

# **Zyklus Wissenschaft Technik Produktion**



VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften

# Zyklus Wissenschaft – Technik – Produktion

---

***Diese Schrift ist Bestandteil  
der internationalen Reihe  
„Sozialismus – Erfahrungen, Probleme  
und Perspektiven“***

---

# Zyklus Wissenschaft – Technik – Produktion

---

Wissenschaftstheoretische Studie zur  
Wechselwirkung von wissenschaftlicher  
und technischer Revolution  
im 20. Jahrhundert



VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften  
Berlin 1982

**Autorenkollektiv unter Leitung von E. Albrecht**

**Kapitel 1:** E. Albrecht  
**Kapitel 2:** E. Albrecht, H. Kant  
**Kapitel 3:** E. Albrecht, Mitarbeit G. Paetzold, Ch. Otto  
**Kapitel 4.1—4.2:** H. Kant  
4.3—4.4: O. Dohnert, Mitarbeit E. Albrecht  
**Kapitel 5:** G. Paetzold, Mitarbeit E. Albrecht

**Mit 40 Tabellen und 15 Abbildungen im Text**

**Verlagslektor: Karl-Heinz Schatte**

**Verlagshersteller: Michael Kolar**

**Umschlaggestaltung: Ulrich Hilbert**

**© 1982 VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, DDR 1080 Berlin, Postfach 1216**

**Lizenz-Nr. 206·435/2/82**

**Printed in the German Democratic Republic**

**Druckerei: Elbe-Druckerei Wittenberg IV-28-I-195**

**LSV 0155**

**Bestellnummer: 571 055 9**

**DDR 10,60 M**

# Inhaltsverzeichnis

---

|                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Einleitung</b>                                                                                                           | <b>7</b>   |
| <b>1. Sozialökonomische Triebkräfte des wissenschaftlich-technischen Fortschritts</b>                                       | <b>12</b>  |
| 1.1. Wissenschaftlich-technische Revolution im Kapitalismus als Folge und Konsequenz der Produktion des relativen Mehrwerts | 12         |
| 1.2. Wissenschaftlich-technische Revolution im Sozialismus und ihr konkret-historisches Verständnis                         | 28         |
| <b>2. Zyklus Wissenschaft – Technik – Produktion unter den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution</b>      | <b>42</b>  |
| 2.1. Beschleunigung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts – Fragestellungen und Probleme                            | 42         |
| 2.2. Ansätze und Prämissen für ein theoretisches Modell des Zyklus Wissenschaft – Technik – Produktion                      | 54         |
| 2.3. Theoretisches Modell des Zyklus Wissenschaft – Technik – Produktion                                                    | 69         |
| <b>3. Fallstudie zur Entwicklung synthetischer Fasern</b>                                                                   | <b>102</b> |
| 3.1. Übergang von der empirischen Faserforschung zum makromolekularen Verständnis des Faserbaus                             | 102        |
| 3.2. Basiszyklus der Entwicklung synthetischer Fasern                                                                       | 111        |
| 3.3. Partielle Zyklen der Entwicklung synthetischer Fasern                                                                  | 122        |
| 3.4. Einfluß sozialökonomischer Triebkräfte auf die Entwicklung synthetischer Fasern                                        | 146        |
| <b>4. Fallstudie zur Entwicklung elektronischer Bauelemente</b>                                                             | <b>153</b> |
| 4.1. Übergang von einer phänomenologischen Beschreibung zur quantentheoretischen Interpretation der Halbleiterphänomene     | 153        |
| 4.2. Basiszyklus der Halbleiterelektronik                                                                                   | 157        |
| 4.3. Partielle Zyklen der Anwendung elektronischer Bauelemente in der Computertechnik                                       | 179        |
| 4.4. Sozialökonomische Triebkräfte und Einflußfaktoren                                                                      | 194        |

|                                                                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. Forschungsprogramme und wissenschaftliche Kollektive im Zyklus Wissenschaft – Technik – Produktion</b> | <b>200</b> |
| 5.1. Forschungsprogramme und wissenschaftliche Konzeptionen                                                  | 200        |
| 5.2. Forschungsprogramme und wissenschaftliche Kollektive im Zyklus synthetische Fasern                      | 208        |
| 5.2.1. Zu den fundamentalen Forschungen von Hermann Staudinger                                               | 208        |
| 5.2.2. Forschungsprogramm von Wallace Hume Carothers                                                         | 217        |
| 5.2.3. Forschungsprogramm von Paul Schlack                                                                   | 223        |
| 5.3. Schlußbetrachtungen                                                                                     | 228        |

