

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 7 (1952)
Heft: 10

Artikel: Kommen die Roboter? : Kybernetik - eine neue Wissenschaft
Autor: Oerley, W.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-654363>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Kommen die **ROBOTER?**

Kybernetik — eine neue Wissenschaft

Von W. A. Oerley

DK 681.153.36:331.875:658.562

Der Mensch, dazu bestimmt, „sein Brot im Schweiß seines Angesichts zu essen“, hat sich stets und mit allen Mitteln bemüht, die ihm auferlegten Lasten wenigstens in rein physischer Hinsicht zu erleichtern. Allmählich gelang es ihm auch, vielerlei Hilfsmittel zu ersinnen und Naturkräfte in seinen Dienst zu stellen. Wenn man sich vorstellt, wie mühsam es für die Urmenschen gewesen sein muß, ihre Nahrung zu finden, wird man begreifen, daß die erste primitive Waffe, das erste rohe Werkzeug für sie nicht nur eine unvorstellbare Erleichterung darstellten, sondern auch einen ungeheuren Ansporn dafür bildeten, mehr und neue Waffen und Werkzeuge herzustellen.

Damals mag sich bereits der erste, für die spätere Entwicklung so wichtige Vorgang ereignet haben — die Arbeitsteilung. Innerhalb einer Gemeinschaft mag es Menschen gegeben haben, die geschickter waren, wenn es galt Waffen oder Werkzeuge herzustellen, und solche, die sich ihrer mit besseren Ergebnissen bedienen konnten. Aus dieser Arbeitsteilung entstanden allmählich die verschiedenen Berufe — Jäger und Krieger, Ackerbauer und Viehzüchter, Handwerker und Händler. Als die menschliche Zivilisation bereits in hoher Blüte stand, hatte sich der Grundsatz der Arbeitsteilung sehr verfeinert. Es gab zahlreiche Berufe und Zünfte, und der größer werdende Bedarf an Gütern führte dazu, daß Erzeugungstätten errichtet wurden, in denen Hunderte von Arbeitern Waren herstellten — die Manufakturen.

Obwohl die Menschheit bereits in einem frühen Stadium ihrer Entwicklung sich gewisse Energiequellen dienstbar gemacht hatte — die Muskelkraft des Tieres als Zug- und Fortbewegungsmittel, den Wind für die Schifffahrt und das Wasser zum Treiben von Mühlen, erfuhr die Technik der Gütererzeugung erst durch die Erfindung der Dampfmaschine eine

grundlegende Veränderung. An Stelle der Muskelkraft trat mit einem Male die von der Dampfmaschine erzeugte Energie, ungleich wirksamer und billiger als der Mensch, überdies fähig, Maschinen zu betreiben, die in einem immer größerem Ausmaß die menschliche Arbeitskraft entbehrlich machten. Die Folgen davon waren: Massenarbeitslosigkeit und Not unter den brotlos gewordenen Arbeitern, die zu Maschinenstürmern wurden. Es brauchte viele Jahre, ehe diese in Unordnung geratenen Verhältnisse auf gleich gebracht werden konnten, und in England, wo sich die üblen Folgen der Umstellung auf maschinelle Erzeugung am deutlichsten und am unerfreulichsten bemerkbar gemacht hatten, denkt man noch heute mit großem Unbehagen und ziemlichen Schuldgefühlen an diese Zeit zurück.

Zu der Energie aus Dampfkraft kamen bald weitere Energiequellen — Wasserkraft und Elektrizität, Explosionsmotoren, und heute ist die Atomenergie für industrielle Zwecke bereits Wirklichkeit. Die technische Entwicklung im Erzeugungsprozeß von Gütern machte ungeheure Fortschritte, der Grundsatz der Arbeitsteilung wurde weiter vervollkommnet, und die Erfindungen des Fließbandes, der modernen Werkzeugmaschinen und des elektrischen Auges haben dazu geführt, daß die Rolle des Menschen immer mehr zu der eines Kontrollorgans wurde, während die eigentliche Arbeit von der Maschine besorgt wird. Nur dort, wo es noch keine Maschine für diese oder jene Arbeitsleistung gibt, ist der Mensch dazwischengeschaltet. Es ist klar, daß die Entwicklungstendenz darauf hinzielt, sich dieses Zwischengliedes zu entledigen und es durch eine Maschine zu ersetzen, denn die Maschine arbeitet nicht nur billiger, sie besorgt ihre Tätigkeit auch präziser, verlässlicher und rascher als der Mensch.

