



infpro thementicker
www.infpro.org

Heft 3
November 2025

12 EURO
D 210455



infpro THEMENSERVICE



EMBODIED AI MADE IN CHINA

Embodied AI -Made in China

China integriert humanoide Roboter bereits in Fabriken, während Deutschland noch testet. Aktuelle Zahlen zeigen, wie stark sich die Produktionsrealität verschiebt – mit Folgen für Wettbewerbsfähigkeit und Standortpolitik. Entscheidend wird, ob Deutschland die Technologie nicht nur entwickelt, sondern auch anwendet.

Lothar K. Doerr, Institut für Produktionserhaltung, infpro

In China sind humanoide Roboter kein Zukunftsszenario, sondern Teil der Industriepolitik. Subventionierte Start-ups wie AgiBot in Shanghai oder Unitree in Hangzhou liefern bereits erste Serienmodelle, die einfache Montageschritte, Materialtransporte oder Qualitätskontrollen übernehmen. Nach Angaben von Reuters (13. Mai 2025) hat Peking den Sektor zur Schlüsselindustrie erklärt und bis zu 20 Milliarden Dollar an Fördermitteln bereitgestellt. Die öffentliche Beschaffung humanoider Systeme ist binnen eines Jahres von 4,7 Millionen Yuan auf 214 Millionen Yuan gestiegen. Stückpreise von rund 12.000 Dollar machen die Geräte zunehmend auch für kleinere Betriebe erschwinglich.

Der Unterschied zu Europa liegt nicht in der technischen Vision, sondern im Tempo. Unitree meldete in der ersten Jahreshälfte 2025 einen Auslieferungsanstieg von 35,6 Prozent und produzierte mehr als 369.000 Einheiten verschiedener Robotersysteme. Damit bestätigt sich ein Trend, den die International Federation of Robotics bereits 2024 dokumentierte: China überholte Deutschland bei der Roboterdichte in der Industrie. Auf 10.000 Beschäftigte kamen dort 470 Einheiten, in Deutschland 429. Für ein Land, das jahrzehntelang die Speerspitze der Automatisierung war, ist das ein bemerkenswerter Befund.

Die Einsatzfelder sind breit. In Shenzhen unterstützen humanoide Roboter die Fertigung von Elektrofahrzeugen, indem sie Sensoren montieren,

Teile transportieren und Fehlerbilder erkennen. KI-gestützte Bildverarbeitung reduzierte die Ausschussquote in einzelnen Linien um fast ein Drittel. Parallel dazu optimieren KI-Systeme die Batteriefertigung: Yield-Steigerungen von zwölf Prozent und Energieeinsparungen von acht Prozent sind dokumentiert. Es handelt sich nicht mehr um Versuchsreihen, sondern um produktive Anwendungen mit messbaren Effekten.

Deutschland ist im Maschinenbau stark, im Umgang mit Embodied AI jedoch zurückhaltend. Kuka und Siemens entwickeln kollaborative Systeme, die in vielen Fabriken im Einsatz sind, doch humanoide Plattformen bleiben weitgehend im Versuchsstadium. Eine aktuelle Untersuchung des Fraunhofer IPA zeigt: Deutsche Unternehmen sehen humanoide Roboter vor allem in der Logistik oder in der Maschinenbetreuung, nicht in der Serienmontage. Mehr als zwei Drittel der befragten Firmen erwarten einen breiteren Einsatz frühestens in fünf bis zehn Jahren. Der heimische Markt für humanoide Systeme wird derzeit auf rund 25 Millionen Dollar geschätzt, könnte aber laut Prognosen bis 2035 auf 212 Millionen wachsen – ein Anstieg, der die Dynamik in China nicht erreicht.

Wenn Intelligenz einen Körper bekommt

Künstliche Intelligenz galt lange als disembodied – als reine Rechenoperation, die Daten analysiert, Texte generiert oder Bilder klassifiziert. Mit Embodied AI

ändert sich die Perspektive. Gemeint ist nicht mehr die Simulation, sondern die physische Einbettung von Algorithmen in Maschinen, die handeln können: Roboter, Fahrzeuge, Produktionssysteme. Es geht um die Verbindung von Wahrnehmung, Entscheidung und Bewegung in Echtzeit.

Damit verschiebt sich der Fokus. Ein Sprachmodell mag Millionen Parameter beherrschen; doch erst wenn Sensorik, Motorik und adaptive Steuerung zusammenspielen, entsteht ein System, das Schrauben montieren, Pakete transportieren oder Materialflüsse steuern kann. Embodied AI ist damit weniger ein Spezialgebiet als vielmehr der Brückenschlag zwischen klassischer Automatisierung und lernenden Systemen.

China hat diese Schnittstelle früh zu einem industrie-politischen Schwerpunkt erklärt. Laut Reuters (13. Mai 2025) stellt die Regierung Fördermittel von bis zu 20 Milliarden Dollar bereit, um humanoide Robotik zur Schlüsselindustrie zu machen. Der Binnenmarkt wird durch staatliche Aufträge stimuliert: Die öffentliche Beschaffung humanoider Systeme stieg von 4,7 Millionen Yuan 2023 auf 214 Millionen Yuan 2024. Damit entstehen rasch Erfahrungswelten, in denen Roboter lernen und Unternehmen ihre Produkte verfeinern.

Die industrielle Praxis folgt. Start-ups wie Agi-Bot liefern erste humanoide Systeme für Montage und Qualitätsprüfung, während Unitree in Hangzhou die Serienfertigung von Robotern meldet, deren Stückpreise bei rund 12.000 Dollar liegen – weit unter westlichen Prototypen. Hinzu kommt eine hohe Roboterdichte in der Industrie: Nach Angaben der International Federation of Robotics setzte China 2024 rund 470 Roboter pro 10.000 Beschäftigte ein und überholte damit Deutschland, das bei 429 liegt. Eine Kultur des Umgangs mit Automatisierung erleichtert die Einführung neuer Plattformen.



Deutschland verfügt ebenfalls über Forschungsinstitute und Hersteller von Weltrang. Doch Embodied AI bleibt hierzulande im Versuchsstadium. Eine Studie des Fraunhofer IPA aus dem Sommer 2025 zeigt: Unternehmen sehen humanoide Roboter vor allem in Logistik und Maschinenbetreuung, nicht in der Serienmontage. Zwei Drittel der Befragten erwarten einen breiteren Einsatz frühestens in fünf bis zehn Jahren. Der heimische Markt wird derzeit auf 25 Millionen Dollar geschätzt; Prognosen gehen bis 2035 von etwa 212 Millionen aus. Die Differenz zu Chinas Dynamik ist offenkundig.

Das Beispiel verdeutlicht den Unterschied zweier Systeme. Embodied AI erfordert Investitionen, Daten und Geduld – doch sie verspricht erhebliche Produktivitätsgewinne in Branchen, die mit variablen Produkten, Fachkräftemangel und hohen Lohnkosten arbeiten. Wer diese Technik nur exportiert, aber nicht selbst anwendet, riskiert, die entscheidenden Lerneffekte an andere Märkte abzugeben. Für Deutschland heißt das: Die Forschungskompetenz ist vorhanden, die industrielle Umsetzung bleibt die offene Flanke.

Zwar ist die deutsche Robotikindustrie international erfolgreich. Der Markt für klassische Industrieroboter erreichte 2024 ein Volumen von gut einer Milliarde Dollar und wächst stabil. Doch solange humanoide Systeme primär für den Export gefertigt oder in Studien getestet werden, bleiben Produktivitätseffekte in deutschen Werken begrenzt.

Die Frage ist daher nicht, ob Deutschland die Technologie beherrscht – das tut es –, sondern ob sie auch genutzt wird. Der Verweis auf Sicherheit, Regulierung und Kosten mag im Einzelfall berechtigt sein. Doch wer den industriellen Einsatz hinauszögert, riskiert, dass Standards und Anwendungswissen anderswo entstehen. Schon heute liefern chinesische Unternehmen nicht nur Roboter, sondern auch Software-Updates, Service und Datenplattformen. Wer dort Erfahrungen sammelt, bindet Kunden über Jahre.

Für die deutsche Industrie bedeutet das, den Blick nach innen zu richten. Pilotprojekte wie der „Industrial Copilot“ von Siemens oder die AI-gestützte Qualitätssicherung bei BMW zeigen, dass auch hierzulande reale Produktivitätsgewinne erreichbar sind. Umso mehr stellt sich die Frage, warum solche Systeme noch nicht in der Breite der Werke eingeführt werden. Die Ursachen liegen weniger in der Technik als in Organisation, Fachkräftemangel und fehlender Datenintegration.