# Einleitung

---

Bei der Gestaltung der entwickelten sozialistischen Gesellschaft besteht, wie schon in der EntschlieÙung des VIII. Parteitages der SED hervorgehoben wird, eine strategische Aufgabe darin, „... die Errungenschaften der wissenschaftlich-technischen Revolution organisch mit den Vorzügen des sozialistischen Wirtschaftssystems zu vereinigen und in größerem Umfang als bisher dem Sozialismus eigene Formen des Zusammenschlusses der Wissenschaft mit der Produktion zu entwickeln“<sup>1</sup>.

Diese grundlegende Orientierung, die in den 70er Jahren immer stärker die konzeptionelle und praktische Tätigkeit der kommunistischen und Arbeiterparteien in den sozialistischen Ländern bestimmte, ergibt sich unmittelbar aus dem sozialökonomischen Ziel der sozialistischen Gesellschaft, das materielle und kulturelle Lebensniveau der Werktätigen ständig zu erhöhen. Ihr politisches Gewicht resultiert aus der Tatsache, daß auf dem Gebiet des wissenschaftlich-technischen Fortschritts eine der Hauptfronten des Wettstreits der beiden Weltsysteme verläuft.<sup>2</sup>

In den imperialistischen Ländern wird ein gewaltiges wissenschaftlich-technisches Potential für die Rüstung aufgewendet. Diese Politik widerspricht zutiefst den Lebensinteressen der werktätigen Menschen. Sie verwandelt wissenschaftlich-technischen Fortschritt in sozialen Rückschritt.

Im Sozialismus wird dagegen der wissenschaftlich-technische Fortschritt planmäßig für die Befriedigung der Bedürfnisse des werktätigen Volkes genutzt. Eben das ist der Sinn der Einheit von Wirtschafts- und Sozialpolitik.

Im Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den X. Parteitag der SED wurden zehn Schwerpunkte einer umfassenden ökonomischen Strategie ausgearbeitet.<sup>3</sup> Durch die Nut-

1 Protokoll der Verhandlungen des VIII. Parteitages der SED, Bd. 2, Berlin 1971, S. 302.

2 Vgl. L. I. Breshnew, Auf dem Wege Lenins, Bd. 2, Berlin 1971, S. 363.

3 Vgl. Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den X. Parteitag der SED. Berichterstatter: Genosse Erich Honecker, Berlin 1981, S. 48—62.



zung modernster wissenschaftlicher Erkenntnisse gilt es einen spürbaren Rationalisierungsschub zu bewirken und durch Spitzenleistungen das weitere dynamische Wachstum unserer Volkswirtschaft zu sichern.

Im Rahmen dieser Strategie zeichnen sich drei Grundlinien ab:

- erstens Einsparung lebendiger Arbeit, die sich ausdrückt in der Verringerung des Arbeitsaufwandes je Produktionseinheit sowie der Anzahl der Arbeitsplätze;
- zweitens Stärkung der Energie- und Rohstoffbasis sowie Senkung des spezifischen Energie- und Materialverbrauchs;
- drittens Erhöhung des Wirkungsgrades der vergegenständlichten Arbeit bzw. der ökonomischen Effektivität von Maschinen und Technologien.