Während des Zweiten Weltkrieges ging es in der „Schlacht um England“ darum, das

Inselreich zu halten. England zu halten aber war ein Problem wirksamer Flugzeugabwehr. Die Fähigkeit zur Flugzeugabwehr aber war mit dem Problem verbunden, Apparate zu konstruieren, die innerhalb von Sekunden sehr komplizierte Rechnungen durchführen konnten. Man mußte nämlich berechnen, wo sich das zu beschießende Flugzeug, wenn es einen gegebenen Kurs beibehält, nach Ablauf jener Zeitspanne befinden wird, welche die Flakgranate benötigt, um die Entfernung zwischen Kanone und Ziel zurückzulegen. Gleichzeitig aber mußten die Ergebnisse dieser Berechnungen in die Tat umgesetzt werden, das heißt, das Geschütz automatisch den Berechnungen entsprechend eingerichtet und abgefeuert werden. Bei der enormen Geschwindigkeit, die Flugzeuge bereits damals besessen hatten, stellte diese Aufgabe für die Wissenschaftler und Techniker eine harte Nuß dar. Diese Nuß wurde geknackt, und die hierbei gewonnenen Erkenntnisse, insbesondere Erkenntnisse im Zusammenhang mit der negativen Rückkoppelung, eröffnete neue, ungeahnte Perspektiven.

Unter Rückkoppelung versteht man ein Prinzip, das bei automatischen Kontrollapparaten angewandt wird. Wenn man etwa einen Geschützturm in eine bestimmte Position bringen will, betätigt man einen Einstellhebel. Der Unterschied zwischen der Stellung dieses Hebels und der tatsächlichen Position des Geschützturmes löst daraufhin eine Kraftquelle in einem Motor aus, die darauf hinarbeitet, diesen Unterschied zu verringern und solcherart den Geschützturm in die gewünschte Lage zu bringen. Mit anderen Worten: Der Unterschied zwischen der wirklichen Bewegung und der beobachteten bzw. gewünschten Bewegung wird der Maschine als Rückkoppelung derart zugeführt, daß sie sich von selbst abstellt, sobald sie die verlangte Position erreicht hat.

Dieses Phänomen gibt es auch bei willkürlichen menschlichen Handlungen. Wenn man mit der Hand nach einem Gegenstand greift, werden die hierzu erforderlichen Bewegungen gleichfalls durch negative Rückkoppelung geregelt. Denn: der Mensch wünscht nicht, bestimmte Muskeln zu bewegen, sondern er wünscht, den Gegenstand zu ergreifen, und die hierzu erforderlichen Bewegungen werden durch das Ausmaß, in dem er den Gegenstand noch nicht ergriffen hat, gesteuert.

Die Erforschung des Phänomens der negativen Rückkoppelung, ursprünglich ein Gebiet, mit

dem sich Maschinenbauingenieure beschäftigt hatten, wurde nun eine Domäne der Fernmeldetechnik und weiter erforscht. In diese Zeit fallen auch die Erfindung der Radarstrahlung und gewisse Fortschritte auf dem Gebiet der Elektrotechnik, und aus diesen neuen Bausteinen menschlichen Wissens entwickelte sich in den Jahren nach dem Krieg in den Vereinigten Staaten eine neue Disziplin — „Kybernetik“. Dieses Wort ist aus der griechischen Bezeichnung für Steuermann „kybernetes“ abgeleitet und soll zum Ausdruck bringen, daß dieser neue Forschungszweig sich mit Kontrolle und Führung beschäftigt. Kontrolle und Führung wessen?

