gehen auch die Anpassungen der Strassenverkehrsgesetze in der Schweiz und in Deutschland.

Die Hersteller von solchen Systemen sind daher gefordert: Sie müssen der KI entlocken, welche Entscheidung sie getroffen hat und warum. Denn die oft als Blackbox wahrgenommene KI kann selbst nicht haften, nur deren Anbieter. Somit geht es beim Trolley-Problem für autonome Systeme nicht nur um die Moral, sondern vor allem um viel Geld.

Agenda

VP Bank Swiss Ladies Open 2026

Vom **13. bis 15. August 2026** wird im Migros Golfpark Holzhäusern die siebte Ausgabe des VP Bank Swiss Ladies Open ausgetragen. Das Turnier hat sich in den vergangenen Jahren als fester Bestandteil der Ladies European Tour etabliert und zählt heute zu den wichtigsten Events im professionellen Damengolf in der Schweiz. Seit der Erstaustragung ist die VP Bank Titelsponsorin. Dieses Engagement wird durch die Unterstützung der Schweizer Spitzengolferin Chiara Tamburlini, die neue Partnerschaft mit Swiss Golf sowie durch unser eigenes Format, die VP Bank Golf Trophy, ergänzt.

Genussfestival Vaduz 2026

Vom **5. bis 13. September 2026** findet auf dem überdachten Rathausplatz in Vaduz bereits zum fünften Mal das Genussfestival statt. Unter dem Motto «Alles, ausser gewöhnlich gut» servieren renommierte Küchenchefinnen und Küchenchefs ihre Kreationen aus Gourmet-Foodtrucks. Im Rahmen des Festivals finden auch verschiedene Veranstaltungen in Restaurants und Geschäften in Vaduz statt. Neben der Gemeinde Vaduz ist die VP Bank Hauptpartnerin des Festivals.

Gleich QR-Code scannen und einen von **zehn Gutscheinen im Wert von CHF 50** für das Genussfestival Vaduz an den Wochenenden 5./6. September und 12./13. September 2026 gewinnen.



vpbank.com/genuss

Gemeinsam stark für Kinder und Jugendliche

Wenn Bewegung, Lernen und Vorbilder zusammenkommen, entstehen neue Perspektiven für junge Menschen.

Tamara Spiegel

Die VP Bank baut ihr gesellschaftliches Engagement weiter aus und ist seit Anfang 2026 Partnerin der Laureus Stiftung Schweiz. Ziel der Zusammenarbeit ist es, Kinder und Jugendliche mithilfe von Sport in ihrer Entwicklung zu fördern und ihnen neue Perspektiven zu eröffnen. Die Partnerschaft ermöglicht zudem Begegnungen mit inspirierenden Persönlichkeiten aus dem Spitzensport, die als Vorbilder wirken.

Ein zentraler Meilenstein dieser Partnerschaft ist die Ausweitung des Laureus-Förderprogramms «Champions - Lernen und Sport» nach Liechtenstein. Dies wurde beim persönlichen Austausch zwischen Urs Monstein, CEO der VP Bank Gruppe, Adrian Schneider, Leiter der Region Liechtenstein der VP Bank, und Fabian Cancellara, ehemaliger Radrennfahrer und Präsident der Laureus Stiftung Schweiz, bekanntgegeben. Ab Herbst 2026 wird das Programm erstmals in Liechtenstein umgesetzt.

«Champions» ist ein Bildungs- und Bewegungsangebot, das Sport zur Förderung der Lernmotivation nutzt. Das Programm richtet sich insbesondere an Schulkinder, die zu Hause nur begrenzte Unterstützung erhalten. In den Wintermonaten bietet es kostenlose, offene Treffpunkte mit den Schwerpunkten Lernen, gesunde Ernährung und sportliche Aktivität.

Urs Monstein betont: «Dank unserer Partnerschaft endet Laureus künftig nicht mehr an der Schweizer Grenze. Wir holen das Laureus-Förderprogramm «Champions» nach Liechtenstein. Das ist uns ein grosses Anliegen und eine Investition in die nächste Generation.»