Einerseits sind in den 80er Jahren neue Ansprüche an die Beherrschung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts herangereift, andererseits sind neue Möglichkeiten entstanden, diesen qualitativ höheren Anforderungen zu entsprechen. Aus der Sicht der Aufgaben, die in den 80er Jahren zu lösen sind, gewinnt ein tieferes theoretisches Verständnis des Wesens der wissenschaftlich-technischen Revolution, ihrer Merkmale und sozialen Triebkräfte wachsende Bedeutung. In den letzten Jahren sind eine Reihe von interessanten Arbeiten zur wissenschaftlich-technischen Revolution veröffentlicht worden. Deshalb kann sicher die recht kritische Einschätzung von Schuchardin, es gäbe bisher wenig gründliche Arbeiten zu diesem Phänomen, korrigiert werden.<sup>4</sup> Eine Vielzahl von Fragen bedürfen der weiteren Diskussion. Zu den theoretisch anregenden Arbeiten gehört zweifellos die von Schuchardin und Kusinen herausgegebene Monographie „Die gegenwärtige wissenschaftlich-technische Revolution“.<sup>5</sup> In dieser Monographie wird die interessante These begründet, daß es für die Umwälzung der Produktionsweise unter den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution nicht nur einer technischen, sondern auch einer wissenschaftlichen Revolution bedarf.<sup>6</sup> Diese These ist eine wichtige Ausgangsprämisse für die hier vorliegende Arbeit. Durch sie wurden wir angeregt zu untersuchen, über welche Phasen und Etappen der neue Erkenntnishorizont, der durch wissenschaftliche Revolutionen eröffnet wird, technisch und sozial-ökonomisch wirksam wird.

Diese Fragestellung bildet unseres Erachtens einen wichtigen Ansatzpunkt für ein tieferes theoretisches Verständnis des Wesens der wissenschaftlich-technischen Revolution, des Zyklus Wissenschaft-Technik-Produktion sowie der strategischen Bedeutung der Grundlagenforschung.

4 Vgl. Die Presse der Sowjetunion, Heft 31, 1974, S. 37.

5 Vgl. Die gegenwärtige wissenschaftlich-technische Revolution, Berlin 1972.

6 Vgl. ebenda, S. 113.

7 Vgl. K. Hager, Sozialismus und wissenschaftlich-technische Revolution, Berlin 1972, S. 43f.

Im Zusammenhang mit der Ausarbeitung einer Konzeption der langfristigen Entwicklung der naturwissenschaftlichen und mathematischen Grundlagenforschung sowie der Grundlagenforschung ausgewählter technischer Richtungen bis zum Jahr 1990 wurde es nötig, ausgehend von gesellschaftlichen Erfordernissen, die strategischen Grundlinien der Forschung herauszuarbeiten und die Funktion der Grundlagenforschung im gesellschaftlichen Reproduktionsprozeß differenzierter zu bestimmen. Dazu gaben die Arbeiten von Kurt Hager „Sozialismus und wissenschaftlich-technische Revolution“<sup>7</sup> sowie „Wissenschaft und Technologie im Sozialismus“ wesentliche Denkipulse.<sup>8</sup>

Er schreibt in diesem Zusammenhang: „Die Grundlagenforschung befaßt sich mit der Suche nach grundlegend neuen Erkenntnissen über bisher unbekannte objektive gesetzmäßige Zusammenhänge, nach neuen Prozessen und Eigenschaften, die sich in grundsätzlich neuen technischen Prinzipien und Lösungen, in neuartigen Werkstoffen usw. niederschlagen.“<sup>9</sup> Die Grundlagenforschung könne nicht primär unter dem Blickwinkel ihres unmittelbaren ökonomischen Nutzens eingeschätzt werden.

Wie die Praxis zeigt, werden gerade jene Ergebnisse der Grundlagenforschung, die fundamentalen Charakter tragen und revolutionäre Veränderungen in der Produktion herbeiführen, erst über verschiedene Zwischenstufen und nach längeren Zeiträumen in großem Maßstab ökonomisch wirksam. Der praktische Nutzen solcher Forschungen läßt sich oftmals zunächst nicht klar überblicken. Dieses Problem war in den letzten Jahren der Gegenstand vieler Diskussionen, die sich u. a. in den Beiträgen von Rompe<sup>10</sup>, Fuchs<sup>11</sup> und Auth<sup>12</sup> widerspiegeln. Die von Klare dargelegte Charakteristik der drei Funktionen der Grundlagenforschung kennzeichnet inzwischen erarbeitete Positionen.<sup>13</sup> Diese Problemsituation bildet den theoretischen Hintergrund unserer Forschungen zum Zyklus Wissenschaft-Technik-Produktion. Die spezifische Sicht der Probleme wird durch den Charakter der von uns vertretenen Disziplin, der marxistisch-leninistischen Wissenschaftstheorie bestimmt. Die Wissenschaftstheorie versteht sich als

