

Matteo Pasquinelli\*

# Theorien der Automatisierung von der industriellen Fabrik bis zu KI-Plattformen<sup>1</sup>

## Ein Überblick über die Politische Ökonomie und die Wissenschafts- und Technikgeschichte

**Zusammenfassung:** In der Politischen Ökonomie wie in der Wissenschafts- und Technikgeschichte wurden Theorien zur Automatisierung entwickelt. Hier wird gefragt, in welchem Verhältnis sie zueinanderstehen. Dabei sind drei Perspektiven im Mittelpunkt: die Kapitalinvestitionen, die Gestaltung der Arbeitsteilung und der Standpunkt der Arbeitskräfte. Im Anschluss an frühere Debatten zur Automatisierung werden deren Ergebnisse auf die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz (KI) bezogen und es wird gezeigt, dass der Prozess der Inwertsetzung nicht von der Materialität der lebendigen Arbeit und von den sozialen Beziehungen abstrahiert werden kann, ebenso wenig wie diese von der bestimmenden Wertform.

**Schlagwörter:** Arbeitsteilung, Automatisierung, Gig Economy, Künstliche Intelligenz, Politische Ökonomie

## Theories of Automation from the Industrial Factory to AI Platforms An Overview of Political Economy and History of Science and Technology

**Abstract:** Theories of automation have been developed in political economy as well as in the history of science and technology. The question is how they relate to each other. The focus is on three perspectives: capital investment, the organization of the division of labour and the position of the workforce. Following earlier debates on automation, their results are related to the development of Artificial Intelligence (AI) and it is shown that the process of valorization cannot be abstracted from the materiality of living labor and from social relations, just as these cannot be abstracted from the determining form of value.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Automation, Division of Labor, Gig Economy, Political Economy

---

\* **Matteo Pasquinelli**  ist Professor für Wissenschaftsphilosophie an der Universität Ca' Foscari in Venedig.

Was für Theorien zur Automatisierung wurden in der Politischen Ökonomie wie in der Wissenschafts- und Technikgeschichte entwickelt und in welchem Verhältnis stehen sie zueinander? In diesem Aufsatz wird ein vergleichender Überblick über diese beiden Bereiche gegeben, allerdings mit einem Vorbehalt: Es geht nicht darum, die Beziehung zwischen Technologie und Gesellschaft *ex post* aufzuarbeiten und entsprechende deskriptive Darstellungen vorzulegen (wie z.B. solche, die die »Auswirkungen« der neuen Medien auf die Gesellschaft untersuchen), sondern darum, kausale Modelle und erklärende Darstellungen der Technikgeschichte *ex ante* zu untersuchen. Wie also entwickelt sich die Technik? Warum ist sie auf eine bestimmte Art konzipiert und nicht auf eine andere?

In der Politischen Ökonomie besteht allgemein Konsens über die These: *Die technologische Entwicklung wird durch eine Ökonomie der Zeit (die Dinge schneller machen) und des Raums (die Dinge besser organisieren) vorangetrieben, die eine Ökonomie der Ressourcen (die Dinge billiger machen) und insbesondere der Arbeit (die Menschen weniger bezahlen) umfassen.* Diese Komponente der Arbeit, die Teil eines umfassenderen sozialen Antagonismus ist, ist ganz entscheidend. Die Art und Weise, wie die Arbeit gemessen und entlohnt wird, und ob die Arbeitskräfte sich gegen diese Bemessung und Entlohnung wehren oder nicht, hat einen entscheidenden Einfluss auf die technologische Entwicklung. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Matrix der Kräfte, die die Automatisierung vorantreiben, in der Politischen Ökonomie aus mindestens drei Perspektiven betrachtet werden kann: den Kapitalinvestitionen (Gewinnstreben), der Gestaltung der Arbeitsteilung (Kosteneinsparung) und dem Standpunkt der Arbeitnehmer\*innen (Widerstand gegen Ausbeutung). Dementsprechend lassen sich die Automatisierungstheorien grob in drei Gruppen einteilen: Werttheorien, Arbeitsprozessstheorien und Standpunktstheorien der Automatisierung. Wie im Folgenden gezeigt wird, sind alle diese Positionen offensichtlich miteinander verwoben und dialektisch aufeinander bezogen. Auf der Suche nach einem überzeugenden Erklärungs- und Kausalrahmen für die Technologieentwicklung greife ich in diesem Beitrag insbesondere die Arbeitsprozessstheorie der Automatisierung als fehlendes Bindeglied zwischen Wert- und Standpunktstheorien auf und

---

1 Der Abdruck des Artikels »Theories of Automation from the Industrial Factory to AI Platforms: An Overview of Political Economy and History of Science and Technology« erfolgt mit freundlicher Genehmigung von Tecnoscienza und des Autors aus: Tecnoscienza Nr. 29, Vol. 15 No. 1 (2024): Special Issue: At the core of science and technology: work and organization in STS: 99-131. DOI: <https://doi.org/10.6092/issn.2038-3460/20010>. © Matteo Pasquinelli 2024. Der Autor dankt Charles Wolfe, Sandro Mezzadra und Alan Diaz für ihre Kommentare zu einer früheren Version des Textes.

versuche, ihre Ursprünge zu klären, die auf die Politische Ökonomie des 19. Jahrhunderts zurückgehen.

Werttheorien der Automatisierung verstehen diese vor allem als einen dynamischen Prozess, der von außen durch die Imperative des Kapitals und der Investitionszyklen geprägt wird. Diese Perspektive lässt sich von Ernest Mandels bahnbrechendem Werk *Der Spätkapitalismus* (1972) bis zu *Boom & Bubble – Die USA in der Weltwirtschaft* (2002) von Robert Brenner verfolgen, dessen Einfluss auch in *Automatisierung und die Zukunft der Arbeit* (2021) von Aaron Benanav nachhallt. Zu diesem Ansatz kann man auch *Capital and Automation* (1991) von Ramin Ramtin und die in marxistischen Kreisen beliebten neoschumpeterianischen Positionen zählen (Smith 2004). Diese Theorien erklären die Entwicklung der Automatisierung als Prozess, der von außen durch die Bedürfnisse des Kapitals »selektiert« wird: Die technologische Entwicklung folgt ihrer eigenen Logik (z.B. durch die Anwendung der Wissenschaft auf die Produktion), und erst danach »wählt« (Smith 2004) das Kapital die am besten geeigneten Innovationen aus, die die Produktion beschleunigen und die Investitionerträge sichern.

Arbeitsprozessstheorien der Automatisierung erklären die Automatisierung aus der Perspektive der materiellen Logik der Produktion und der Arbeitsteilung bzw. des Arbeitsprozesses, das heißt aus der Sicht der Arbeit und nicht einfach des Marktes. In dieser Reihe ist Harry Bravermans *Die Arbeit im modernen Produktionsprozess* (1977) wahrscheinlich das einflussreichste Werk, da es die *Arbeitsprozessstheorie* und die Dequalifizierungsdebatte in der anglo-amerikanischen Welt in Gang setzte (Smith 2015). Neben den Überlegungen zur Mechanisierung der manuellen Arbeit trug Braverman dazu bei, auch das Projekt der *Mechanisierung der geistigen Arbeit* in den Rechenmaschinen von Babbage wiederzuentdecken und den Einfluss der Politischen Ökonomie auf dessen frühe Experimente mit automatisierten Berechnungen hervorzuheben. Friedrich Pollocks *Automation* (1956) war eine weitere frühe bahnbrechende Abhandlung, die die Rolle der Informationstechnologien in der industriellen Fließbandarbeit beleuchtete und auch die Ansichten der Frankfurter Schule über Technologie im Allgemeinen beeinflusste (Lenhard 2019; siehe dazu den Beitrag von Peter Schulz in diesem Heft).