In den vergangenen Jahrzehnten haben wissenschaftliche Erkenntnisse und Forschungen ungeheure Fortschritte gemacht. Die Summe dessen, was der menschliche Geist entdeckt, erfunden und im Wege neuartiger Untersuchungsmethoden beobachtet hat, ist so angewachsen, daß das Leben eines einzelnen Menschen gar nicht mehr ausreicht, dies zu bewältigen. Der Typus des mit universalem Wissen ausgestatteten Gelehrten gehört der Vergangenheit an. Heute gibt es nur mehr Fachgelehrte, Spezialisten auf immer kleineren Gebieten, von denen man sagen kann, daß sie — immer mehr von immer weniger wissen.

Dieser Zustand ist jedoch unhaltbar, denn er erschwert, ja, man kann sagen, er verhindert die praktische Nutzenanwendung gefundener Erkenntnisse. Es wurde daher seitens namhafter Wissenschaftler, unter ihnen von dem Mathematiker Professor Norbert Wiener vom Massachusetts-Institut für Technologie in Boston, die Forderung erhoben, einen neuen Zweig der Wissenschaft ins Leben zu rufen, dessen Zweck es ist, Wissenschaft und Technologie, Forschung und Anwendung zu koordinieren, darüber hinaus aber beschäftigen sich die Kybernetiker auch mit Apparaten und Maschinen, wie es die elektronischen Rechenmaschinen sind, die „elektrischen Gehirne“ und Kontrollapparate aller Art. Aber das Studiengebiet der Kybernetik ist weiter, es bezieht auch den Mensch mit ein. Gewisse Ähnlichkeiten zwischen dem Funktionieren des menschlichen Gehirns und des Nervensystems einerseits und dem einer elektronischen Rechenmaschine andererseits scheinen darauf hinzuweisen, daß beiden das gleiche Prinzip zugrunde liegt. Kybernetik gilt als ein Grenzgebiet, auf dem sich Erkenntnisse der Hochfrequenztechnik mit solchen der Mathematik, gewissen

Fächern der Medizin, insbesondere was die Funktion der Nerven betrifft, der Psychologie und der Soziologie überschneiden.

Es ist heute noch zu früh, um entscheiden zu können, ob die Forschungen der Kybernetik auf diesen Gebieten wesentliche Fortschritte bringen werden. Die Bedeutung für den Augenblick liegt auf einem anderen, praktischen Anwendungsfeld — der Vollautomatisierung von Fabriken. Und angesichts der sich daraus ergebenden Möglichkeiten und Folgen stehen die Kybernetiker auf dem Standpunkt, daß sich diese Entwicklung nicht „wild“ vollziehen dürfe, sondern gesteuert werden müsse. Mit diesem Anspruch auf Lenkung und Kontrolle beziehen die Kybernetiker aber auch die Wirtschaft und damit die Politik in ihr Arbeitsgebiet ein.

Zu den verblüffenden Besonderheiten der elektronischen Rechenmaschinen gehört es, daß sie ein „Gedächtnis“ besitzen und daher in der Lage sind, zu „lernen“, d. h. Erfahrungen, die sie gemacht haben, festzuhalten und im Bedarfsfalle hervorholen zu können und dann dementsprechend zu reagieren. Außerdem lösen sie die ihnen gestellten Aufgaben mit einer unvorstellbaren Geschwindigkeit. Eine solche Rechenmaschine hat in Princeton auf der Universität innerhalb von wenigen Stunden das Problem der Uranspaltung berechnet, eine Aufgabe, die 150 Menschen mit mathematischem Spezialtraining durch ein Jahr mit Berechnungen beschäftigt hätte. Eine ähnliche Maschine besorgt im Staats-Kolleg in Pennsylvanien die Prüfung der Schüler und Registrierung ihrer Antworten. Maschinen, die nach den gleichen Grundsätzen arbeiten, spielen in den Staaten New Jersey und Connecticut Verkehrspolizei; sie stoppen auf den Landstraßen Schnellfahrer ab und arretieren sie.