8 Vgl. K. Hager, Wissenschaft und Technologie im Sozialismus, Berlin 1974.

9 K. Hager, Sozialismus und wissenschaftlich-technische Revolution, S. 43.

10 Vgl. R. Rompe, Forschung und Intensivierung. Sitzungsberichte (Sbb) der AdW der DDR, 13G 1976 Berlin; siehe auch ders., Zur Geschichte der Quantenphysik und der Technik in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts, in: 75 Jahre Quantentheorie, Abhandlungen der AdW der DDR, 7N 1977 Berlin.

11 Vgl. K. Fuchs, Zur Bedeutung der theoretischen Physik für die Naturwissenschaften, in: Sitzungsberichte der AdW der DDR, 5N 1977 Berlin.

12 Vgl. J. Auth, Quantentheorie und Halbleitertechnik, in: 75 Jahre Quantentheorie, Abhandlungen der AdW der DDR, 7N 1977 Berlin.

13 Vgl. H. Klare, Grundlagenforschung — Basis des wissenschaftlich-technischen Fortschritts, in: Einheit, Heft 10, 1976, S. 1096 ff.

Disziplin, die die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung und Funktionsweise von Wissenschaft und Technik erforscht, mit dem Ziel, die theoretischen Grundlagen für die Leitung, Planung und Organisation der Wissenschaft zu vertiefen. Das impliziert eine bestimmte Problemauswahl.

Gewöhnlich wird unter dem Zyklus Wissenschaft-Technik-Produktion der funktionelle Zusammenhang einer geschlossenen Folge von Prozeßstufen verstanden, die durchlaufen werden müssen, bevor Innovationen (Neuerungen, Erneuerungen; Definition siehe Kapitel 2) ökonomisch wirksam werden können. Aus dieser Sicht wird meist nur ein begrenzter Ausschnitt eines Gesamtprozesses erfaßt und widerspiegelt.

Welcher Rahmen — das war eine wichtige methodische Frage — muß abgesteckt werden, um qualitative Veränderungen, die sich unter den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution vollziehen, in ihren wesentlichen Etappen erfassen und widerspiegeln zu können?

Einen Anhaltspunkt dafür gab — wie schon dargelegt — die These, daß es zur qualitativen Umwälzung der Produktion nicht nur einer technischen, sondern auch einer wissenschaftlichen Revolution bedarf.

In Übereinstimmung mit dieser These umfaßt nach unserer Auffassung ein vollständiger Zyklus Wissenschaft-Technik-Produktion die Herausbildung einer neuen Theorie, die Aufdeckung neuer Gesetzmäßigkeiten und Phänomene der objektiven Realität sowie deren nachfolgende stufenweise technische, technologische und volkswirtschaftliche Ausschöpfung, kurz gesagt, den Prozeß der Revolution in der Wissenschaft und durch die Wissenschaft.

Vom Standpunkt einer wissenschaftstheoretischen Analyse des Zyklus Wissenschaft-Technik-Produktion galt es, die wesentlichen Etappen (Phasen) der Herausbildung qualitativ neuer technischer Mittel in ihren historischen und logischen Zusammenhängen aufzudecken. Einerseits bedarf eine solche Analyse begründeter Hypothesen. Andererseits lassen sich begründete theoretische Aussagen nur durch die umfassende Verarbeitung empirischen Materials gewinnen. Die moderne Naturwissenschaft verkörpert einen reichen Schatz an wertvollen Erfahrungen. Er muß durch die Wissenschaftstheorie erforscht und verallgemeinert werden. Dabei folgten die Autoren bewußt einer Anregung von J. D. Bernal, vor allem sogenannte kritische Fälle der Wissenschaftsentwicklung zu analysieren. Es ergibt sich dabei die Schwierigkeit, daß dies nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftstheoretikern und Naturwissenschaftlern gemeistert werden kann. Gültige wissenschaftstheoretische Bewertungen fachspezifischer Erkenntnisfortschritte setzen intime Kenntnisse des betreffenden Fachgebietes voraus. Diesbezüglich erfuhren die Autoren wertvolle Unterstützung. Für zahlreiche fachliche Hinweise und kritische Anmerkungen, insbesondere in bezug auf die von uns untersuch-