V. l. n. r.: Adrian Schneider (VP Bank), Fabian Cancellara (Laureus) und Urs Monstein (VP Bank).

IMPRESSUM

CIO-Office · VP Bank AG
Aeulestrasse 6 · 9490 Vaduz
T +423 235 61 73
cio-office@vpbank.com

Redaktionsteam

Dr. Felix Brill, Chief Investment Officer
Felipe Gomez de Luis, Head of Group Marketing & Client Experience
Jérôme Mäser, Senior Equity Analyst
Marcello Musio, Head of Group Equity & Bond Selection
Clifford Padevit, Head of Investment Communications (Magazin-Verantwortung)
Dominik Pross, Senior Equity Analyst
Tamara Spiegel, Senior Corporate Communications Manager
Christina Strutz, Investment Communications Manager

Gestaltung und Illustrationen

Katja Schädler, Creative Director

Erscheinungshäufigkeit

Halbjährlich

Redaktionsschluss

22. Mai 2026

Quellen für die Grafiken

Seite 4: FRED, NBER, VP Bank
Seite 5: FRED, VP Bank
Seite 7: Robert Shackleton (2013), CBO, VP Bank
Seite 12: Omdia, Unitree, VP Bank
Seiten 14 und 15: Infografik
· International Federation of Robotics
· Hewlett Packard Enterprise
· Techslang
· Voronoi, Omdia
· Made Visual Daily
· Unitree, AgiBot, UBTECH
· Reuters, Guinness World Records
Seite 20: Acumen Research and Consulting, 2026, VP Bank
Seite 22: Agrobot, Organifarms und Dogtooth, VP Bank

Fotos

Seite 3: © Magnific
Seite 8-9: Alessandro Della Bella / ETH Zürich
Seite 16: Zur Verfügung gestellt
Seite 19: © shutterstock, Pand P Studio
Seite 26: KI (ChatGPT)
Seite 27: © Oliver Ospelt
Seite 28: © Unsplash, Erica Steeves

Druck

BVD Druck+Verlag AG, Schaan



Kontakt und Feedback

Sie mögen, was Sie in unserem Investmentmagazin lesen oder haben Verbesserungsvorschläge? Oder haben Sie eine spezifische Frage? Wir sind für Sie da, scannen Sie einfach den untenstehenden QR-Code.

Frühere teleskop-Ausgaben finden Sie unter vpbank.com/teleskop



vpbank.com/abonnieren

Wichtige rechtliche Hinweise

Diese Dokumentation wurde von der VP Bank AG (nachfolgend Bank) erstellt und durch die Gesellschaften der VP Bank Gruppe vertrieben. Diese Dokumentation stellt kein Angebot und keine Aufforderung zum Kauf oder Verkauf von Finanzinstrumenten dar. Die darin enthaltenen Empfehlungen, Schätzungen und Aussagen geben die persönliche Auffassung des betreffenden Analysten der VP Bank AG im Zeitpunkt des auf der Dokumentation genannten Datums wieder und können jederzeit ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Dokumentation basiert auf Informationen, welche als zuverlässig eingestuft werden. Diese Dokumentation und die darin abgegebenen Einschätzungen oder Bewertungen werden mit äußerster Sorgfalt erstellt, doch kann ihre Richtigkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit nicht zugesichert oder gewährleistet werden. Insbesondere umfassen die Informationen in dieser Dokumentation möglicherweise nicht alle wesentlichen Angaben zu den darin behandelten Finanzinstrumenten oder deren Emittenten. Weitere wichtige Informationen zu den Risiken, welche mit den Finanzinstrumenten in dieser Dokumentation verbunden sind, zu den Eigengeschäften der VP Bank Gruppe bzw. zur Behandlung von Interessenkonflikten in Bezug auf diese Finanzinstrumente sowie zum Vertrieb dieser Dokumentation finden Sie unter https://www.vpbank.com/de/rechtliche_hinweise.

Mensch oder Maschine

Warum
nicht
beides?



Daten weisen die Richtung, menschliche Intelligenz weist den Weg. Wir stehen Ihnen mit Fachwissen zur Seite, unterstützt durch die Kraft der Technologie.



vpbank.com/mensch