Standpunkttheorien der Automatisierung gehen davon aus, dass diese durch soziale Antagonismen und Hierarchien von Klassen, Geschlechtern und Ethnien vorangetrieben wird, das heißt durch Subjektivierungsprozesse, die gleichzeitig Prozesse des Widerstands sind. Karl Marx stellte fest, die Maschinerie sei das »machtvollste Kriegsmittel zur Niederschlagung der periodischen Arbeiteraufstände, strikes usw. wider die Autokratie des Kapitals. [...] Man könnte eine ganze Geschichte der Erfindungen seit 1830 schreiben,

die bloß als Kriegsmittel des Kapitals wider Arbeiteremeuten ins Leben traten.« (MEW 23: 459) Die Geschichte der Maschinenstürmer und der technologischen Sabotage reicht von den Ludditen des 19. Jahrhunderts (Hobsbawm 1952) und den Auseinandersetzungen zur »Maschinenfrage« (Berg 1980) bis zu den feministischen Protesten und den Hacker-Bewegungen des 20. Jahrhunderts (Mueller 2021) oder den jüngsten Praktiken des »algorithmischen Widerstands« in der Gig Economy (Bonini/Treré 2024). Insbesondere der italienische *Operaismus* hat die Arbeitskämpfe als primäre und nicht als sekundäre Akteure des technologischen Fortschritts des Kapitalismus betrachtet (Panzieri 1961; Tronti 1966). So hob beispielsweise Alquati (1962, 1963) die zentrale Rolle der Arbeiter in der Computerfabrik Olivetti als Produzenten von »wertschaffenden Informationen« im kybernetischen Prozess hervor (Pasquinelli 2015). Ähnliche Ansätze wurden auch in den USA beobachtet, wo David Noble (1984) den deterministischen Fokus von Braverman auf den Arbeitsprozess kritisierte.

Der Begriff »Standpunkttheorie« stammt ursprünglich aus den feministischen Studien, in denen die Subjektivität als antagonistische und aktive Kraft auch in der Wissensproduktion betont wird (Gurung 2020). In dieser Hinsicht haben feministische Autorinnen von Ruth Schwartz Cowan (1983) bis Astra Taylor (2018) die ambivalenten Auswirkungen der Automatisierung auf die Reproduktionsarbeit (ein Bereich, der in der Politischen Ökonomie, die sich in erster Linie auf die produktive Arbeit konzentriert, oft übersehen wird) aufgezeigt und argumentiert, dass Frauen dadurch mehr und nicht weniger arbeiten müssen. Gleichzeitig betonten Shulamith Firestone (1975) und Donna Haraway (1985) das Potenzial von Technologie für die Emanzipation von Frauen. Aus einer vertieften historischen Perspektive haben Hilary Rose (1976), Sandra Harding (1986), Evelyn Fox Keller (1985) und Silvia Federici (2012) den Aufstieg der modernen Rationalität und der mechanistischen Mentalität im Zusammenhang mit der Umwandlung des weiblichen Körpers und des kollektiven Körpers in eine gefügte und produktive Maschine dargelegt. Mit anderen Worten: Sie stellten fest, dass die sozialen Beziehungen zu abstrakten Maschinen wurden, bevor das Regime der industriellen Fabrik sie in tatsächliche Maschinen verwandelte. Schließlich haben Neda Atanasoski und Kalindi Vora (2019) beschrieben, wie die Träume von der vollständigen Automatisierung (einschließlich KI) immer auf der »Ersatzmenschlichkeit« von Versklavten, Dienstboten, Proletariern und Frauen beruhten, die durch ihre unsichtbar gemachte Arbeit das universalistische Ideal des autonomen (weißen und westlichen) Subjekts ermöglichen. Die Automatisierung sei ein Mythos, folgert Munn (2020), weil sie häufig dazu benutzt wird, alle Menschen mehr, und nicht weniger arbeiten zu lassen.

## 1. Automatisierungstheorie in der politischen Ökonomie des 19. Jahrhunderts

Der Gedanke, dass die Arbeitsorganisation von selbst »mechanisch« werden muss, bevor Maschinen sie ersetzen, ist ein altes Grundprinzip der Politischen Ökonomie (Aspromourgos 2012; Pasquinelli 2023: 239). Adam Smith war der erste, der in *Der Wohlstand der Nationen* (1974, ursprünglich 1776) eine *Arbeitsprozessstheorie der Automatisierung* skizzierte. Denn er erkannte, dass neue Maschinen vor allem durch die Nachahmung der Arbeitsorganisation am Arbeitsplatz »erfunden« werden, dass es also »vermutlich die Arbeitsteilung war, die den Anstoß zur Erfindung solcher Maschinen gab« (Smith 1974: 13). Auch Hegels Vorstellung von der *abstrakten Arbeit* als der Arbeit, die der Maschinerie eine Form gibt, ist Adam Smith zu verdanken, den Hegel bereits in seinen Jenaer Vorlesungen (1805/1806) kommentierte. Dennoch fiel es Babbage zu, Adam Smiths Einsicht in einer konsistenten Arbeitsprozessstheorie der Automatisierung zu systematisieren, die er 1832 folgendermaßen darlegte:

»Einteilung der Arbeit unter den in einer Fabrik beschäftigten Personen ist vielleicht dasjenige, worauf der Betrieb derselben am wesentlichsten beruht [...] *Die Arbeitsteilung führt zur Erfindung von Werkzeugen und Maschinen* [...] Hat man es erst dahin gebracht, jeden einzelnen Prozeß mit einem einfachen Werkzeug vollenden zu können, so besteht die Maschine in der durch ein und dieselbe Kraft in Bewegung gesetzten Zusammenfassung dieser Werkzeuge.« (Babbage 1999: 134ff.; Hervorhebung im Original)

Was bedeutet es, dass die Arbeitsteilung »zur Erfindung von Werkzeugen und Maschinen« führe? Es bedeutet, dass *die Gestaltung der Arbeitsteilung die innere Gestaltung der Technik prägt*; dass die Arbeit der Automatisierung erst die Form gibt, und nicht umgekehrt. Babbage ergänzte diese Theorie durch das *Prinzip der Aufspaltung von Arbeitsprozessen in unterschiedlich anspruchsvolle Teilprozesse* (bekannt als das »Babbage-Prinzip«), um darauf hinzuweisen, dass die Arbeitsteilung auch eine weitere Schlüsselfunktion ermöglicht: Ersparnisse bei den Arbeitskosten (ebd.: 138).

Interessanterweise behielt Babbage diese beiden Prinzipien als Eckpfeiler für seine Rechenmaschinen wie die Differenzmaschine und die Analytische Maschine bei, die als Prototypen des modernen Computers gelten. Babbage ließ sich auch von dem französischen Mathematiker Gaspard de Prony inspirieren, der als Erster die Idee hatte, Adam Smiths Prinzip der Arbeitsteilung auf das manuelle Rechnen und insbesondere auf Logarithmentafeln anzuwenden.