Die Perspektive für die kommenden Jahre ist eindeutig: humanoide Roboter werden nicht alle Arbeitsplätze ersetzen, sie werden Tätigkeiten ergänzen. Sie übernehmen monotone, körperlich belastende oder standardisierte Aufgaben. In Hochlohnländern wie Deutschland eröffnet das Chancen, Produktionskapazitäten zu halten, anstatt sie zu verlagern. Voraussetzung ist, dass Politik und Unternehmen zugleich handeln: durch klare Investitionsanreize, durch eine Ausbildungsoffensive im Bereich Robotik und durch die Bereitschaft, neue Systeme nicht nur zu entwickeln, sondern einzusetzen.

Am Ende entscheidet nicht die Faszination für eine futuristische Technik, sondern die nüchterne Frage: Welche Unternehmen gewinnen durch Embodied AI messbare Produktivitätsvorteile, und welche verlieren an Wettbewerbsfähigkeit, weil sie abwarten? China hat seine Antwort längst gegeben. Europa muss die eigene noch formulieren – und zwar in der Praxis, nicht nur auf Konferenzen.

Chinas Pioniere der Embodied AI: Sechs Unternehmen im Porträt

Humanoider Roboter sind für China nicht länger eine Science-Fiction-Vision, sondern Teil einer industriepolitischen Strategie. Peking hat den Sektor 2025 offiziell zur Schlüsselindustrie erklärt, Subventionen in zweistelliger Milliardenhöhe bereitgestellt und die öffentliche Beschaffung innerhalb eines Jahres um den Faktor 40 ausgeweitet. Diese Kombination aus Förderung und Markt schafft ein Umfeld, in dem Unternehmen nicht nur Prototypen entwickeln, sondern Roboter in Serie fertigen und in Fabriken einsetzen. Sechs Firmen stehen dabei im Zentrum.

Unitree Robotics (Hangzhou): Skalierung als Strategie

Unitree ist ein Sinnbild für die Dynamik chinesischer Robotik. Das Unternehmen wurde durch vierbeinige Roboter bekannt, die in Forschung und Militär getestet wurden. Inzwischen steht das humanoide Modell „G1“ im Fokus. Mit einem Stückpreis von rund 16.000 Dollar liegt es weit unter den Kosten westlicher Prototypen.

Reuters meldete im Juni 2025, dass Unitree seine Auslieferungen im ersten Halbjahr um 35,6 Prozent steigerte und insgesamt mehr als 369.000 Robotersysteme verkaufte. Diese Zahl umfasst nicht nur humanoide Einheiten, zeigt aber die Produktions- und Lieferfähigkeit. Für Deutschland ist bemerkenswert, dass ein Start-up binnen weniger Jahre industrielle Stückzahlen erreicht – ermöglicht durch Serienfertigung, Subventionen und eine enge Verzahnung mit Zulieferketten für Motoren, Sensoren und Elektronik.

Agibot (Shanghai): Frühe Serienproduktion

Agibot, auch Zhiyuan Robotics genannt, ist eines der ersten chinesischen Start-ups, das humanoide Roboter in kleiner Serie herstellt. In seiner Fabrik in Shanghai wurden Ende 2024 rund 200 humanoide und 100 radbasierte Roboter ausgeliefert. Die Geräte sind für Montageschritte, einfache Inspektionen und Logistikaufgaben gedacht.

Die Strategie von Agibot beruht auf schnellen Iterationen: kleine Serien, frühes Feedback, rasche Anpassung. So entsteht eine Lernkurve, die den Schritt von der Forschung zur Anwendung verkürzt. Deutschland kennt ähnliche Pilotfabriken, doch der Unterschied liegt in der Verbindlichkeit: Während hierzulande Studien laufen, verkauft Agibot seine Systeme bereits an Kunden – und sammelt Erfahrungen, die in die nächste Generation einfließen.

UBTECH Robotics (Shenzhen): Brücke zwischen Service und Industrie

UBTECH hat sich international zunächst mit Bildungs- und Service-Robotern etabliert. Inzwischen drängt das Unternehmen stärker in die Industrie.

Der humanoide Roboter „Walker S“ wird bereits in einer Elektroautofabrik von Zeekr (Geely-Gruppe) eingesetzt, wo er Materialtransporte übernimmt.

UBTECH profitiert von einem breiten Produktportfolio und hoher Markenbekanntheit. Während deutsche Anbieter humanoide Systeme oft als reine Industrieplattform sehen, verfolgt UBTECH einen hybriden Ansatz: Roboter sollen in Büros, Wohnungen und Fabriken gleichermaßen präsent sein. Für Deutschland ist das ein Hinweis, dass Märkte nicht strikt getrennt bleiben. Service- und Industrieanwendungen könnten sich schneller vermischen, als es die Planungen westlicher Firmen vorsehen.

Fourier Intelligence (Shanghai): Aus der Reha in die Fabrik

Fourier Intelligence begann mit Rehabilitationsrobotik und Exoskeletten, hat aber inzwischen humanoide Plattformen wie den GR-1 entwickelt. Diese Systeme zeichnen sich durch präzise Mechatronik und modulare Architektur aus, die den Einsatz in verschiedenen Umgebungen erlaubt.

Der Ursprung in der Medizintechnik ist ein Vorteil: Fourier verfügt über Erfahrung in Mensch-Maschine-Interaktion, Sicherheit und Ergonomie. Für die Industrie heißt das, dass die Systeme nicht nur robust, sondern auch anpassungsfähig sind. Deutschland hat in der Reha- und Assistenzrobotik vergleichbare Kompetenzen, doch Fourier zeigt, wie der Übergang in die industrielle Anwendung beschleunigt werden kann.

Leju Robot (Shenzhen): Vom Klassenzimmer in die Fabrik

Leju Robot war lange für Bildungs- und Unterhaltungsrobotik bekannt. Modelle wie „AELOS“ wurden in Schulen eingesetzt, um Schülern Programmierung und Robotik näherzubringen. Inzwischen erweitert Leju sein Portfolio und entwickelt humanoide Systeme, die auch für logistische und leichte industrielle Aufgaben geeignet sind.

Noch ist Leju kein Volumenhersteller, doch das Unternehmen punktet mit Softwareplattformen und Integrationsfähigkeit. Der Übergang von Consumer- zu Industrieanwendungen mag in Deutsch-

land exotisch wirken, zeigt aber, dass in China Unternehmen flexibel zwischen Märkten wechseln.

Ant Group / Ant Lingbo (Shanghai): Finanzkraft trifft Robotik

Als die Ant Group – bekannt als Betreiberin von Alipay und Tochter von Alibaba – im Februar 2025 mit „Ant Lingbo“ in die humanoide Robotik einstieg, war das ein Signal: Der Sektor ist groß genug, um auch Konzerne mit Milliardenbudgets anzuziehen. Ant bringt Kapital, Cloud-Infrastruktur und Zugang zu Kundenmärkten ein.

Für Deutschland ist das ein mahnendes Beispiel. Hierzulande wagen sich große Konzerne bislang nicht in die humanoide Robotik, obwohl sie über Kapital und Technologie verfügen. Die Folge: Während in China Skalierung durch Unternehmensriesen vorangetrieben wird, bleibt Europa bei Förderprojekten und Mittelstandsinitiativen.

Die sechs Unternehmen verdeutlichen die Mechanismen, die Chinas Vorsprung erklären: staatliche Förderung, breite Anwendungsfelder, Serienfertigung und die Fähigkeit, schnell zwischen Märkten zu wechseln. Deutschland verfügt zweifellos über technologische Kompetenz. Kuka, Siemens oder das Fraunhofer IPA sind international anerkannt. Doch die Systeme finden bislang vor allem im Export Anwendung.

Die Folge ist eine paradoxe Situation: Deutschland liefert Komponenten und Expertise, die Produktivitätseffekte entstehen aber andernorts. Wenn humanoide Roboter im Inland nur in Studien getestet, nicht aber in Fabriken eingeführt werden, fehlen Erfahrungswissen und Standards, die für den Standort entscheidend sind.

Für die deutsche Industriepolitik bedeutet das:

- Förderprogramme müssen enger mit konkreten Anwendungen verzahnt werden.
- Unternehmen brauchen Referenzfabriken, in denen humanoide Systeme produktiv laufen.
- Kapitalstarke Konzerne sollten ermutigt werden, in Embodied AI zu investieren – nicht nur in Software, sondern auch in Hardware.

Chinas humanoide Robotik zeigt, wie schnell sich ein Markt entwickeln kann, wenn staatliche Förderung, industrielle Nachfrage und Kapital zusammenwirken. Deutschland hat die Fähigkeiten, diesen Trend mitzugehen, riskiert aber, den produktiven Einsatz zu verschleppen. Wer Wertschöpfung sichern will, muss die Technologie nicht nur entwickeln, sondern auch nutzen. Embodied AI ist kein Zusatzprodukt für ferne Märkte, sondern ein Baustein der industriellen Zukunft – und zwar dort, wo sie eingesetzt wird.