Angesichts dieser vielseitigen Verwendungsmöglichkeit solcher elektronischer Maschinen wird es, so nehmen viele Forscher an, nur eine Frage der Zeit sein, ehe sie auch zur Führung vollautomatischer Fabriken und Bürobetriebe eingesetzt werden. Das klingt allerdings zunächst wie eine Utopie. Aber der erste, allerdings bescheidene Schritt ist bereits getan. Die amerikanische Büromaschinenfabrik Remington Rand Inc. hat einen „Univac“ genannte Büromaschine erzeugt, die imstande ist, in der Sekunde 10.000 Zeichen (Buchstaben oder Zahlen) zu lesen und dementsprechend zu verarbeiten. Mit Hilfe dieser Maschine können wissenschaftliche und technologische Probleme,

wie Belastungsanalysen, Schwingungsanalysen, die Lösung von partiellen Differentialgleichungen, ballistische Berechnungen, Verbrennungsanalysen, Analysen von Verbundnetzen ebenso durchgeführt werden, wie alle Arten statistischer Berechnungen sowie so ziemlich alle im Wirtschaftsleben erforderlichen Rechnungen und Buchungen, also Lohnverrechnung, Kontenführung, Kostenaufteilung, Fakturieren, Verkaufsanalysen, Produktionskontrolle, Inventarkontrolle, Materialbuchhaltung, Finanzkontrolle.

Ernst zu nehmende Männer in den Vereinigten Staaten haben erklärt, daß die Errichtung von vollautomatischen Fabriken bezw. die Adaptierung bestehender Produktionsstätten auf vollautomatisierten Betrieb nach dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik bereits möglich sei. „Univac“ hat jedenfalls in manchen Büros bereits Scharen von Angestellten ersetzt. Man ist sich jedoch in Amerika bewußt, daß eine solche Vollautomatisierung von Fabriken verschiedene sehr heikle Probleme in sich birgt. Und die Erinnerung an die industrielle Revolution im vergangenen Jahrhundert ist noch zu lebendig, als daß man sich nicht auch Gedanken darüber machen würde, welche sozialen Folgen dies auslösen würde.

Ein führender Fachmann, Mr. Luther G. Ulick, Präsident des Instituts für öffentliche Verwaltung und geschäftsführender Direktor des Städtischen Ausschusses für die Beobachtung der Geschäftsführung in der Stadt New York, erklärte, daß Kybernetik bzw. Maschinen, die auf Grund der durch Kybernetik gefundenen Erkenntnisse konstruiert werden, in der Lage sind, zahlreiche Arbeiten zu verrichten, zu deren Erledigung bisher Büroangestellte, Fabrikbeaufseher und Aufsichtspersonal benötigt wurden. Bisher gab es zwei Arten von arbeitssparenden Maschinen: einmal solche, die Kraft erzeugten und daher die Muskeln ersetzten, dann aber auch Maschinen, die Verrichtungen und Vorgänge besorgten und an die Stelle von menschlicher Geschicklichkeit traten. Jetzt sind wir jedoch im Begriffe, Maschinen zu entwerfen und zu benutzen, die überdies gewisse Arten von gedanklicher Arbeit übernehmen können.

Für die Geschäftsführung würde das bedeuten, daß immer mehr Maschinen aufgestellt würden, die durch Lochbänder oder magnetisierte Metallbänder nach den Grundsätzen der Kybernetik operieren, und diese Produktionsmittel würden mit Hilfe von ein paar hochqualifizierten

Mechanikern, Ingenieuren und Wissenschaftlern betrieben, instand gehalten und repariert werden, während von der Geschäftsführung immer weniger Arbeiter angestellt, ausgebildet, beaufsichtigt und gelenkt würden. Die Folgen für den Arbeitsmarkt wären daher revolutionär. Eine sehr große Zahl von Arbeitern würde in Mitleidenschaft gezogen werden. Nach den von Ogburn angestellten Beobachtungen über die Verbreitung von Erfindungen würde es 20 bis 50 Jahre dauern, bis die Vollautomatisierung in Fabriks- und Bürobetrieben durchgeführt wäre.

Nun meint aber der gleiche Fachmann, daß die seinerzeit während der industriellen Revolution entstandenen sozialen Nöte weniger durch die Erfindung und Einführung der Maschinen entstanden, sondern durch den Zusammenbruch des Feudalsystems und der Familienindustrien, der sich gleichzeitig vollzog. Dieser Zusammenbruch habe nämlich die Verantwortlichkeit dieses Systems für das Individuum zu einem Zeitpunkt beendet, ehe sich eine andere Verantwortlichkeit habe entwickeln können.