Babbage übernahm von de Prony den Algorithmus, der auch als »Differenzmethode« bekannt ist, und versuchte, seine Wirkungsweise in ein mechanisches Artefakt zu übertragen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Babbage bei der Entwicklung seiner Rechenmaschine von der Idee ausging, Adam Smiths Prinzip der Arbeitsteilung auf das manuelle Rechnen anzuwenden und eine solche Organisation von Aufgaben erstmals zu mechanisieren. Der Fall der Babbage'schen Rechenmaschinen beweist, dass alle Formen der Automatisierung (sowohl mechanische als auch informationstechnische) auf denselben Prinzipien beruhen. In der Wissenschaft des 20. Jahrhunderts geriet diese Beziehung zwischen dem frühen Projekt der automatisierten Berechnung und der Politischen Ökonomie der Arbeit etwas in Vergessenheit und wurde – wie oben erwähnt – erst mit Braverman (1977) wieder aufgegriffen.

Mimetische Theorien der Automatisierung und Varianten der Arbeitsprozess- und der Organisations- und Managementtheorie der Automatisierung finden sich tatsächlich in vielen Disziplinen. Der gesamte Bereich der Robotik und insbesondere der Teilbereich der Bionik basieren auf der systematischen Nachahmung der Morphologie menschlicher und nichtmenschlicher Lebewesen (Freyberg/Hauser 2023). In der Informatik besagt das sogenannte Conway-Prinzip, dass das Design eines komplexen Artefakts wie etwa einer Software die Kommunikationsbeziehungen zwischen den Teilen des Unternehmens oder der Organisation widerspiegelt, die dazu beigetragen haben. Demnach müssten Organisationen, die solche Systeme entwerfen, Entwürfe produzieren, die die Kommunikationsstrukturen dieser Organisationen kopieren (Conway 1968: 31). In der Technik besagt das Prinzip des inneren Modells, dass ein »Regulator ein Modell der dynamischen Struktur der Umwelt erstellen muss« (Bengtson 1977: 333),<sup>2</sup> was bedeutet, dass die Umwelt zuerst das interne Modell formt. Dies ist in der Tat ein typischer Grundsatz der Kybernetik, und in diese Reihe von Modellierungstechniken könnte man auch die Idee der »internen Repräsentation« in künstlichen neuronalen Netzen (Clark/Toribio 1994) einordnen, die in den heutigen KI-Architekturen wie *Deep Learning* nach wie vor eine zentrale Rolle spielt.

## 2. Automatisierungstheorie in der Wissenschafts- und Technikgeschichte

In der Wissenschafts- und Technikgeschichte hat die Problematik der Automatisierung eine andere Dimension als in der Politischen Ökonomie. Man könnte argumentieren, dass in dieser das zentrale Prinzip der Forschung die

---

2 Englischsprachige Zitate wurden übersetzt, sofern keine deutsche Übersetzung vorlag.

Kapitalakkumulation (oder die Arbeitspolitik) ist, während es in jener um die Produktion neuer Instrumente und neuen Wissens geht. Offensichtlich neigen beide Bereiche dazu, sich um ihr eigenes epistemisches Zentrum zu drehen und unterschiedliche Erklärungen für technowissenschaftliche Entwicklungen zu liefern. Im Folgenden wird gezeigt, wie die Wissenschafts- und Technikgeschichte Einsichten und Erkenntnisse aus der Politischen Ökonomie aufgenommen hat und wie letztere von einem gegenseitigen Wissenstransfer profitieren könnte.

Eine Theorie der Automatisierung ist implizit in jeder Theorie der wissenschaftlichen Entwicklung enthalten, da die Wissenschaft nicht von ihren eigenen experimentellen Artefakten und Methoden der Spekulation getrennt werden kann. Die Debatte über den Status wissenschaftlicher Paradigmen ist breit gefächert. Hier wird sie lediglich unter dem Gesichtspunkt der Rolle von Werkzeugen, Techniken und Technologien der Automatisierung in der Geschichte solcher Paradigmen gerahmt und beleuchtet. Aus Gründen der Darstellung werden in der Wissenschafts- und Technikgeschichte folgende drei wichtigen Ansätze unterschieden: internalistische, kulturalistische und externalistische. Internalistische Theorien beschreiben häufig eine technowissenschaftliche Entwicklung, die sich nach internen Prinzipien vollzieht (siehe die Idee der wissenschaftlichen Revolution bei Koyré [1939] und des Paradigmenwechsels bei Kuhn [1962]); kulturalistische Theorien öffnen die Technowissenschaft für den Einfluss des sozialen Umfelds und verfolgen einen konstruktivistischen Ansatz (Simondon 2012; Shapin/Schaffer 1985); externalistische Theorien versuchen, diese in eine größere sozioökonomische Dynamik zu integrieren. Hier ist nicht der Ort, die drei Ansätze zu erläutern, da die neuere historische Epistemologie von Wissenschaft und Technik beispielhafte Synthesen geliefert hat (Badino u.a. 2022; Omodeo 2019; Ienna 2023).

An diesem Punkt lässt sich eine interessante Parallele zwischen der Wissenschafts- und Technikgeschichte und der Politischen Ökonomie feststellen: Die *internalistischen Theorien* der Wissenschafts- und Technikgeschichte erscheinen epistemologisch symmetrisch zu den *Werttheorien der Automatisierung* in der Politischen Ökonomie. Beide Theorien konzentrieren sich in der Tat auf ein von äußeren Faktoren unabhängiges Prinzip: In der internalistischen Wissenschafts- und Technikgeschichte transformiert sich die Wissenschaft unabhängig von äußeren Umständen, während in den Werttheorien der Politischen Ökonomie das Kapital seinen eigenen Weg zur Wertakkumulation findet, unabhängig von technischen und wissenschaftlichen Errungenschaften. Auf einer anderen Ebene scheinen die beiden Bereiche jedoch zu konvergieren. Die Hinwendung zur Zentralität der Arbeit in der Politischen Ökonomie hat auch in der Wissenschafts- und Technikgeschichte neue Per-

spektiven aufgezeigt, und diese hat dadurch einige Schlüsselbegriffe der Politischen Ökonomie in sich aufgenommen.

Spätestens seit dem Grundlagenpapier von Boris Hessen, *The Social and Economic Roots of Newton's Mechanics* (1931), in dem er den Einfluss der Technologien des Industriezeitalters auf Newtons *Principia* feststellte, ist die Wissenschafts- und Technikgeschichte durch die Politische Ökonomie beeinflusst. Ein weiterer wichtiger Beitrag stammt von dem polnischen Wirtschaftswissenschaftler Henryk Grossmann, der der Frankfurter Schule nahestand und eine Analyse mit dem Titel *Die sozialen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und der Manufaktur* (1935) vorlegte. Freudenthal und McLaughlin fassen die These von Hessen und Grossmann so zusammen: »Der Ökonomie wird zugeschrieben, dass sie Bedarfe aufzeigt, durch die technische Probleme aufgeworfen werden, die wiederum wissenschaftliche Probleme erzeugen.« (2009: 4) Das Verdienst dieser These liegt darin, dass sie ein komplexes *epistemisches Gerüst* der menschlichen Zivilisation entwirft, in dem sozioökonomische Kräfte technische Formen gestalten, die ihrerseits in ständiger Rückkopplung wissenschaftliche Theorien beeinflussen.