Was bedeutet Embodied AI?

Der Begriff beschreibt Künstliche Intelligenz, die nicht nur in Softwareumgebungen existiert, sondern in physische Körper eingebettet ist – also in Roboter, Fahrzeuge oder Maschinen. Während klassische KI Bilder erkennt, Texte generiert oder Prognosen berechnet, steht bei Embodied AI das Handeln in der realen Welt im Mittelpunkt.

Ein humanoider Roboter, der Schrauben montiert, ein autonomes Fahrzeug, das durch Verkehr navigiert, oder ein Lagerroboter, der Pakete sortiert – all das sind Beispiele für Embodied AI. Die Systeme müssen sehen, hören, fühlen, lernen und ihre Bewegungen anpassen. Das unterscheidet sie von reiner Simulation oder virtuellen Assistenzsystemen. Technisch erfordert Embodied AI das Zusammenspiel von Sensorik, Aktorik, Steuerungssoftware und lernenden Modellen. Es geht also um KI, die nicht nur Informationen verarbeitet, sondern in Echtzeit Entscheidungen trifft und physisch umsetzt.

Staatliche Förderung und Industriepolitik

Peking hat humanoide Robotik 2025 offiziell zur Schlüsselindustrie erklärt. Laut Reuters (Mai 2025) stehen Fördermittel von bis zu 20 Milliarden US-Dollar bereit. Öffentliche Beschaffungen von humanoiden Robotern sind binnen eines Jahres von 4,7 Millionen Yuan (2023) auf 214 Millionen Yuan (2024) gestiegen. Damit wird Nachfrage künstlich erzeugt, was den Unternehmen Skalierung ermöglicht. Unternehmen wie Unitree oder AgiBot haben begonnen, humanoide Roboter in Serie zu fertigen. Stückpreise um 12.000 US-Dollar machen sie erschwinglich – weit unter den Kosten westlicher Prototypen. Diese Kostendegression ist möglich, weil China große Fertigungskapazitäten und integrierte Lieferketten für Motoren, Sensoren, Chips und Batterien besitzt.

Hohe Roboterdichte und schneller Einsatz

Die International Federation of Robotics meldete 2024, dass China mit 470 Robotern pro 10.000 Be-

schäftigte Deutschland (429) überholt hat. Diese breite Basis erleichtert die Einführung humanoider Systeme: Unternehmen sind es gewohnt, mit Robotik zu arbeiten, und können leichter neue Plattformen testen. Embodied AI benötigt große Mengen an Sensordaten. China verfügt über dichte Netze von Pilotfabriken und Testumgebungen, in denen Roboter Bewegungen trainieren und optimieren können. Westliche Länder sind hier stärker durch Datenschutz und Arbeitssicherheitsauflagen gebremst.

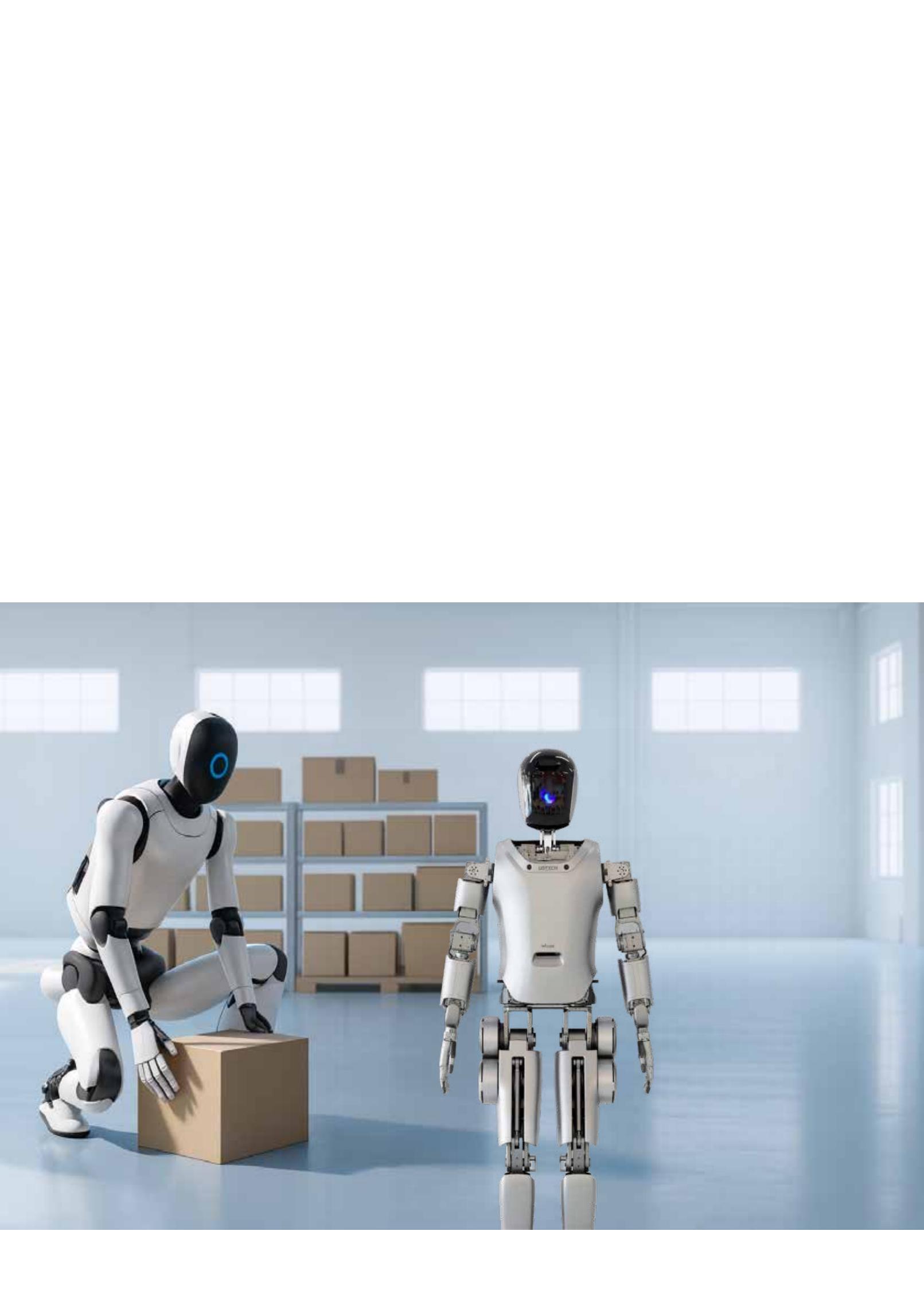
Marktmechanismen

Chinas Binnenmarkt bietet eine kritische Masse an Abnehmern: Elektronikfertigung, Logistik, Fahrzeugindustrie. Diese Branchen absorbieren frühe Serien und liefern Feedback, das die Modelle verbessert. Deutschland produziert zwar hochwertige Robotik, aber der Einsatz im Inland bleibt zögerlich, sodass Erfahrungswissen oft beim Kunden im Ausland entsteht.

China profitiert bei den vorgestellten Firmen von mehreren strukturellen Vorteilen: große Binnenmärkte, staatliche Förderprogramme, enge Verzahnung mit Universitäten und Forschungsinstituten, sowie eine Lieferkette, die Komponenten wie Motoren, Sensoren, Batterien und Elektronik relativ kostengünstig liefern kann. Die Kombination aus Finanzmitteln und Praxisfeldern (Werkstätten, Fabriken, Logistikzentren) erlaubt schnelle Iterationen und Verbesserungen. Außerdem spielt die staatliche Politik eine Rolle: humanoide Robotik wird als „neue produktive Kraft“ gesehen, was bedeutet, dass öffentliche Aufträge, Subventionen und strategische Investitionsprogramme gezielt gesetzt werden, um Nachfrage und Produktionsvolumen zu erhöhen. Firmen wie AgiBot oder Unitree haben sichtbare Auslieferungen und Produktionslinien, was Lernkurven erzeugt, die Deutschland bislang weitgehend fehlen.

Der entscheidende Unterschied

Europa und Deutschland entwickeln Spitzforschung – Kuka, Fraunhofer oder DFKI sind anerkannt. Doch während man hierzulande über Standards, Sicherheit und Geschäftsmodelle diskutiert, schafft China Fakten: Roboter werden nicht nur gebaut, sondern Millionenfach in Fabriken integriert.



Welcome - enjoy.