ten Fallbeispiele „elektronische Bauelemente“ und „synthetische Fasern“, gilt unser herzlicher Dank den Akademiemitgliedern J. Auth, H. Klare sowie den Professoren D. Klein, Humboldt-Universität zu Berlin, H. Fritsch, Friedrich-Schiller-Universität Jena, sowie H. Seickert, Akademie der Wissenschaften der DDR.

Die vorliegende Monographie entstand im Ergebnis der Forschungsarbeit des Bereiches Wissenschaftstheorie und -organisation der Humboldt-Universität zu Berlin zum Thema „Gesetzmäßigkeiten des Zyklus Wissenschaft-Technik-Produktion“.

Die Forschungsgruppe, der Dr. sc. Gisela Paetzold, Dr. Otto Dohnert, Dipl.-Ök. Christina Otto und zeitweilig Dr. Horst Kant und Dr. Doris Holland angehörten, arbeitete unter der Leitung von Prof. Dr. sc. oec. Edo Albrecht.

Die redaktionelle Bearbeitung des Manuskriptes besorgten E. Albrecht, G. Paetzold, O. Dohnert und Ch. Otto.

# 1. Sozialökonomische Triebkräfte des wissenschaftlich- technischen Fortschritts

---

## 1.1. Wissenschaftlich-technische Revolution im Kapitalismus als Folge und Konsequenz der Produktion des relativen Mehrwerts

---

Marx und Engels gelangten durch die Analyse der Voraussetzungen für die Existenz und Entwicklung der menschlichen Gesellschaft zu der fundamentalen Erkenntnis, daß die Produktion des materiellen Lebens „... so- gleich als ein doppeltes Verhältnis – einerseits als natürliches, andererseits als gesellschaftliches“ erscheint.<sup>1</sup> Damit war ein wichtiger Ausgangspunkt für das materialistische Verständnis der gesellschaftlichen Entwicklung aufgedeckt. Im Vorwort zur Kritik der Politischen Ökonomie faßte Marx das Ergebnis seiner Studien zusammen. Seine klassische Darstellung be- ginnt mit dem Satz: „In der gesellschaftlichen Produktion ihres Lebens gehen die Menschen bestimmte notwendige, von ihrem Willen unabhängige Verhältnisse ein, Produktionsverhältnisse, die einer bestimmten Entwick- lungsstufe ihrer materiellen Produktivkräfte entsprechen.“<sup>2</sup>

Aus dieser Erkenntnis ergaben sich wichtige methodologische Schlußfol- gerungen für die Darstellung der Produktivkraftentwicklung. Eine der wichtigsten bestand darin, daß die Entwicklung der Produktivkräfte nicht an und für sich, sondern nur in ihrem wechselseitigen Zusammenhang mit den Produktionsverhältnissen erklärt werden kann. Aus den Produktions- verhältnissen einer Gesellschaftsformation ergeben sich jeweils spezifische sozialökonomische Triebkräfte für die Produktivkraftentwicklung. Diese Erkenntnis bildete auch die methodologische Grundlage des IV. Abschnitts im ersten Band des „Kapital“, der von Marx „Die Produktion des relativen

