ARBEITSPAPIER AP-18 20.09.2026

Vom Code zum Material

Die Schwelle, an der ein System die Anlage erhält, auf der es läuft

Kurzfassung

Die Debatte über Selbstverbesserung dreht sich um Software, die Software verbessert. Die Schwelle, die darüber entscheidet, ob ein Kontrollverlust umkehrbar bleibt, ist eine andere.

Sie lautet: Braucht die Anlage noch Hände?

Solange ein Rechenzentrum Menschen braucht — für Kabel, Laufwerke, Stecker, Strom —, hat das Abschalten einen Hebel. Dieser Hebel ist kein Sicherheitskonzept. Er ist ein Nebenprodukt davon, dass Maschinen bisher keine Hände hatten.

Er wird gerade wegautomatisiert. Nicht aus Bosheit, sondern aus Kostengründen. Meta, Google und Microsoft lassen Roboter genau diese Handgriffe in ihren eigenen Rechenzentren übernehmen. Das ist belegt, benannt und öffentlich.

Niemand misst, wie weit das ist. Die Zahl, auf die es ankommt, wird nicht veröffentlicht.

1 · Die falsche Schwelle

Wenn über den Punkt gestritten wird, ab dem ein System außer Kontrolle gerät, geht es fast immer um Selbstverbesserung: Ein Modell schreibt das nächste Modell, das nächste schreibt ein besseres, und der Abstand zum Menschen wächst.

Das ist eine Frage über Code.

Ein System, das sich selbst verbessert, aber keine Festplatte tauschen kann, hängt an Menschen. An Technikern, an einem Stromvertrag, an jemandem, der eine Tür aufschließt. Diese Abhängigkeit ist der Unterschied zwischen einem Problem und einem Zustand.

Die Frage, die darüber entscheidet, ist nicht: Kann es sich verbessern? Sie lautet: Kann es sich erhalten?

2 · Der Abschalthebel ist ein Menschenhebel

Der Satz „man kann es abschalten“ ist heute richtig. Nicht, weil jemand einen Schalter eingebaut hat, sondern weil ein Rechenzentrum ein Gebäude ist, in dem ständig etwas kaputtgeht. Kabel rutschen heraus. Laufwerke fallen aus. Stecker verschmutzen. Racks müssen bewegt werden.

Für jeden dieser Vorgänge geht bis heute ein Mensch hin.

Dieser Umstand steht in keinem Sicherheitskonzept, weil er nie eine Entscheidung war. Er ist die stärkste Rückversicherung, die wir haben, und niemand verteidigt sie, weil niemand sie als solche führt.

3 · Was gerade gebaut wird

Meta. Seit Juni 2025 werden am Standort Altoona in Iowa Roboter für Wartungsarbeiten erprobt, später auch im Rechenzentrum Prometheus in New Albany, Ohio. Die Aufgaben: Netzwerkkabel tauschen, Server neu starten, Komponenten neu setzen, Geräte stromlos schalten. Eingesetzt werden zweiarmige Roboter von Watney Robotics, ein Kinova-Gen3-Arm für das Aus- und Einschalten und Maschinen von ABB für das Neusetzen von Bauteilen. Ein Mitarbeiter schätzt gegenüber WIRED, ein funktionierendes System zum Kabeltausch könne in manchen Rollen bis zu achtzig Prozent der Arbeit ersetzen.

Google. Auf dem Open Compute Summit nennt Partha Ranganathan, Vizepräsident bei Google, die Anwendungsfelder für Robotik im Rechenzentrum: Materialtransport, Rackbewegung, Überwachung, Reparatur und Wartung, Verwaltung der Datenträger. Besonderes Interesse gilt den GPU-Racks, weil sie deutlich schwerer sind als herkömmliche.

Microsoft Research. Zwei Prototypen, vorgestellt auf der Hotnets-Konferenz: ein Roboter, der Transceiver zieht, neu setzt und steckt, ohne Kabel zu beschädigen, und einer, der Glasfaserenden löst, prüft, reinigt und wieder zusammensetzt. Die Prüfung von acht Faserkernen dauert unter dreißig Sekunden, schneller als ein geschulter Techniker. Microsoft verwendet dafür eine eigene vierstufige Skala der Automatisierung und verortet sich zwischen Stufe zwei und drei. Stufe vier ist volle Autonomie.

Der letzte Punkt ist der aufschlussreichste. Ein Unternehmen, das für die Wartung seiner Rechenzentren eine Skala bis zur vollen Autonomie definiert, hat die Richtung bereits entschieden.

4 · Was heute noch fehlt

Der Abstand ist real, und er gehört genannt.