**Hen na Hotel,
Japan's first robot-
staffed hotel.**

Wer die Hochphase der Serviceroboter erlebt hat, erinnert sich an Schlagzeilen, die nach Science-Fiction klangen. „Check In With the Velociraptor at the World's First Robot Hotel“ schrieb Wired im März 2016 über das Hennna Hotel in Nagasaki; die Dinosaurier an der Rezeption wurden zum Sinnbild einer Zukunft, die schon begonnen haben sollte. „Dinosaurs Have Come Back from Extinction as Hotel Receptionists in Japan“, jubelte Time – die Pointe war wichtiger als die Prozessbeschreibung.

Ian McCullan, Institut für Produktionserhaltung, infpro

Die Ernüchterung folgte später und kam ebenso prägnant daher: „Japan's robot hotel lays off half the robots after they created more problems than they could solve“, notierte The Verge 2019. Im Handel klang es ähnlich: „Walmart Scraps Plan to Have Robots Scan Shelves“, schrieb das Wall Street Journal 2020, kurz darauf hieß es bei The Verge nüchterner: „Walmart ... ended a contract with Bossa Nova Robotics“. Als Symbolfigur des Hypes geriet SoftBanks Pepper ins Schlingern: „SoftBank ... stops Pepper production“, meldete Reuters 2021.

Warum der Hype so groß war, ist schnell erzählt. Serviceroboter waren perfekt fotogen: humanoide Silhouetten, Tablets als Brust, freundliche LED-Mimik. Sie versprachen, was viele Branchen hören wollten – Entlastung unter Personalmangel, 24/7-Betrieb, Markenwirkung in der Lobby. Hotels, Kaufhäuser und Elektronikketten bekamen PR und das Versprechen sinkender Kosten. Die Realität in der Fläche war prosaischer. Sprache in lauten Umgebungen blieb unzuverlässig; Navigation scheiterte an Kinderwagen, Paletten und schlecht markierten Wegen; die „Intelligenz“ war meist ein Dialogskript plus QR-Code, das außerhalb enger Szenarien rasch versagte. Wartung, Haftungsfragen und Integration in Kassen- oder Property-Management-Systeme fraßen die erhofften Einsparungen auf. Der Beweis liegt in den späteren Überschriften: weniger Spektakel, mehr Rückbau.

Warum sind diese Roboter verschwunden? Weil sie am Übergang von der Show zum Prozess scheiterten. Sie konnten „Hallo“ sagen, aber keine Störung quittieren; sie fuhren Runden, aber keine Takte. Ihre Logik kannte schwarz oder weiß – OK oder NOK – und brach bei Abweichungen ab. Die Kosten liefen hoch, die Verfügbarkeit runter, die Geduld der Betreiber ebenso. Das war keine Frage mangelnden Willens, sondern fehlender Verkörperung: Sehen, Planen und Greifen blieben getrennte Inseln.

Genau hier setzt die neue Generation an. Embodied AI meint keine freundliche Hülle, sondern die Koppelung von Wahrnehmung, Aufgabenplanung und Bewegung in einer Umgebung, die nie perfekt aufgeräumt ist. Ein moderner Werkshelfer – ob als Humanoid wie Walker S/S2 oder als „Räder-plus-Arm“ – bewertet Lage und Toleranz in Echtzeit, wählt den Anfahrwinkel neu, rotiert das Handgelenk um wenige Grad, öffnet die Finger um Millimeter, reduziert Griffkraft, bis Bild-, Tiefen- und Kraftsignale im Fenster liegen; erst dann schließt die Hand. Diese „Farbe“ zwischen den Extremen macht im Werk den Unterschied: weniger Umrüstzeit, weniger Ausschuss, verlässlichere Schichten. Dass Kapital in diese Richtung wandert – zuletzt die Milliardenbewertung beim

US-Wettbewerber Figure – ist kein Zufall; auch China verankert die Kategorie mit Programmen und Lieferplänen (u. a. Walker-S-Serie). Entscheidend ist nicht die Pose, sondern der Takt.

Die Lehre aus der ersten Welle ist damit klar: Fotos erzeugen keine Produktivität. Systeme, die in Prozessabstufungen denken – mit auditierbaren Daten, sicherer Kollaboration und robusten Skills – schon. Darin liegt die Zäsur zwischen den Lobbys von gestern und den Linien von heute.

Was Japan aus der ersten Welle gelernt hat

Japan hat den Hype nicht vergessen, sondern inventarisiert. Nach den Lobbys mit Dinosaurier-Rezepionisten und höflichen Tablets blieb eine nüchterne Bilanz: Sprache bricht in lauten Räumen, Navigation stolpert über Kinderwagen und Paletten, Skripte scheitern an Ausnahmen. Die Antwort fiel typisch japanisch aus – weniger Ankündigung, mehr Handwerk. Erstens wurde Teleoperation als Brücke aufgewertet: menschliche Operatoren übernehmen knifflige Sekunden, während die Maschine die Routine trägt; aus der Show wird Dienstleistung. Zweitens wanderte die Entwicklungsarbeit näher an den Prozess. Statt „Roboter, die alles können“ dominieren heute Aufgabenpakete: Nachfüllen im Kühlregal, Kisten greifen aus Mischpaletten, Tür auf, Teil raus, Teil rein. Drittens setzte sich die Einsicht durch, dass KI allein nichts repariert, wenn Greifer, Sensorik und Sicherheitslogik nicht mitziehen. Kaizen für Verkörperung: kleinere Iterationen, dichtere Tests, weniger Bühnenlicht.

Das Ergebnis ist eine andere Ästhetik. Keine charmanten Maskottchen mehr, sondern Systeme, die unauffällig funktionieren: ein Arm, der in der Nacht Getränke auffüllt; ein mobiler Helfer, der Paletten versetzt; ein Controller, der aus Kamerabildern Pick-Bahnen kalkuliert und Fehlerfälle sauber protokolliert. Die Lektion aus der ersten Welle lautet: Nicht der Roboter soll interessant sein, sondern die Störung, die nicht eintritt

Industriell ist Japan kein Spätzünder, sondern ein leiser Systembauer. In der Logistik setzen Controller-Plattformen japanischer Anbieter seit Jahren auf genau das, was Embodied AI verlangt: Wahrnehmung, Planung, Ausführung – mit hartem Fokus auf Wiederholgenauigkeit und Fehlerabfang. Im Handel liefen die ersten Telepresence-plus-KI-Roboter nicht als PR-Gag, sondern als Schichtmodell: Menschen lenken schwierige Sekunden, die Maschine lernt mit; Schritt für Schritt rutscht mehr Automatik in den Alltag. In der Fertigung kombinieren Hersteller die Tugenden des Landes – Mechatronik, Kraftregelung,

Vision – mit lernenden Planern: Schrauben unter Toleranzen, Stecker führen, Clips setzen, Tür öffnen, Teil wechseln.

Auch beim Humanoiden arbeitet Japan weniger am Posen als am Produktionsnutzen. Plattformen aus dem Kawasaki-Umfeld zeigen, worauf es ankommt: robuste Gelenke, die mehr aushalten als eine Pressvorführung; Hände, die einhändig halten und beidhändig montieren; Sicherheitskonzepte, die in die Schicht passen. Toyota und Universitätslabore treiben mobile Manipulation voran: Greifen, tasten, korrigieren – nicht im Laborlicht, sondern zwischen Kisten, Gittern und wechselnden Griffhöhen. Das ist Embodied AI im japanischen Sinn: kein großer Sprung, sondern viele kleine, bis der Takt stimmt.

Die Kurzform: Japan hat aus dem Lobbyspektakel gelernt, den Übergang von der Demo in den Dienst zu professionalisieren, und arbeitet heute dort, wo Embodied AI sich bewähren muss – im fehlerresistenten Greifen, in der sicheren Nähe zum Menschen und in sauberen Integrationen. Genau an dieser Schnittstelle trifft das Land nun auf die chinesische Offensive. China skaliert schnell und sammelt Daten in der Fläche; Japan skaliert langsamer, aber mit hartem Blick auf Verfügbarkeit und Qualität. Wer am Ende führt, entscheidet sich nicht im Prospekt, sondern an der Linie: Wer greift sicherer, läuft länger durch und hinterlässt die bessere Datenspur.

Die Erinnerung an die erste Roboter-Euphorie vor rund 10 Jahren verblasst langsam. Wer damals einem „Serviceroboter“ an der Hotelrezeption begegnete, sah vor allem eine Attraktion: freundlich, fotogen, aber betrieblich folgenlos. Die Geräte konnten wenig mehr als vorbereitete Dialoge abspulen und blieben außerhalb kontrollierter Vorführflächen erstaunlich hilflos. Heute vollzieht sich ein leiser, aber entscheidender Perspektivwechsel. Künstliche Intelligenz bekommt einen Körper – Embodied AI – und zieht dorthin ein, wo der Aufwand zählt: an Linien, Stationen und Zellen, in denen Varianten, Toleranzen und Störungen den Tagesablauf bestimmen. Der Reiz liegt nicht mehr im Auftritt, sondern in der Fähigkeit, sehen, planen und handeln zu verbinden, ohne dass Ingenieure jede Abweichung neu „einlernen“ müssen.