1 K. Marx/F. Engels, Die deutsche Ideologie, in: Werke, Bd. 3, S. 29.

2 K. Marx, Zur Kritik der Politischen Ökonomie. Vorwort, in: K. Marx/F. En- gels, Werke, Bd. 13, S. 8.

Mehrwerts“ genannt wurde. Die sich im Kapitalismus vollziehende Entwicklung der Produktivkräfte, von der einfachen Kooperation bis zur großen Industrie, wird in die Produktion des Mehrwerts, genauer gesagt, des relativen Mehrwerts, eingeordnet. Marx und Engels erkannten dabei mit außerordentlichem Scharfblick eine Besonderheit des Kapitalismus, die ihn von allen anderen Ausbeuterformationen unterscheidet. Er zeichnet sich durch eine bis dahin unbekannte Dynamik der Produktivkraftentwicklung aus.<sup>3</sup>

Die Produktion des relativen Mehrwerts erweist sich aber noch in einem viel umfassenderen Sinne als eine wesentliche Grundlage für das Verständnis grundlegender Tendenzen der Produktivkraftentwicklung. Ja, man kann sie in gewisser Weise als ein theoretisches Modell der Produktivkraftentwicklung auffassen. Natürlich hat dieses stark idealisierte Denkmodell seine Grenzen. Aber es besitzt den unbestreitbaren Vorzug, daß wesentliche Trends der Produktivkraftentwicklung extrem zugespitzt durchdacht werden können.

Bekanntlich stehen dem Kapital prinzipiell zwei Möglichkeiten der Mehrwertproduktion zur Verfügung: erstens in Form des absoluten und zweitens des relativen Mehrwerts. Die erste Form zeichnet sich dadurch aus, daß bei gleichbleibender notwendiger Arbeitszeit der Anteil der Mehrarbeitszeit durch die Ausdehnung des Arbeitstages vergrößert wird. Bei der Produktion des relativen Mehrwerts wird – gleichbleibende absolute Arbeitszeit unterstellt – der Anteil der notwendigen Arbeitszeit zugunsten der Mehrarbeitszeit verringert. Das Bedürfnis nach Mehrarbeit ließ sich auf lange Sicht nur durch die Produktion des relativen Mehrwerts befriedigen. Diese Produktionsform erfordert Steigerung der Arbeitsproduktivität, also eine solche „... Veränderung im Arbeitsprozeß, wodurch die zur Produktion einer Ware gesellschaftlich erheischte Arbeitszeit verkürzt wird, ein kleinres Quantum Arbeit also die Kraft erwirbt, ein größres Quantum Gebrauchswert zu produzieren“.<sup>4</sup>

Historisch gesehen ging das Kapital zunächst von den vorgefundenen Bedingungen der handwerklichen Produktion aus, um diese allmählich umzugestalten. Erst mit der großen Industrie entstand eine den kapitalistischen Produktionsverhältnissen adäquate materiell-technische Basis. Ihren Kern bildete die Werkzeugmaschine. Sie ist nach Marx „... ein Mechanismus, der nach Mitteilung der entsprechenden Bewegung mit seinen Werkzeugen dieselben Operationen verrichtet, welche früher der Arbeiter mit ähnlichen Werkzeugen verrichtete“<sup>5</sup>.

3 Vgl. K. Marx/F. Engels, Manifest der Kommunistischen Partei, in: Werke, Bd. 4, S. 465.

4 K. Marx, Das Kapital, Erster Band, in: K. Marx/F. Engels, Werke, Bd. 23, S. 333.

5 Ebenda, S. 394.

Produktion von relativem Mehrwert bedeutet dem ökonomischen Gehalt nach Reduktion der notwendigen Arbeitszeit zugunsten der Mehrarbeitszeit durch zunehmende Übertragung von Arbeitsfunktionen (Operationen) auf technische Mittel.