Welche Betriebe können und sollen nun vollautomatisiert werden? Diese Frage hat nicht nur rein wirtschaftlichen Charakter. Grundsätzlich kommen wohl nur solche Betriebe in Betracht, in denen Arbeitsvorgänge oft genug ausgeführt werden, um die Entwicklungs-, Herstellungs- und (anfangs gewiß sehr große Risiken) der Veralterungskosten der Kybernetik-Einrichtungen bezahlt zu machen, also in erster Linie Fabriken, die zur Erzeugung von Massentartikeln dienen. Arbeitsvorgänge, bei denen Unterschiede in der Hitze, Konsistenz, Zahl, chemischen Zusammensetzung sowie anderer leicht meßbarer Veränderungen bestehen, eignen sich besonders dazu. Erstrebenswert wäre die Einführung der Vollautomatisierung überall dort, wo eine ständige Gefahr besteht, damit also Menschen von dort entfernt und durch Menschen hervorgerufene Irrtümer ausgeschaltet werden können.

Ist aber das Prinzip der vollautomatischen Produktion einmal entwickelt, so werden sich wohl immer neue und weitere Anwendungsgebiete finden. Bekanntlich wird ständig experimentiert, um automatisch gelenkte, also ihr Ziel selbsttätig ansteuernde Geschoße zu entwickeln. Eng verknüpft damit sind die Versuche mit automatisch gesteuerten Fahrzeugen — Flugzeuge, Schiffe, Lokomotiven und sogar Autos. Weitere Anwendungsmöglichkeiten, die

ernsthaft erwogen und für möglich gehalten werden, obgleich sie uns noch recht phantastisch vorkommen, sind: Kohle- und Metallförderung in Bergwerken und im Tagbau; Industrieanlagen, in denen nicht nur der Produktionsprozeß vollautomatisiert ist, sondern auch der Einkauf, die Überprüfung und Lagerung der Rohmaterialien; die konfektionsmäßige Herstellung von Bekleidungsstücken; im Geschäftsleben die Voraussage von Konjunkturschwankungen, Buchhaltung, Mahnwesen und Korrespondenz. Die Vollautomatisierung industrieller Betriebe ist jedoch keineswegs eine Utopie. Denn in England arbeiten bereits seit einiger Zeit in Kohlenbergwerken Robothäuer, und in der Sowjetunion bestehen bereits Anlagen der Schwerindustrie und Wasserkraftwerke, die bis auf ganz wenige Arbeitsphasen vollautomatisiert sind.

Ein entscheidendes Problem bei der Verwirklichung der Vollautomatisierung ist natürlich die Höhe der dafür erforderlichen Investitionen. Um sich eine Vorstellung davon machen zu können, welche enorme Beträge erforderlich sein werden, um ein Industrieunternehmen auf vollautomatischen Betrieb umzustellen, muß man sich vor Augen halten, daß hierzu nicht nur erforderlich ist, die Konstruktion und den Bau eines komplizierten Steuerungs- und Kontrollapparates durchzuführen, der die gesamte Anlage betreibt, im Bedarfsfall abstellt, ihre Geschwindigkeit regelt, kurz alles tut, was sonst Menschen getan haben, sondern daß zusätzlich noch völlig neue Arbeitsmaschinen erfunden und gebaut werden müssen. Dazu käme dann noch die Kybernetik-Steuerungs- und Kontroll-Apparatur. Dieses elektronische Gehirn des Betriebes ist eine besonders teure Angelegenheit. Eine der ersten Elektronen-Rechenmaschinen, „Bessie“, hat eine viertel Million Dollar gekostet, eine andere, „Mark III“, bereits eine halbe Million. Die von Remington Rand Inc. hergestellte „Univac“ kostet 600.000 Dollar und die SSEC (Selective Sequence Electronic Calculator) sogar drei viertel Millionen Dollar. Geschäftsleute können sie für 300 Dollar pro Stunde benützen, für rein wissenschaftliche Zwecke steht sie derzeit gratis zur Verfügung.

Wir stehen also tatsächlich an der Schwelle des Roboterzeitalters, am Beginn einer neuen Epoche, die — wie jede bedeutende Umwälzung, Erfindung und Entdeckung — für die Menschheit G u t e s bedeuten kann — oder B ö s e s.