Der Unterschied ist materiell. Klassische Automatisierung glänzte, solange Produkte stabil blieben und Zuführungen exakt lagen. Sobald Bauteile, Lose und Anordnungen wechselten, wurde die Steuerung spröde und die Integration teuer. Embodied-AI-Systeme setzen an dieser Bruchstelle an. Kameras, Kraft-/Momentsensorik und taktile Greifer liefern Signale,

die ein Planungsmodell in Bewegungen übersetzt; ein kontrollnahes Regelwerk sorgt dafür, dass die Trajektorie im Prozess korrigiert wird, statt stehen zu bleiben. Damit schrumpft die Lücke zwischen Simulation und Wirklichkeit. Ein Umrüstvorgang, der früher Tage oder Wochen in Anspruch nahm, lässt sich auf den Anlauf verdichten, weil Parameter aus CAD-Daten, Bildsequenzen und Drehmomentverläufen abgeleitet und während der ersten Takte nachgezogen werden. Qualitätssicherung rückt näher an den Ursprung des Fehlers, nicht an sein Symptom: Das System passt Griffkräfte und Einschraubmomente im Vorgang an oder schleust ein Teil früh aus, bevor es die nächste Station blockiert. So entsteht Produktivität nicht als Showeffekt, sondern als geringere Standzeit, als belastbare Erstpassquote und als stabilerer Takt.

Diese Verschiebung verändert Rollen. Anlagenführer werden zu „Cell Operators“, die Skills auswählen, Grenzfälle markieren und Datenspuren prüfen, statt jeden Handgriff zu teachen. Die Anforderungen an die Umgebung sind unspektakulär und anspruchsvoll zugleich: definierte Lichtverhältnisse, saubere Lagefenster, robuste Greifer, ein Datenpfad von der Zelle über Edge-Rechner ins MES, der nicht in Insellösungen endet. Wer das ignoriert, trainiert gegen Rauschen. Wer es beherzigt, bekommt Systeme, die nicht mehr neben dem Prozess stehen, sondern Teil des Prozesses werden. Darin liegt der Unterschied zur ersten Welle: Embodied AI ist kein Ersatz für Erfahrung, sondern ein Verstärker – sofern die Erfahrung im System ankommt.

An diesem Punkt rücken die neuen Modelle „Made in China“ in den Blick. In Shenzhen, Hangzhou und Shanghai entstehen Plattformen, die nicht für den Messestand gebaut wurden, sondern für Zellen, die nachts weiterlaufen sollen. humanoide mit eigenständigem Batteriewechsel reduzieren Wartungsfenster; Greifhände mit taktilen Sensorfeldern erlauben das sichere Einrasten von Steckern und das Setzen von Clips; Software-Stacks, die Wahrnehmung, Planung und Ausführung trennen, lassen sich in bestehende Steuerungen einklinken, statt sie komplett zu ersetzen. Entscheidend ist die Einbettung, nicht der Auftritt: Wo Werkshallen Pilotflächen bereitstellen und öffentliche Beschaffung Nachfrage erzeugt, sammeln die Hersteller jene Betriebsstunden, aus denen robuste Updates, sinkende Integrationskosten und verlässliche Referenzprozesse entstehen. Damit unterscheidet sich diese zweite Robotik-Welle grundlegend von der ersten: Sie findet nicht im Schaufenster statt, sondern auf dem Shopfloor – und sie misst ihren Erfolg an Taktstabilität, Umrüstzeit und Erstpassquote, nicht an Applaus.

Die Hotelroboter von gestern sind leise vom Parkett verschwunden. Was blieb, war eine Lehre: Skripte ersetzen keine Prozesse. Wer heute über Embodied AI spricht, meint nicht mehr plaudernde Rezeptionisten, sondern Maschinen, die sehen, planen und ausführen – und zwar dort, wo Takt und Varianten die Marge bestimmen. China treibt diesen Wandel nicht mit großen Worten, sondern mit Aufträgen, Fabriken und Programmen voran.

In den vergangenen Wochen hat sich das Bild geschrägt. Der Hersteller UBTECH meldete Anfang September den bislang größten Einzelauftrag für humanoide Robotik in China: 250 Millionen Yuan für Walker-S-Systeme, nach EZB-Referenzkurs vom 16. September rund 29,8 Millionen Euro, mit Auslieferungen noch in diesem Jahr. Dass es sich nicht um Messestücke handelt, sondern um Systeme für den Linieneinsatz, berichten Branchenmedien übereinstimmend; China Daily verweist zudem auf kumulierte Walker-Aufträge von fast 4 Milliarden Yuan – umgerechnet rund 476 Millionen Euro – sowie auf bereits ausgelieferte Bestellungen von knapp 50 Millionen Yuan (rund 6,0 Millionen Euro) im ersten Halbjahr. Damit rückt nicht die Schau, sondern die Integration in reale Prozesse in den Vordergrund.



Der Tag geht, Walker S kommt.



Humanoide Roboter waren lange Kulisse: freundlich im Auftritt, hilflos im Betrieb. Embodied AI verschiebt den Maßstab. Gemeint ist nicht die schicke Hülle, sondern die Verbindung aus Wahrnehmung, Planung und Bewegung in einer Umgebung, die nie exakt so ist wie im Lehrbuch. In Chinas Fabriken rückt diese verkörperte Intelligenz aus dem Vorführraum in die Schicht. Das geschieht ohne großes Spektakel, dafür mit Aufträgen, Produktionsplänen und einer Industriepolitik, die Integration belohnt, nicht Inszenierung.

Lothar K. Doerr, Institut für Produktionserhaltung, infpro

Er betritt die Halle ohne großes Aufsehen. Zwei Schritte, ein kurzes Nachfassen, dann läuft der Takt. Walker S wirkt nicht wie eine Attraktion, sondern wie ein Mitarbeiter, der weiß, wohin er greift. Wenn eine Kiste schief steht, dreht er das Handgelenk leicht ein, öffnet die Finger um einen Millimeter, nimmt Kraft weg, bis Kamera-, Tiefen- und Kraftsensoren grünes Licht geben. „Den Griff anpassen“ heißt in der Praxis: Winkel, Fingeröffnung und Druck werden live so nachgestellt, dass das Teil sicher sitzt – nicht mehr, nicht weniger.

Der Reiz liegt nicht im Laufen auf zwei Beinen, sondern in der Anschlussfähigkeit an den Alltag einer Fabrik. Bestandsgebäude bringen schmale Gänge, Türdurchgänge, kleine Schwellen und variierende Übergabehöhen mit sich. Fördersysteme sind dort teuer, stationäre Roboter unflexibel. Genau da punktet ein humanoide Helfer: Er holt Kleinladungsträger am Supermarkt, bringt sie zur Station, quittiert die Entnahme im System; an der Zelle öffnet er nach Freigabe die Umhausung, entnimmt das Teil, legt den Rohling an und bestätigt die Charge. In der Verpackung ordnet er Beileger, Kabel und Gerät so, wie es die Variante verlangt – nicht als starres Programm, sondern als regelnde Bewegung.

Technisch ist das unspektakulär und anspruchsvoll zugleich. Kameras liefern Bild und Tiefe, taktile Punkte in den Fingern melden Kontakt, Drehmomentfühler setzen Grenzen. Eine Planungssoftware trennt Wahrnehmung, Aufgabe und Bahn: Aus dem Bild entsteht nicht ein Alarm, sondern eine neue Trajektorie, die zur Lage des Teils passt. So schrumpft beim Modellwechsel die Zeit zwischen erstem Takt und stabilem Lauf. Produktivität entsteht hier nicht als Showeffekt, sondern als verlässliche Schicht.

Wichtig ist die Selbstversorgung. In der neuen Generation wechselt der Roboter seine Batterie an der Dockingstation selbst – ein kurzer Halt, kein Stillstand. Erst damit wird eine Flotte wirklich schichtfähig: Einer arbeitet, der andere tauscht, der Takt bleibt.

Er ersetzt damit keine spezialisierte Schraubstation. Er ergänzt sie. Wo jede Sekunde zählt, bleibt der stationäre Arm im Vorteil. Wo Wege, Lagen und Reihenfolgen wechseln, ist der humanoide Helfer schneller integriert als eine neue Förderstrecke. Aus Sicht der Qualität zahlt die Nähe zum Prozess: Griffkraft und Einschraubmoment werden nicht nur protokolliert, sondern im Vorgang korrigiert; Fehler wandern vom End-of-Line an den Anfang der Strecke.