Die Hessen-Grossman-These kann als Ausarbeitung eines zentralen Postulats des Historischen Materialismus betrachtet werden. Marx hat bekanntlich vertreten, dass *die Produktionsverhältnisse die Entwicklung der Produktionsmittel prägen* und nicht andersherum. Gegen die Vorstellung des technologischen Determinismus wollte Marx klarstellen, dass nicht die Dampfmaschine die Kapitalakkumulation im Industriezeitalter antrieb, sondern ein neues ökonomisches Verhältnis zwischen den Arbeitskräften (das heißt der Lohnarbeit) und dem Kapital hegemonial wurde und für seine Expansion eine stärkere Energiequelle benötigte, die in der Dampftechnologie gefunden werden musste (MacKenzie 1984). Ähnliche Interpretationen von technologischen Innovationen sind nicht selten und finden sich auch in den aktuellen Debatten über das Anthropozän. Andreas Malm (2016) beispielsweise führt die Einführung fossiler Brennstoffe als Energiequelle anstelle von Wasser eher auf die Intensivierung der Beziehungen zwischen Kapital und Arbeit im Industriezeitalter als auf technologisches Handeln an sich zurück. Es scheint jedoch irgendwie symptomatisch, dass die schlüssigsten Interpretationen der Rolle der Arbeit für die technologische Entwicklung eher in der Wissenschafts- und Technikgeschichte als in der marxistischen Politischen Ökonomie zu finden sind. Auch in den marxistischen Varianten der Wissenschafts- und Technikgeschichte bleibt sie sekundär.

Franz Borkenau (1932, 1934, 1987) versuchte im Auftrag des Frankfurter Instituts für Sozialforschung, die Arbeit in den Mittelpunkt der Entstehung der modernen Wissenschaft und ihres »mechanistischen Weltbildes« zu stellen,

entwickelte sein Argument jedoch nicht überzeugend. Er vertrat die These, dass das abstrakte Bild der Arbeitsteilung das mechanische Denken unmittelbar und ohne Vermittlung der Technik hervorgebracht hätte. Mit seinem Aufsatz von 1935 zielte Grossmann gerade darauf ab, Borkenaus vereinfachende Lesart zu kritisieren und zu korrigieren. Im Wesentlichen stellte Borkenau eine direkte Beziehung zwischen Arbeit und Wissenschaft her (eine *Arbeitsprozess-theorie der Wissenschaft*) und übersah dabei die epistemische Vermittlung durch die Technik. Grossman dagegen bettete Arbeit, Technik und Wissenschaft stärker in systematische Bezüge ein (eine *Maschinentheorie der Wissenschaft*).

Die Grossmann-Borkenau-Kontroverse erinnert an einen blinden Fleck, der sowohl in der Wissenschafts- und Technikgeschichte als auch in der Politischen Ökonomie noch zu wenig untersucht wird: die Rolle der Praxis und der Arbeit bei der Gestaltung der Technowissenschaft. Um diesen Mangel zu betonen, hat Jürgen Renn (2020) kürzlich vorgeschlagen, das Weltmodell, das normalerweise aus Geosphäre, Biosphäre, Technosphäre, Infosphäre und Noosphäre besteht, um die *Ergosphäre* (die Sphäre der Arbeitskooperation und der Wissensproduktion) zu ergänzen. In der Debatte über das Anthropozän hat sich Pietro Omodeo (2022) auf der Ebene der »Geopraxis« darum bemüht, das Subjekt des kollektiven Handelns zu identifizieren. Ähnlich haben Alexandra Hui, Lissa Roberts und Seth Rockman (2023: 820) vorgeschlagen, eine *Arbeitsgeschichte der Wissenschaft* als Dialog zwischen Arbeits- und Wissenschaftsgeschichte zu initiieren, »angesichts der unzureichend anerkannten und thematisierten Omnipräsenz der Arbeit in der Wissenschaftsgeschichte (ganz zu schweigen von der mangelnden analytischen Aufmerksamkeit für die Wissenschaft und ihre Praktiker in der Arbeitsgeschichte)«.

Als Wissenschaftshistoriker\*innen wollen Hui, Roberts und Rockman darauf hinweisen, dass die Geschichte der Arbeit wichtige Erkenntnisse für die Wissenschafts- und Technikgeschichte liefern kann. Aber es sollte hervorgehoben werden, dass diese auch die wirtschaftliche Dynamik erhellen kann, insbesondere im Hinblick auf die Rolle von Metriken, Messinstrumenten und Metrologie. Praktiken in diesem Bereich waren schon immer von zentraler Bedeutung für den wirtschaftlichen Austausch, den Prozess der Inwertsetzung, die Institution des Geldes und die Organisation von Arbeit. Die Metrologie war von jeher eine politische Angelegenheit (Kula 1986; Schaffer 2015; Pasquinelli 2023a), und der Aufstieg der industriellen Automatisierung lässt sich kaum von den Praktiken und Techniken zur Quantifizierung und Monetarisierung der Arbeit trennen.

In diesem Zusammenhang hat Norton Wise (1988) vorgeschlagen, industrielle Technologien wie die Dampfmaschine und den Telegrafen als »Vermittlungsmaschinen« zu betrachten, als epistemische Vermittler zwischen

den Bereichen der Politischen Ökonomie und der Naturphilosophie, zwischen Arbeit und Wissenschaft. Wise (1988: 77) hat die doppelte Rolle der Dampfmaschine bei der Messung von Arbeit und der Schaffung der metrischen Arbeitseinheit in der Physik betont. Seine Erkenntnis weist auf eine Gemeinsamkeit zwischen Wert und Arbeit in den Theorien der Automatisierung hin, wonach die Technologie nicht nur ein *Produktionsmittel*, sondern auch ein *Instrument zur Messung der Produktion* und insbesondere der Arbeit ist. Wie bereits das Babbage-Prinzip zum Ausdruck brachte, ermöglicht die Arbeitsteilung (und implizit jede Maschine) die Messung und den Kauf der genauen Menge an Arbeit und Ressourcen, die für die Produktion notwendig sind. Diese Perspektive kann als *metrische Theorie der Automatisierung* identifiziert werden, nach der Techniken, die zur Messung der Arbeit verwendet werden, auch die Gestaltung neuer Technologien der Automatisierung nahelegen, sobald die Arbeitsteilung ein Reifestadium der Entwicklung erreicht hat (Pasquinelli 2024). Die Metrologie der Arbeit sollte als Prisma genutzt werden, um eine weitere Integration von Werttheorien und Arbeitsprozessstheorien mit den Standpunkttheorien der Automatisierung zu verfolgen (ein Punkt, der hier nicht weiter ausgeführt werden kann).

### 3. Automatisierungstheorie in Zeiten von Künstlicher Intelligenz

Die soziotechnische Struktur der KI im frühen 21. Jahrhundert stellt einen wichtigen Fall und einen wichtigen Beobachtungspunkt dar, insbesondere angesichts des Automatisierungsgrads, den die KI in dieser Epoche erreicht hat. KI wird manchmal als eine neue Stufe der Technologie beschrieben, die in Bezug auf ihren Umfang und ihre Kapazität mit der Vergangenheit bricht (dies knüpft also an den Mythos der Singularität an). Aber ist das wirklich so? Schauen wir uns an, wie die Wissenschafts- und Technikgeschichte und die Politische Ökonomie das Thema KI behandeln.