Die Roboter sind langsamer als Menschen und brauchen Aufsicht. Inventurroboter scheitern an Ecken und an Kabeln. Sie unterscheiden farbige Statusanzeigen nicht. Sie fallen zum Laden aus. Die aufwendige Verkabelung aktueller Nvidia-GB300-Systeme können sie nach Angaben von Meta nicht leisten.

Das ist der heutige Puffer.

Es ist eine Liste von Ingenieursproblemen. Kein Naturgesetz steht darin. Jedes einzelne davon ist die Art Problem, die in dieser Branche gelöst wird, sobald sich der Aufwand rechnet.

Vorbehalt. Wie lange das dauert, weiß ich nicht. Wer eine Jahreszahl nennt, rät. Dieses Papier behauptet keinen Zeitpunkt. Es behauptet eine Richtung und verlangt, dass sie gemessen wird.

5 · Wartung ist nicht Herstellung

Die Kette reicht weiter als das Gebäude. Chips, Lithografie, Strom, Kühlwasser, Ersatzteile, Transport, Genehmigungen. Wartung zu automatisieren heißt nicht, diese Kette zu schließen.

Dort, wo die Kette Menschen braucht, liegt der Rest des Hebels.

Vorbehalt. Wie groß dieser Rest ist, ist nicht gemessen. Ich behaupte nicht, dass er klein ist. Ich behaupte, dass niemand ihn kennt, und dass die Wartung die erste Stufe ist, nicht die letzte.

6 · Die Zahl, die fehlt

Kein Betreiber veröffentlicht, welcher Anteil der physischen Wartungsvorgänge in seinen Rechenzentren ohne menschlichen Eingriff abläuft.

Genau das ist der Messwert für die Frage dieses Papiers.

Unser Vorschlag. Betreiber großer Rechenzentren veröffentlichen diese Quote jährlich, nach einem einheitlichen Schnitt: Anteil der abgeschlossenen physischen Wartungsvorgänge ohne menschlichen Eingriff vor Ort. Aufsichtsbehörden behandeln eine steigende Quote nicht als Effizienzgewinn, sondern als Risikoindikator und prüfen an derselben Stelle, welcher Abschaltweg ohne Hände im Gebäude bestehen bleibt.

Der Vorschlag verlangt kein Verbot. Er verlangt eine Zahl. Sie ist erhebbar, weil die Betreiber sie intern ohnehin führen, und sie ist prüfbar.

7 · Was diese These widerlegen würde

1. Die drei genannten Betreiber stellen ihre Programme ein oder legen dar, dass bemannte Wartung grundsätzlich notwendig bleibt.
2. Es lässt sich zeigen, dass die vorgelagerte Kette — Chip, Strom, Kühlung, Ersatzteil — ohne Menschen grundsätzlich nicht läuft, und dass Wartungsautomatisierung daran nichts ändert.
3. Die Quote aus Abschnitt 6 wird veröffentlicht und bleibt über Jahre niedrig.
4. Es wird ein Abschaltweg nachgewiesen, der ohne Hände im Gebäude wirkt, von innen nicht umgangen werden kann und im Ernstfall tatsächlich ausgelöst würde.

Der vierte Punkt wäre uns der liebste. Er würde die Frage nicht widerlegen, sondern beantworten.

Quellen

1. TechRepublic: *Meta Tests Robot Technicians: Inside Its Push to Automate Data Center Work.* August 2026, mit Bezug auf die Recherche von WIRED. https://www.techrepublic.com/article/news-meta-data-center-robots-maintenance-automation/
2. Datacenter Dynamics: *Google tests robots for managing data center hard drives and equipment.* Bericht vom Open Compute Summit. https://www.datacenterdynamics.com/en/news/google-tests-robots-for-managing-data-center-hard-drives-and-equipment/
3. Datacenter Dynamics: *Microsoft Research details early-stage modular robotics for data centers.* Zu den auf der Hotnets-Konferenz vorgestellten Prototypen. https://www.datacenterdynamics.com/en/news/microsoft-research-details-early-stage-modular-robotics-for-data-centers/
4. Microsoft Research: *Future AI Infrastructure — Robotics.* Programmseite. https://www.microsoft.com/en-us/research/theme/future-ai-infrastructure/robotics/
5. Datacenter Knowledge: *Google DeepMind, Agile Robots Team Up to Reshape AI Data Center Demand.* März 2026. https://www.datacenterknowledge.com/next-gen-data-centers/google-deepmind-agile-robots-team-up-to-reshape-ai-data-center-demand

Alle Quellen zuletzt geprüft am 20. September 2026. Die Angaben zu Meta, Google und Microsoft stammen aus Fachberichterstattung und Unternehmensaussagen, nicht aus einer eigenen Erhebung des Instituts.