Damit das trägt, müssen die Rahmenbedingungen stimmen. Licht und Kontrast dürfen nicht springen,

Lagefenster sind zu definieren, Sicherheit ist nicht Beilage, sondern Grundvoraussetzung: überwachte Zonen, Kraftlimits, ein klarer „Safe State“. Und es braucht Rollen: Aus Anlagenführern werden „Cell Operators“, die Fähigkeiten auswählen, Grenzfälle markieren und Daten freigeben. Erst dann zeigen OEE, Erstpassquote und Anlaufkurven, was die Technik wirklich kann.

UBTECH, ein börsennotierter Robotikhersteller aus Shenzhen, liefert das sichtbarste Signal. Anfang September meldete das Unternehmen den bislang größten Einzelauftrag für humanoide Roboter in China: 250 Millionen Yuan – umgerechnet je nach Tageskurs rund dreißig bis dreunddreißig Millionen Euro – für Systeme der Walker-S-Reihe, mit Auslieferungsbeginn noch in diesem Jahr. Branchenmedien präzisierten zudem die Pipeline: insgesamt fast 400 Millionen Yuan an Walker-Verträgen (etwa 47 bis 50 Millionen Euro), davon knapp 50 Millionen Yuan bereits im ersten Halbjahr erfüllt.

Für 2025 stellt UBTECH 500 industrielle Humanoiden in Aussicht, bei einer angestrebten Jahreskapazität von über 1.000 Einheiten. Der Auftrag richtet sich nicht an Messen, sondern in Werkhallen; genannt werden Automobilkunden, der Logistiker SF Express und Foxconn als Apple-Zulieferer.

Walker S2 bedient keine Romantik, er bedient Stationen. In der Praxis holt er Kleinladungsträger am Supermarkt, navigiert durch gemischte Verkehrsfächen, stellt Kisten an definierten Übergabepunkten ab, quittiert Entnahmen und dokumentiert den Vorgang. An Maschinenzellen öffnet und schließt er Umhausungen nach Freigabe, entnimmt fertige Teile, legt Rohlinge an, liest Codes, bestätigt Chargen. In der Verpackung ordnet er Beileger, Kabel und Gerät variantenabhängig so an, dass die Box zur Spezifikation passt. Seine Sensorik liefert die Grundlage: Kameras, Tiefeninformationen, Kraft-/Momentmessung und taktile Elemente an den Fingern. Die Planungssoftware trennt Wahrnehmung, Aufgabenzerlegung und Bahnplanung; aus einem Bild wird kein Alarm, sondern eine Bewegung, die zum Teil und zur Situation passt. Formal steht das in Datenblättern, materiell zeigt es sich dort, wo die Linie nicht stehen bleibt, wenn eine Kiste drei Zentimeter versetzt ist.

UBTECHs S-Generation bringt dafür eine unscheinbare, aber produktionsrelevante Besonderheit mit: den autonomen Batteriewechsel an einer Dockingstation in wenigen Minuten – eine Funktion, die auf Dauerverfügbarkeit zielt und Flottenbetrieb praktikabel macht.

Die nächste Iteration ist angekündigt. Mit Walker S2 soll im zweiten Quartal 2025 ein leichteres, kräftigeres und präziseres Modell folgen, ausgestattet mit fortgeschrittenerer Bildverarbeitung und schnelleren Planungsalgorithmen; der Hersteller rechnet damit, dass S2 rund 60 Prozent der 2025 gefertigten Serie stellt. Der Schritt ist plausibel: Wer Hunderte Systeme ausliefert, skaliert nicht nur Montage und Service, sondern auch den Datenpfad – jener stille Teil der Innovation, der aus Bewegung Erfahrung macht. Aus der Aussage „kann clipsen“ wird mit genügend Betriebsstunden ein belastbarer Skill mit Toleranzfenstern, Grenzwerten, Audit-Trail. Genau diese Iterationsschleife – Praxisdaten, Software-Update, robustere Fähigkeiten – unterscheidet die zweite Robotikwelle von der ersten.

Hinter dieser Dynamik steht mehr als ein einzelnes Unternehmen. Peking hat die Weichen gestellt. Die im August analysierte Roadmap „AI + Manufacturing“ bündelt Unternehmen in Clustern, fördert Infrastruktur und setzt Standards; sie betrachtet KI nicht als Zusatz, sondern als Methode, Umrüstzeiten zu stauchen, Qualität in den Prozess zu ziehen und Anlagenlaufzeiten zu stabilisieren. In der Summe entsteht Nachfrage, und Nachfrage erzeugt die Betriebsstunden, die die Modelle erwachsen machen. Der politische Unterbau ist nüchtern: geförderte Rechenleistung, Datenpfade bis ins Werk, standardisierte Schnittstellen. Gewonnen hat nicht der spektakulärste Körper, sondern die verlässlichste Integration.

Auch die Kapitalmärkte stellen sich ein. Reuters meldete Mitte September eine weitere Milliardentransche für den amerikanischen Wettbewerber Figure und eine Bewertung von 39 Milliarden Dollar. Das ist auf den ersten Blick ein US-Befund, faktisch aber eine Aussage über die Kategorie. Wenn der Sektor in dieser Größenordnung finanziert wird, sinken über Zulieferketten mittelfristig die Stückkosten, und es steigen die Datenmengen – zwei Bedingungen, unter denen sich humanoide Plattformen aus der Nische lösen. Asiatische Anbieter profitieren davon ebenso wie amerikanische.

Die technische Logik bleibt prosaisch. Klassische Automatisierung glänzte, solange Produkte stabil blieben und Zuführungen exakt lagen. Sobald Bauenteile, Lose und Anordnungen wechselten, wurde die Steuerung spröde und die Integration teuer. Embodied-AI-Zellen setzen an dieser Bruchstelle an. Parameter werden aus CAD-Daten, Kamera- und Drehmomentverläufen abgeleitet und während des Anlaufs korrigiert. Umrüstzeiten schrumpfen von Wochen auf Tage oder Schichten; Qualität rückt an den Ursprung des Fehlers, nicht an sein Symptom

am Ende der Strecke. Mit steigender Reife entscheiden Kraft-/Moment-Signale und Bilddaten in Echtzeit über Griffkraft, Einschraubmoment und Ausschleusung. Ausschuss entsteht früher – und damit seltener – im Prozess. Entscheidend ist nicht die niedrigste einzelne Taktzahl, sondern die Verlässlichkeit über die Schicht.

Die Diagnose wird durch die Breite der Basisautomatisierung gestützt. Chinesische Fabriken installieren nach jüngsten Berichten jährlich rund 280.000 Industrieroboter – etwa die Hälfte des Weltmarktes. Das beweist keine humanoide Serienreife, zeigt aber die Infrastruktur, in die neue Plattformen einrücken: ein Netz von Integratoren, Sensor- und Antriebszulieferern, das schnell adaptieren kann. Wo die Grundlage breit ist, schließt sich die Lücke zwischen Prototyp und Takt eher.

Wie lässt sich diese Bewegung in Europa lesen? Nicht als Aufforderung zur Nachahmung, eher als Anstoß zur Ordnung. Die deutsche Antwort auf einen Walker heißtt heute nicht „eigener Humanoid“, sondern „funktionales Äquivalent“: mobile Plattformen mit Cobot-Armen, Vision, Kraftregelung und Greiferwechsel – etwa KMP als Unterbau, iiwa/iisy als Manipulator, ergänzt um 3D-Vision und dokumentierte Sicherheitslogik. In Intralogistik und Maschinenbedienung ist das oft die robustere Wahl; dort, wo Wege, Schwellen und Türen Teil des Auftrags sind, wo flexible Griffaufgaben im Vordergrund stehen und Bestandsbauten keine Fördertechnik erlauben, beginnt das Terrain der Humanoiden. Die Forschung liefert die Bauteile seit Jahren: feinfühlige Regelung, beidhändige Manipulation, robuste Wahrnehmung in unaufgeräumter Umgebung. Was fehlt, ist nicht das Wissen, sondern der Wille zur Serienintegration im eigenen Werk.

Rechtlich ist der Pfad klar. Heute gilt die Maschinenrichtlinie, ab 20. Januar 2027 die Maschinenverordnung (EU) 2023/1230. Risikobeurteilung, CE-Konformität, kollaborative Normen, EMV und Cyber-Sicherheit sind Pflicht. Praktisch beginnt man mit einer abgegrenzten Zelle, holt die Freigaben, baut den Datenpfad auf und rollt in Logistik und Machine-Tending aus. Das ist keine Kür, sondern die Produktionsbedingung von Embodied AI: Sie rechnet sich nur, wenn Daten, Sicherheit und Verantwortlichkeiten stimmen.