Die Wissenschafts- und Technikgeschichte hat die KI (ebenso wie ihre Mutterdisziplin, die Kybernetik) nie als »Wissenschaft« angesehen, da diese nie eine experimentelle Methode zur Entdeckung neuer Naturgesetze angewandt hat, sondern eine *analoge Methode* (oder Denken via Analogien), die zu einer vorwissenschaftlichen Mentalität gehört. Kybernetiker\*innen glaubten, dass Maschinen Organismen (einschließlich Gehirne) imitieren könnten, da ihrer Ansicht nach Organismen wie Maschinen funktionierten. Die Kybernetik war ein Zweig der elektromechanischen Technik, der erst später willkürlich als »Informatik« bezeichnet wurde. Tatsächlich war die *Methode der KI* immer ein »Nachahmungsspiel« (Turing 1950), dessen Gegenstand nicht die Natur, sondern die Kultur ist – nicht die universellen Gesetze des

menschlichen Gehirns, die es zu entdecken gilt, sondern die historischen gesellschaftlichen Konventionen, die es zu erfassen gilt. Der Turing-Test wurde zum Sinnbild dieser Unterscheidung. Schaffer (2024) hat argumentiert, dass seine Bedeutung darin besteht, zu zeigen, dass Intelligenz (unabhängig von ihren mechanischen oder menschlichen Erscheinungsformen) nur eine Angelegenheit *relationaler Intelligenz* ist und sein kann, das heißt eine Angelegenheit äußerer Konventionen, die zu befolgen, und nicht innerer (biologischer oder logischer) Regeln, die auszuführen sind.

In der Wissenschaftsgeschichte besteht Einigkeit darüber, dass die moderne automatisierte Berechnung (von Babbages Differenzmaschine bis hin zur KI) historisch als Maßnahme und Automatisierung von geistiger Arbeit und insbesondere des manuellen Rechnens im industriellen Milieu entstanden ist (Daston 1994), und nicht als Artefakt zur abstrakten Simulation von Intelligenz. In diesem Zusammenhang hat Daston (2018) klargestellt, dass das Wesen des Berechnens (einschließlich von KI) eine Art *analytische Intelligenz* von menschlichen Organisationen und sozialen Beziehungen ist, die Schaffers Interpretation der *relationalen Intelligenz* im Turing-Test entspricht. Internalistische und kognitivistische Ansätze in der Wissenschafts- und Technikgeschichte (Boden 2006) hingegen lesen KI weiterhin als ein Streben nach »maschineller Intelligenz« im Allgemeinen, indem »menschliche Intelligenz« als a-historisch gegeben vorausgesetzt wird. Im Gegensatz zum epistemischen Reduktionismus bestimmter kognitiver Wissenschaften hat die Wissenschafts- und Technikgeschichte einmal mehr verdeutlicht, dass KI-Modelle und Intelligenz-Modelle historische, und nicht universelle Paradigmen sind, und dass beide soziale Hierarchien von Hand und Kopf widerspiegeln (Schaffer 1994; siehe zur historischen Genese von »Künstlicher Intelligenz« auch den Beitrag von Hannah Fitsch in diesem Heft).

Tatsächlich wird die Entwicklung der KI von Anfang an von einem normativen Paradigma der sozialen Intelligenz beeinflusst. Ihre heutige Form, das *Deep Learning*, geht auf Frank Rosenblatts Erfindung des ersten neuronalen Netzes *Perceptron* in den 1950er-Jahren zurück (Pasquinelli 2024). Das *Perceptron* ahmte die Form biologischer neuronaler Netze nur oberflächlich nach: Mathematisch gesehen verkörperte es die Automatisierung der statistischen Werkzeuge der multidimensionalen Analyse, die Rosenblatt, ein ausgebildeter Psychologe, von der Psychometrie übernommen hatte. Die Psychometrie ist die Disziplin, die den berühmtesten kognitiven Test zur Messung des »Intelligenzquotienten« (IQ-Test) entwickelt hat und ursprünglich darauf abzielte, die Fähigkeiten der Bevölkerung durch statistische Analysen solcher Tests zu quantifizieren. Eingebettet in das umstrittene Erbe von Alfred Binet, Charles Spearman und Louis Thurstone entstand die Psychometrie als ein Zweig der

Statistik, der nie eine neutrale Disziplin war, sondern sich vielmehr mit der »Vermessung des Menschen«, der Festlegung von Verhaltensnormen und der Kontrolle von Normabweichungen befasste (Gould 1981). So wie frühere Formen der Automatisierung aus der Metrik der Arbeit im industriellen Milieu hervorgegangen sind, kann man sagen, dass KI aus der *Psychometrie der Arbeit* hervorgegangen ist, das heißt aus der Messung und Klassifizierung der kognitiven Fähigkeiten der Bevölkerung. Wie ich in einem anderen Zusammenhang betont habe:

»Der Vergleich zwischen menschlicher und maschineller Intelligenz impliziert auch ein Urteil darüber, welches menschliche Verhalten oder welche soziale Gruppe intelligenter ist als eine andere, welche Arbeitskräfte ersetzt werden können und welche nicht. Letztlich ist die KI nicht nur ein Werkzeug zur Automatisierung von Arbeit, sondern auch zur Durchsetzung von Standards für maschinelle Intelligenz, die mehr oder weniger unsichtbar soziale Hierarchien von Wissen und Fähigkeiten propagieren. Wie bei jeder früheren Form der Automatisierung ersetzt die KI nicht einfach die Arbeitskräfte, sondern verdrängt sie und strukturiert sie in eine neue soziale Ordnung um.« (Pasquinelli 2023: 246)

Kurz gesagt, die aktuelle Form der KI, das maschinelle Lernen, ist die Automatisierung einer statistischen Metrik, die ursprünglich eingeführt wurde, um kognitive, soziale und arbeitsbezogene Fähigkeiten zu quantifizieren. Dies ist ein weiterer Fall aus der Arbeitstheorie (oder metrischen Theorie) der Automatisierung, da man sehen kann, wie eine Technik zur Messung und Organisation sozialer Beziehungen die Gestaltung der Automatisierung selbst beeinflusst.

Nicht abstrakte Rationalität, sondern die Sphäre der sozialen Beziehungen ist von zentraler Bedeutung für den logischen Aufbau der KI, und dies wird auch durch ihre derzeitige Architektur deutlich, die sich als gänzlich abhängig von massiven Beständen an persönlichen und kollektiven Daten erweist (Muldoon u.a. 2024). Mit Blick auf die aktuelle Form der KI (maschinelles Lernen und insbesondere *Deep Learning*, das heißt die Art des maschinellen Lernens, die auf großen künstlichen neuronalen Netzen basiert) haben die Wissenschafts- und Technikstudien deutlich gemacht, dass solche Systeme dank der unsichtbaren Arbeit und dem Wissen einer globalen Vielzahl von Arbeitskräften und Nutzer\*innen entstehen und ihnen zu verdanken sind (Gray/Suri 2019). In Bezug auf die politische Modellierung der KI belegen diese Studien, was bereits die Wissenschafts- und Technikgeschichte in Bezug auf ihre technische Genealogie entdeckt hat: die zentrale Bedeutung der Arbeitsweise in einer Gesellschaft. Kurzum, die aktuelle KI ist eine Art

Automatisierungstechnologie, die auf der direkten Nachahmung sozialer Beziehungen, des kulturellen Erbes und der Arbeit im Allgemeinen (sowohl der manuellen als auch der geistigen) beruht und auf diese Weise die zuvor dargelegte Arbeitstheorie der Automatisierung bestätigt.

Die zentrale Bedeutung des Themas Arbeit in der KI bringt uns schließlich dazu, die Perspektive der Politischen Ökonomie zu berücksichtigen. Auch wenn eine wirtschaftliche Einschätzung der aktuellen großen KI-Modelle (ChatGPT etc.) noch schwierig erscheint, ist nicht zu übersehen, dass die KI bereits mächtige Monopole der Informationsverarbeitung gebildet hat, die bei der teilweisen Automatisierung vieler Arbeitsplätze wirksam werden können (Bommasani u.a. 2021). Benanav (2020) warnt jedoch davor, dass die Wahrnehmung von KI als Ursache für die technologische Arbeitslosigkeit eine Täuschung sein könnte und in Wirklichkeit eher eine Folge der globalen Stagnation als der Automatisierung an sich ist (siehe auch Smith 2020). Benanav geht von der Perspektive einer Werttheorie der Automatisierung aus, um KI im Rahmen der finanziellen Trends der Weltwirtschaft zu beschreiben. Aus der Sicht der Arbeitsteilung ähneln KI-Systeme wie etwa ChatGPT den Erscheinungsformen des Plattform-Kapitalismus und der Gig Economy, die den Arbeitsmarkt tatsächlich erweitern und umgestalten.

In den letzten zehn Jahren wurden zahlreiche Offline- und Online-Aktivitäten, darunter Kleinbetriebe, Angestellte, Pflegekräfte und ein riesiges, dezentralisiertes Heer von Arbeitskräften, über neue digitale Plattformen organisiert, die häufig globale Monopole in der Logistik, im Vertrieb und im Gastgewerbe sowie in anderen Sektoren geschaffen haben (Srnicek 2016; Poell u.a. 2019). Bei diesen Plattformen handelt es sich nicht nur um ein Geschäftsmodell, sondern um eine neue, allgegenwärtige Form des *algorithmischen Managements*, bei dem Chefs überflüssig gemacht und durch Software zur Überwachung und Entscheidungsfindung ersetzt werden (Wood 2021; Woodcock 2021; Armano u.a. 2022; siehe zum algorithmischen Management auch den Beitrag von Florian Butollo u.a. in diesem Heft). Die Ethnografie und die Soziologie dieser neuen Arbeitsformen weisen auf zahlreiche Ähnlichkeiten zwischen Gig Economy und KI-Plattformen hin: Sie beleuchten KI-Systeme als eine neue Form des Monopols in der Logistik und im Management eines globalen Potenzials an Arbeitskräften (Kellog u.a. 2019; Pirina 2022; Bonifacio 2023; Peterlongo 2023). Aus der Sicht der Informationsflüsse der globalen Technosphäre scheint es, als sei KI die ultimative Kombination aus früheren Prozessen der Datenerfassung und dem Arbeitsmanagement von unten, und nicht die Erfindung neuer leistungsfähiger Algorithmen von oben. Algorithmisches Management ist keine »Erfindung«, sondern eine schrittweise Automatisierung früherer Techniken zur Kontrolle und Organisation

der Arbeitskräfte. Auch dieser neue Automatisierungsprozess verläuft nicht nahtlos, sondern ist durch Reibungen und Konflikte zwischen Plattformen und Arbeitskräften gekennzeichnet. Ethnografische und soziologische Studien zur Gig Economy haben den Antagonismus aufgezeigt, der solche Plattformen von innen heraus aktiviert: die kreativen Akte der Störung und des Hackens durch Arbeitskräfte für bessere Arbeitsbedingungen und gegen die diskriminierenden Praktiken, die das algorithmische Management tagtäglich umsetzt. Für Bonini und Treré (2024) sind Plattformarbeitskräfte ständig mit kreativen Handlungen des »algorithmischen Widerstands« beschäftigt, die die »algorithmische Macht« nicht einfach nur stören, sondern sie zur Anpassung und von innen heraus zu Innovationen zwingen, wie dies auch in anderen Fällen von Standpunkttheorien zur Automatisierung dargelegt wurde.

#### 4. Fazit

Meine Schlussfolgerung ist, dass die auf KI angewandte Werttheorie der Automatisierung zwar eine notwendige, nicht aber hinreichende Perspektive ist, um den gegenwärtigen Stand der Dinge zu erklären. Man sollte eine Werttheorie der KI mit der Perspektive der Arbeit integrieren, um KI einerseits als Technik zur Messung von Arbeit und andererseits zur Kontrolle sozialer Hierarchien zu begreifen, wie es auch die Standpunkttheorie mit Blick auf die vergangenen Jahrhunderte technologischer Herrschaft nahelegt. Im Fall der KI sollte die Analyse der Arbeitsteilung (*Arbeitsprozessstheorie*) und der Formen des Antagonismus (*Standpunkttheorie*) dazu beitragen, die ökonomische Dimension der KI (*Werttheorie*) besser zu beleuchten und zu verstehen, dass der Prozess der Inwertsetzung nicht von der Materialität der lebendigen Arbeit und von den sozialen Beziehungen abstrahiert werden kann, ebenso wenig wie diese von der bestimmenden Wertform.

Wie verhält sich die interne Gestaltung von KI zu ihrer ökonomischen Dimension, das heißt, wie interagiert ihre intrinsische Arbeitsform mit der extrinsischen Wertform? Wie oben dargelegt, ist KI nicht als eine spezifische Form der Automatisierung entstanden, die eine spezifische Arbeitsteilung imitieren würde, sondern als ein allgemeines System, das in der Lage ist, die unterschiedlichsten Formen manueller, geistiger und visueller Arbeit zu imitieren und zu modellieren: Sie stellt den Höhepunkt der Arbeitsprozessstheorie der Automatisierung, die Automatisierung des Automatisierungsprinzips selbst oder die *Automatisierung der Automatisierung dar* (Pasquinelli 2024: 248; siehe auch Steinhoff 2021). Diese unglaubliche Fähigkeit der Automatisierung scheint jedoch nicht auf den vollständigen Ersatz von Arbeitskräften ausgerichtet zu sein, sondern auf die Automatisierung von modularen Mikroauf-

gaben. Die Arbeitskräfte werden nicht durch ein KI-System ersetzt, sondern werden zu Meta-Arbeitskräften oder zu »allgemeinen Arbeitskräften« (echten Cyborg-Arbeitskräften, wenn man so will), die die menschliche Synthese für eine Vielzahl von Mikroaufgaben liefern. Jede automatisierte Mikroaufgabe mag den Anschein erwecken, dass sie den Arbeitskräften hilft und sie stärkt, aber in Wirklichkeit ertränkt und erschöpft sie ihre Gesamtenergie. Das Paradoxe an der KI ist, dass sie die Arbeitskräfte nicht ersetzt, sondern vervielfacht: Sie führt nicht zum Ende der Beschäftigung, sondern zu *Unterbeschäftigung* (Benanav 2020), zu einer Prekarisierung des Arbeitsmarktes, bei der die Arbeitskräfte gezwungen sind, immer mehr zu arbeiten. In einer globalen Tendenz der Prekarisierung und Stagnation scheint es, als würde *die KI alle dazu zwingen, mehr und nicht weniger zu arbeiten*. Natürlich ist dieses Schicksal nicht unausweichlich. Wert-, Arbeitsprozess- und Standpunkttheorien zur Automatisierung deuten alle darauf hin, dass die technologische Arbeitsteilung in einer bestimmten Epoche in eine andere soziale und politische Arbeitsteilung verändert werden kann.