Bleibt die Frage nach der Substanz jenseits der Ankündigung. UBTECHs Zeitachse ist überprüfbar: S1 seit Oktober 2024 am Markt, Integration in Automobilwerke wie BYD und Nio, Lieferpläne 2025 mit 500 Einheiten und einer Kapazität von über 1.000

Stück, adressierte Kunden aus Automobil, Logistik und Elektronikmontage. Dass das Unternehmen die Serie auf S2 verlagern will, ist folgerichtig: Gewicht, Antrieb, Bildverarbeitung und Planungsalgorithmen sind die Stellhebel, mit denen sich greifbare Produktivität ausrollen lässt. Wenn aus Hunderten Lieferseinheiten tausende Betriebsstunden pro Quartal werden, entstehen die stillen Effekte, auf die es ankommt: kürzere Anläufe, stabilere OEE, weniger Ausschuss, reduzierte Rüstzeiten. Das ist die Währung, in der Industrietechnik bezahlt wird – und der Grund, warum die zweite Robotikwelle nicht an der Hotelrezeption beginnt, sondern an der Linie.

Der Rest ist Erwartungsmanagement. Wer einen Humanoiden als Ersatz für spezialisierte Industrieroboter verkauft, wird scheitern. Wer ihn als Ergänzung für Umgebungen einsetzt, die für Räder, Fördertechnik oder starre Zellen zu variabel sind, wird nüchterne Gewinne sehen. In Chinas Fabriken hat diese Ergänzung mit öffentlich sichtbaren Aufträgen, Roadmaps und einer breiten Automatisierungsbasis einen Vorsprung. In Europa entscheidet weniger der Wille zur Ankündigung als der Wille zur Abnahme: Referenzlinien, die unter Audit-Trail, Sicherheitsfreigabe und klaren KPIs laufen, sind mehr wert als jede Podiumsdiskussion. Dort, wo Variantenvielfalt auf Präzision trifft – E-Antriebsstrang, Medizintechnik, Elektronik-End-of-Line –, ist das Feld bereit. Aus Anlagenführern werden „Cell Operators“, die Fähigkeiten auswählen, Grenzfälle markieren, Daten prüfen und Freigaben erteilen. Embodied AI ersetzt Erfahrung nicht. Sie skaliert sie.

Man kann das auch einfacher sagen. Der Tageswechsel in der Fabrik ist keine Metapher. Er ist eine Metrik. Wenn ein Walker-Typ in der Nacht den Akku selbst wechselt, während sein Zwilling die KLT-Versorgung übernimmt, bleibt der Takt, der zählt. Und wenn Datenpfad, Sicherheit und Rollen stimmen, bleibt mehr als eine Geschichte: Es bleibt Wertschöpfung.

—
Quellen: UBTECH-Auftrag und Produktionsziele (Gasgoo, China Daily; Anfang/9. September 2025); AI+-Manufacturing-Roadmap (China Briefing; 27. August 2025); Figure-Finanzierung und Bewertung (Reuters; 16. September 2025); Basisautomatisierung in China (Financial Times; zwei Wochen zuvor); Produktseiten Walker S1 (UBTECH). Beträge in Yuan mit Wechselkursbandbreite in Euro wiedergegeben.

Gibt es einen deutschen 1:1-Zwilling zu UBTECHs Walker S?

Die realistische „Antwort“ besteht aus drei Bausteinen, die heute schon serienreif sind – und aus Forschungsplattformen, die die Lücke zum Humanoiden schließen.

Erstens: Humanoid-nahe Praxislösungen.

In deutschen Werken lässt sich Walkers Funktionsumfang heute am ehesten als Kombination aus mobiler Basis + Cobot-Arm + KI-Wahrnehmung abbilden. Typisch ist ein KUKA-KMP (fahrbare Plattform) mit LBR iiwa/iisy als Manipulator, Greifern von Schunk/OnRobot und 3D-Vision (z. B. Zivid/IDS). Das System versorgt Stationen, übernimmt machine tending und baut End-of-Line-Verpackung – mit CE-Konformität, Service-Netz und bekannten Sicherheitskonzepten. Für Intralogistik auf längeren Strecken sind Magazino-Roboter (z. B. SOTO) bewährt; für KI-gestützte Montagezellen steht Agile Robots (München) mit sensorischen Schraub- und Steckprozessen. Formfaktor: Räder statt Beine – in Hallen schneller, robuster, einfacher abzusichern.

Zweitens: Forschung als Vorlauf für den Humanoiden.

Deutschland hat starke humanoide Plattformen im Labor: DLR (TORO, Rollin' Justin), DFKI (RH5 Manus) und KIT (ARMAR-6). Diese Systeme liefern das, worauf es beim „verkörperten“ Arbeiten ankommt: feinfühlige Kraft-/Momentregelung, beidhändige Manipulation, robuste Wahrnehmung in unaufgeräumten Umgebungen. Serienreife für den Shopfloor ist nicht der Status quo – aber die Technik, die Walker stark macht, wird hier seit Jahren entwickelt.

Drittens: Software-Stack und Edge.

Deutschlands Antwort ist auch eine Software-Antwort: Siemens Industrial Copilot / NX / TIA, Bosch Rexroth ctrlX, Beckhoff TwinCAT Vision. Damit wird aus klassischer Automatisierung ein Embodied-AI-System: Kamera-/Kraftdaten fließen in die Bahnplanung, „Skills“ ersetzen starres Teach-In, und der Datenpfad (Edge - Zelle - MES/ERP) bleibt auditierbar. Genau dieses Rückgrat braucht am Ende auch ein Humanoider.

Was heißt das im Vergleich?

Walker S 2 punktet mit Beineinsatz und autonomem Batteriewechsel – sinnvoll, wenn Wege, Schwelten und Türen Teil des Auftrags sind und die Flotte 24/7 laufen soll. Die deutsche Praxis setzt auf Räder, weil 90 Prozent der Fabrikaufgaben damit schneller, günstiger und sicherheitsseitig einfacher zu lösen sind. Für die restlichen 10 Prozent – Treppen, verwin-

kelte Bestandsbauten, hochflexible Greifaufgaben – kommen die Humanoiden aus der Forschung ins Spiel, sobald Industrialisierung und CE-Paket stehen.

Eine deutsche Referenzlösung zu Walker S2 würde heute so aussehen: KMP + LBR iiwa/iisy, 3D-Vision, Kraftmomentschrauber, Greifer-Wechselsystem; Flotten- und Ladevorgang über Andockstation statt Akku-Selbsttausch; Sicherheitskonzept nach ISO 10218/TS 15066; Datenweg Edge - Zellserver - MES. Aufgaben: Supermarkt-Belieferung, machine tending, EoL-Packaging, einfache Clips-/Steckmontage mit Kraftregelung. Das ist Walker-Funktionalität ohne Walker-Form – sofort betreibbar, skaliert, servicefähig. Perspektivisch kommen zwei Optionen hinzu: humanoid-nahe „Biped-Piloten“ (zuerst in Sonderfällen, mit klaren Zonen und niedrigen Geschwindigkeiten) und autonome Energie-Konzepte nach Walker-Vorbild (Batteriewechselstationen, Flotten-Orchestrierung).

Bis dahin bleibt Deutschlands Vorteil die Tiefe in Präzision, Sicherheit und Integration – und das ist genau die Ebene, auf der sich Embodied-AI-Systeme im Werk bewähren müssen. Mit Präzision ist nicht nur eine schöne Demo gemeint, sondern wiederholgenaue Manipulation unter Toleranzen: ein Stecker, der bei $\pm 0,1$ mm Lageabweichung sicher einrastet; ein Schraubvorgang, dessen Drehmomentkurve innerhalb $\pm 2\%$ bleibt; eine Greifhand, die 8–12 N Kraft sauber einhält, statt „irgendwie“ zu packen. Solche Kennzahlen entscheiden über Erstpassquote und Ausschuss – nicht das Laufen auf zwei Beinen.

Sicherheit bedeutet, dass ein System normgerecht mit Menschen zusammenarbeitet: validierte Stopzeiten, überwachte Zonen, Kraft- und Drucklimits, ein definierter „Safe State“. Das ist ISO- und CE-Handwerk, Performance Level, Not-Halt-Ketten – Dinge, die Deutschland gut kann. Ohne das bleibt Embodied-AI ein Risiko, mit dem kein Werkleiter den OEE verantworten will.

Integration heißt schließlich: Das System hängt nicht als Insel neben der Linie, sondern spricht mit Steuerung, MES/ERP und CAQ. Aufträge, Varianten, Seriennummern und Prozessdaten (z. B. Drehmoment- oder Kraftkurven) laufen rückverfolgbar zusammen; Rezepte für den Modellwechsel kommen als Datensatz, nicht als manuelles „Teachen“. Genau hier zahlt sich deutsche Stärke aus: Feldbus/OPC-UA-Schnittstellen, saubere Datenpfade, Change-over als Prozess – und ein Service- und Ersatzteilregime, das die Anlage über Jahre stabil hält.