Übersetzung aus dem Englischen: Dorothea Schmidt

## Literatur

- Alquati, Romano (1962): *Composizione organica del capitale e forza-lavoro alla Olivetti* (Teil 1 und 2). In: Quaderni Rossi 2: 63-98 und Quaderni Rossi 3: 119-185.
- Armano, Emiliana / Briziarelli, Marco / Risi, Elisabetta (2022): *Digital Platforms and Algorithmic Subjectivities*. London. DOI: <https://doi.org/10.16997/book54>.
- Aspromourgos, Tony (2012): *The Machine in Adam Smith's Economic and Wider Thought*. In: *Journal of the History of Economic Thought* 34(4): 475-490. DOI: <https://doi.org/10.1017/S105383721200048X>.
- Atanasoski, Neda / Vora, Kalindi (2019): *Surrogate humanity: Race, robots, and the politics of technological futures*. Durham. DOI: <https://doi.org/10.1215/9781478004455>.
- Babbage, Charles (1999 [1832]): *Die Ökonomie der Maschine*. Berlin.
- Badino, Massimiliano / Ienna, Gerardo / Omodeo, Pietro Daniel (2022): *Epistemologia storica: correnti, temi e problemi*. Roma.
- Benanav, Aaron (2021): *Automatisierung und die Zukunft der Arbeit*. Frankfurt/M.
- Berg, Maxine (1982): *The machinery question and the making of political economy: 1814-1848*. Cambridge/New York.
- Boden, Margaret A. (2006): *Mind as machine: a history of cognitive science*. Oxford.
- Bommasani, Rishi u.a. (2021): *On the Opportunities and Risks of Foundation Models*. In: *arxiv:2108.07258*. DOI: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2108.07258>.
- Bonifacio, Francesco (2023): *Fare il rider. Pratiche, saperi e traiettorie di una professione emergente*. Milano.
- Bonini, Tiziano / Treré, Emiliano (2024): *Algorithms of Resistance: The Everyday Fight against Platform Power*. Cambridge, MA. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/14329.001.0001>.
- Borkenau, Franz (1932): *Zur Soziologie des mechanistischen Weltbildes*. In: *Zeitschrift für Sozialforschung* 1(3): 311-335. DOI: <https://doi.org/10.5840/zfs1932133>.
- (1934): *Der Übergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild: Studien zur Geschichte der Philosophie der Manufakturperiode*. Paris.

- (1987): *The Sociology of the Mechanistic World-Picture*. In: *Science in Context* 1(1): 109-127. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0269889700000089>.
- Braverman, Harry (1977 [1974]): *Die Arbeit im modernen Produktionsprozeß*. Frankfurt/M./New York.
- Brenner, Robert (2002): *Boom & Bubble. Die USA in der Weltwirtschaft*. Hamburg.
- Clark, Andy / Toribio, Josefa (1994): *Doing without representing?* In: *Synthese* 101(3): 401-431. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01063896>.
- Conway, Melvin E. (1968): *How do Committees Invent?* In: *Datamation* 14(4): 28-31.
- Cowan, Ruth Schwartz (1983): *More Work for Mother: The Ironies of Household Technology from the Open Heart to the Microwave*. New York.
- Daston, Lorraine (1994): *Enlightenment Calculations*. In: *Critical Inquiry* 21(1): 182-202. DOI: <https://doi.org/10.1086/448745>.
- (2018): *Calculation and the Division of Labor, 1750-1950*. In: *Bulletin of the German Historical Institute*, 62 (Spring): 9-30.
- Federici, Silvia (2012): *Caliban und die Hexe. Frauen, der Körper und die ursprüngliche Akkumulation*. Wien.
- Firestone, Shulamith (1975): *Frauenbefreiung und sexuelle Revolution*. Frankfurt/M.
- Freudenthal, Gideon / McLaughlin, Peter (Hg.) (2009): *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Dordrecht. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9604-4>.
- Freyberg, Sascha / Hauser, Helmut (2023): *The morphological paradigm in robotics*. In: *Studies in History and Philosophy of Science* 100: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2023.05.002>.
- Gould, Stephen Jay (1981): *The Mismeasure of Man*. New York.
- Gray, Mary L. / Suri, Siddharth (2019): *Ghost Work: How to Stop Silicon Valley from Building a New Global Underclass*. Boston.
- Grossmann, Henryk (1935): *Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur*. In: *Zeitschrift für Sozialforschung* 4(2): 161-231. DOI: <https://doi.org/10.5840/zfs19354259>.
- Gurung, Lina (2020): *Feminist Standpoint Theory: Conceptualization and Utility*. In: *Dhaurigiri Journal of Sociology and Anthropology* 14: 106-115. DOI: <https://doi.org/10.3126/dsaj.v14i0.27357>.
- Haraway, Donna (1985): *Cyborg Manifesto*. In: *Socialist Review* 15 (2): 65-107.
- Harding, Sandra G. (1986): *The Science Question in Feminism*. Ithaca.
- Hessen, Boris (1931[2009]): *The Social and Economic Roots of Newton's Principia*. In: Freudenthal, Gideon / McLaughlin, Peter (Hg.): *The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution*. Texts by Boris Hessen and Henryk Grossmann. Dordrecht: 41-101. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9604-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9604-4_2).
- Hobsbawm, Eric J. (1952): *The machine breakers*. In: *Past & Present* (1): 57-70. DOI: <https://doi.org/10.1093/past/1.1.57>.
- Hui, Alexandra / Roberts, Lissa / Rockman, Seth (2023): *Introduction: Launching a Labor History of Science*. In: *Isis* 114(4): 817-826. DOI: <https://doi.org/10.1086/727646>.
- Ienna, Gerardo (2023): *Genesi e sviluppo dell'epistémologie historique: Fra epistemologia, storia e politica*. Lecce.
- Keller, Evelyn Fox (1985): *Reflections on Gender and Science*. New Haven.
- Kellogg, Katherine C. / Valentine, Melissa A. / Christin, Angèle (2020): *Algorithms at Work: The New Contested Terrain of Control*. In: *Academy of Management Annals* 14(1): 366-410. DOI: <https://doi.org/10.5465/annals.2018.0174>.
- Koyré, Alexandre (1939): *Études galiléennes*. Paris.
- Kuhn, Thomas S. (1962): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt/M.
- Kula, Witold (1986): *Measures and men*. Princeton. DOI: <https://doi.org/10.1515/9781400857739>.
- Lenhard, Philipp (2019): *Friedrich Pollock: Die Graue Eminenz der Frankfurter Schule*. Berlin.