Kurz: Embodied-AI wird im Werk nicht daran gemessen, wie menschlich sie wirkt, sondern ob sie präzise, sicher und eingebunden produziert – mit belastbaren Kennzahlen (FPY, OEE, MTBF), auditierbaren Daten und klaren Freigaben. In diesen Ebenen ist Deutschland traditionell stark. Wenn Humanoiden oder humanoid-nahe Systeme hier bestehen, werden sie nicht zur Show, sondern zum Produktionsfaktor.

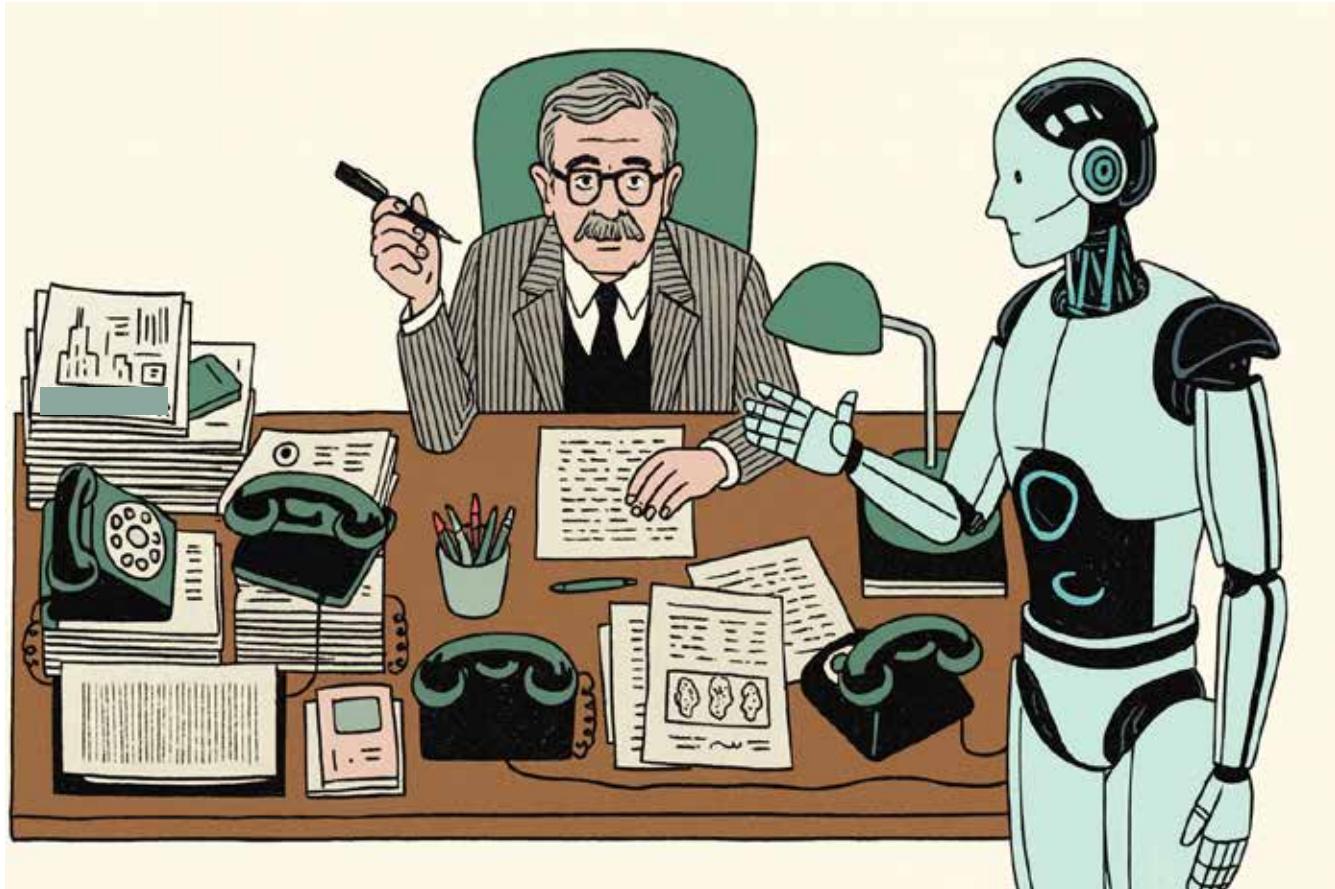
China kann in Präzision, Sicherheit und Integration aufholen – und tut es bereits. Die drei Felder sind kein Naturgesetz europäischer Überlegenheit, sondern Ergebnis von Verfahren, Normen und Erfahrung im Werk. Wer Geld, Zeit und reale Einsatzstunden investiert, schließt Lücken. Chinesische Hersteller holen sich Sicherheits-Sensorik und Steuerungstechnik aus Europa und Japan, orientieren ihre Dokumentation an ISO- und IEC-Standards und sammeln über öffentliche Beschaffung rasch die Betriebsdaten, die europäische Anbieter über Jahre aufgebaut haben. Wo heute noch Detailarbeit fehlt – validierte Stopzeiten, sauber parametrierte Kraftgrenzen, auditierbare Datenwege –, verschwinden Defizite mit jeder Pilotlinie. Der Vorsprung Europas liegt weniger in einem unantastbaren Qualitätsmerkmal als in einem funktionierenden Handbuch der Integration. Dieses Handbuch lässt sich lernen.

Was „Embodied AI“ betrifft, ist Walker S2 ein passendes Bild: Er verbindet Wahrnehmung, Planung und Bewegung in einem Körper, der in einer un- aufgeräumten Umgebung bestehen soll. Kameras und Tastsinn liefern die Signale, ein Planungsmodell zerlegt die Aufgabe, der Bewegungsregler setzt sie unter Toleranzen um; dazu kommt die unscheinbare, aber industrielle Fähigkeit zum autonomen Batteriewchsel. So verstanden, haben auch deutsche Systeme Embodied AI – nur selten in humanoider Form. In vielen Fabriken arbeiten heute mobile Plattformen mit Cobot-Armen, 3D-Vision und Kraftregelung, die Material zuführen, Maschinen bedienen und End-of-Line verpacken. Die „Verkörperung“ steckt hier nicht in zwei Beinen, sondern in einer Konstellation aus Sensorik, Aktorik und Software-„Skills“, die auf reale Varianz reagieren. Forschungslabore liefern die humanoide Spitze – beidhändige Manipulation, feinfühlige Kraft-/Momentregelung, robuste Wahrnehmung im Chaos –; der Shopfloor setzt das Prinzip in Räder, Greifer und Zellen um. Der Unterschied zu Walker ist die Form, nicht das Konzept.

Bleibt die Frage nach der Richtung. China skaliert schnell und lernt in der Fläche; damit nähern sich Präzision und Sicherheit dem europäischen Niveau, weil jede zusätzliche Stunde im Werk Grenzfälle

produziert, die das System aushalten muss. Europa bleibt stark, wo Embodied AI sich bewähren muss: in der sauberen CE-Kette, in klaren Datenpfaden von der Zelle ins MES, in normgeprüften Kollaborationskonzepten und in der nüchternen Messung von OEE, Erstpassquote und Umrüstzeit. Der Vorsprung bleibt, solange er genutzt wird. Lässt man Prototypen im Labor und beauftragt keine Referenzlinien, wandert die Lernkurve dorthin, wo sie bezahlt wird – derzeit häufig nach China. Walker-Klassen wie S2 verkörpern Embodied AI. Deutsche Systeme haben das Prinzip ebenfalls – als zell- und flottenbasierte Embodied-AI-Automatisierung, die heute schon produktiv läuft.

Wer die beiden Welten vergleichen will, sollte nicht nach der menschlichsten Silhouette fragen, sondern nach der nüchternsten Bilanz: Wie stabil hält das System den Takt, wie sicher arbeitet es am Menschen, und wie sauber ist die Integration in Steuerung, Datenhaltung und Audit? Genau dort entscheidet sich, wer aufholt – und wer führt.



infpro

Institut für Produktionserhaltung e.V.

Impressum:

infpro

Institut für Produktionserhaltung e.V.
Ostergasse 26
D-86577 Sielenbach

Vertreten durch Klaus Weßing, Vorstand infpro

E-Mail: info@infpro.org
www.infpro.org

Verantwortlich für den Inhalt im Sinne des § 18 Abs. 2 MStV:

Klaus Weßing, Vorstand infpro
Design und Bildgestaltung: Susanne O'Leary, alle Bilder wurden mit DALL-E von OpenAI erstellt.
Redaktion: Lothar K. Doerr, Roberto Zongi, Dr. Maximilian Krause, Ian McCallen,
Holger Kleinbaum, KI-Beirat des Instituts

Haftungshinweis:

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.