- MacKenzie, Donald (1984): *Marx and the Machine*. In: *Technology and Culture* 25(3): 473-502. DOI: <https://doi.org/10.2307/3104202>.
- Malm, Andreas (2016): *Fossil Capital: The Rise of Steam Power and the Roots of Global Warming*. London.
- Mandel, Ernest (1972): *Der Spätkapitalismus. Versuch einer marxistischen Erklärung*. Frankfurt/M. MEW – Marx, Karl / Engels, Friedrich: *Marx-Engels-Werke*. Berlin 1956ff.
- Mueller, Gavin (2021): *Breaking things at work: The Luddites are right about why you hate your job*. London.
- Muldoon, James / Graham, Mark / Cant, Callum (2024): *Feeding the Machine: The Hidden Human Labour Powering AI*. Edinburgh.
- Munn, Luke (2022): *Automation is a myth*. Stanford. DOI: <https://doi.org/10.1515/9781503631434>.
- Noble, David F. (1984): *Forces of Production: A Social History of Industrial Automation*. Oxford. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23120-0>.
- Omodeo, Pietro Daniel (2019): *Political Epistemology. The Problem of Ideology in Science Studies*. Cham.
- (2022): *Geopraxis: A Concept for the Anthropocene*. In: *Journal of Interdisciplinary History of Ideas* 11(22): 9:1-9:52. DOI: <https://doi.org/10.13135/2280-8574/7337>.
- Panzieri, Raniero (1961): *Sull'uso capitalistico delle macchine nel neocapitalismo*. In: *Quaderni Rossi* 1(1): 53-72.
- Pasquinelli, Matteo (2015): *Italian Operaismo and the Information Machine*. In: *Theory, Culture & Society* 32(3): 49-68. DOI: <https://doi.org/10.1177/0263276413514117>.
- (2022): *Labour, Energy, and Infirmation as Historical Configurations*. In: *Journal of Interdisciplinary History of Ideas* 11(22). DOI: <https://doi.org/10.13135/2280-8574/7340>.
  - (2024): *Das Auge des Meisters. Eine Sozialgeschichte Künstlicher Intelligenz*. Münster.
- Peterlongo, Gianmarco (2023): *Nella trama dell'algoritmo: Lavoro e circuiti informali nella gig-economy*. Torino.
- Pirina, Giorgio (2022): *Connessioni globali: una ricerca sul lavoro nel capitalismo delle piattaforme*. Milano.
- Poell, Thomas / Nieborg, David / Van Dijck, José (2019): *Platformisation*. In: *Internet Policy Review* 8(4). DOI: <https://doi.org/10.14763/2019.4.1425>.
- Pollock, Friedrich (1956): *Automation: Materialien zur Beurteilung der ökonomischen und sozialen Folgen*. Frankfurt/M.
- Ramtin, Ramin (1991): *Capitalism and Automation: Revolution in Technology and Capitalist Breakdown*. London.
- Renn, Jürgen (2020): *The Evolution of Science: Rethinking Science for the Anthropocene*. Princeton. DOI: <https://doi.org/10.1515/9780691185675>.
- Rose, Steven / Rose, Hilary (1976): *The Radicalisation of Science: Ideology of/in the Natural Sciences*. London. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-349-86145-3>.
- Schaffer, Simon (1994): *Babbage's Intelligence: Calculating Engines and the Factory System*. In: *Critical Inquiry* 21(1): 203-227. DOI: <https://doi.org/10.1086/448746>.
- (2015): *Ceremonies of Measurement: Rethinking the World History of Science*. In: *Annales. Histoire, Sciences Sociales – English Edition* 70(2): 335-360. DOI: <https://doi.org/10.1017/S2398568200001205>.
  - (2024): *The hidden history of Alan Turing's famous imitation game*. URL: <https://www.youtube.com/>, Zugriff: 24.10.2024.
- Shapin, Steven / Schaffer, Simon (1985): *Leviathan and the air-pump: Hobbes, Boyle, and the experimental life*. Princeton.
- Simondon, Gilbert (2012): *Die Existenzweise technischer Objekte*. Berlin/Zürich. DOI: <https://doi.org/10.28937/ZMK-2-1.5>.
- Smith, Adam (1974 [1776]): *Der Wohlstand der Nationen: eine Untersuchung seiner Natur und seiner Ursachen*. München.

- Smith, Chris (2015): Continuity and Change in Labor Process Analysis Forty Years After Labor and Monopoly Capital. In: *Labor Studies Journal* 40(3): 222-242. DOI: <https://doi.org/10.1177/0160449X15607154>.
- Smith, Jason E. (2020): *Smart machines and service work: automation in an age of stagnation*. London.
- Smith, Tony (2004): Technology and History in Capitalism: Marxian and Neo-Schumpeterian Perspectives. In: Bellofiore, Riccardo / Taylor, Nicola (Hg.): *The Constitution of Capital*. London. 217-242. DOI: [https://doi.org/10.1057/9781403938640\\_8](https://doi.org/10.1057/9781403938640_8).
- Srnicek, Nick (2016): *Platform capitalism*. Cambridge, MA.
- Steinhoff, James (2021): Automation and Autonomy: Labour, Capital, and Machines in the Artificial Intelligence Industry. Cham. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71689-9>.
- Taylor, Astra (2018): The Automation Charade. In: *Logic Magazine* 5 (1).
- Tronti, Mario (1966): *Operai e capitale*. Torino.
- Turing, Alan M. (1950): Computing Machinery and Intelligence. In: *Mind: A Quarterly Review of Psychology and Philosophy* LIX(236): 433-460. DOI: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>.
- Wise, M. Norton (1988): Mediating Machines. In: *Science in Context* 2(1): 77-113. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0269889700000508>.
- Wood, A. J. (2021): Algorithmic Management Consequences for Work Organisation and Working Conditions. Working Papers Series on Labour, Education and Technology 07, Europäische Kommission.
- Woodcock, Jamie (2021a): Towards a Digital Workerism: Workers' Inquiry, Methods, and Technologies. In: *NanoEthics* 15(1): 87-98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11569-021-00384-w>.
- (2021b): The Limits of Algorithmic Management: On Platforms, Data, and Workers. In: *South Atlantic Quarterly* 120(4): 703-713. DOI: <https://doi.org/10.1215/00382876-9443266>.



Stephan Kaufmann /  
Antonella Muzzupappa  
**Crash Kurs Krise**  
Wie die Finanzmärkte funktionieren –  
Eine kritische Einführung

**BERTZ + FISCHER**

Stephan Kaufmann /  
Antonella Muzzupappa  
**Crash Kurs Krise**  
Wie die Finanzmärkte  
funktionieren  
Eine kritische Einführung

176 Seiten | Paperback  
10,5 x 14,5 cm  
€ 8,- [D] / € 8,30 [A]  
ISBN 978-3-86505-756-3

»Ein ziemlich erhellendes Buch, über das Wirtschaftssystem, in dem wir gerade leben.«  
(Uli Hufen, WDR 3, *Gutenbergs Welt*) | »Ein kurzweiliges Büchlein, das erklärt, wie die  
alles dominierenden Finanzmärkte funktionieren.« (*Frankfurter Rundschau*).

[www.berzt-fischer.de](http://www.berzt-fischer.de) | [mail@berzt-fischer.de](mailto:mail@berzt-fischer.de) | Newsletter: [berzt-fischer.de/newsletter](http://berzt-fischer.de/newsletter)