Marx hat die Konsequenz dieser Entwicklung in einer glänzenden Formel zum Ausdruck gebracht. Er schreibt: „Wenn die Gesamtheit der vom Kapital kommandierten Arbeitszeit auf ein Maximum gesetzt wird, sage das Unendliche  $\infty$ , so daß die notwendige Arbeitszeit einen unendlich kleinen und die Surplusarbeitszeit einen unendlich großen Teil dieses  $\infty$  bildete, so wäre dies das Maximum der Verwertung des Kapitals und dies ist die Tendenz, der es zustrebt.“<sup>6</sup> Diese Tendenz hat natürlich nicht nur ihre quantitativen, sondern auch qualitativen Aspekte. Sie werden sichtbar, wenn die Frage nach den materiell-technischen Voraussetzungen des Maximums der Kapitalverwertung gestellt wird. In den Produktionsprozeß des Kapitals aufgenommen, durchläuft das Arbeitsmittel verschiedene Metamorphosen, „deren letzte die **Maschine** ist oder vielmehr ein **automatisches System der Maschinerie** (System der Maschinerie; das **automatische** ist nur die vollendetste adäquateste Form derselben und verwandelt die Maschinerie erst in ein System), in Bewegung gesetzt durch einen Automaten, bewegende Kraft, die sich selbst bewegt; dieser Automat bestehend aus zahlreichen mechanischen und intellektuellen Organen, so daß die Arbeiter selbst nur als bewußte Glieder desselben bestimmt sind.“<sup>7</sup>

Die technische Grundlage des Maximums der Kapitalverwertung ist also das automatische System der Maschinerie. Es ist fähig, alle zur Bearbeitung des Rohstoffes nötigen Bewegungen ohne menschliche Beihilfe zu verrichten.

Natürlich hat dieser Begriff des automatischen Systems jeweils einen konkret-historischen Inhalt. Für Marx war der Automat im wesentlichen ein durch die Dampfmaschine, mittels eines Transmissionsmechanismus angetriebenes Maschinensystem.

Die prinzipielle Möglichkeit für die Reduktion der notwendigen Arbeitszeit in der großen Industrie entstand, wie schon dargelegt, mit der Einführung der Werkzeugmaschine. Die Bindung der Werkzeugmaschine an die menschliche Kraftpotenz erwies sich bald als Barriere, die durch die Einführung der Dampfmaschine überwunden werden konnte. Carnot charakterisiert als einer der ersten die prinzipielle Bedeutung von Wärmekraftmaschinen für die Entwicklung der Industrie.

„Das Studium dieser Maschinen“, so schreibt er, „ist von höchstem Interesse. Sie scheinen bestimmt zu sein, eine große Umwälzung in der Kulturwelt zu bewirken ... eines Tages der allgemeine Motor werden zu sol-

6 K. Marx, Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie, S. 437.

7 Ebenda, S. 584.

len, welcher den Vorzug über die Kräfte der Tiere, den Fall des Wassers und die Ströme der Luft enthält.“<sup>8</sup>

Auch Marx hebt die revolutionäre Bedeutung der Dampfmaschine hervor.<sup>9</sup> Er konnte damals die technologischen Grenzen der Wärmekraftmaschinen noch nicht voraussehen. Als jedoch Ende des 19. Jahrhunderts die elektrische Energie nutzbar wurde, erkannte Engels sofort ihren revolutionären Charakter.<sup>10</sup> Durch sie wurde es möglich, die Dimensionen der Produktion gigantisch zu erweitern sowie insbesondere die Maschinen flexibler einzusetzen, komplexere Maschinensysteme und neue Technologien anzuwenden. Das System der Maschinerie konnte nun auf einer neuen, vollkommeneren, technologischen Grundlage verwirklicht werden. Die Entwicklung der Werkzeugmaschine, die industrielle Nutzung der Dampfkraft sowie der elektrischen Energie stellen – wie Jürgen Kuczynski überzeugend darlegt – drei grundlegende Entwicklungsstadien der großen Industrie dar, deren Kern die Werkzeugmaschine bildete.<sup>11</sup>

Diese knappe Rekonstruktion des Grundgerüsts der Marxschen Überlegungen scheint uns notwendig zu sein, um auf einige methodologische Prämissen aufmerksam machen zu können, von denen Marx bei der Darstellung der Produktivkraftentwicklung ausgeht. Die Produktivkraftentwicklung läßt sich nicht hinreichend verstehen, wenn sie ausschließlich aus ihren inneren Gesetzmäßigkeiten erklärt wird. Gerade dadurch, daß Marx die Entwicklung der Produktivkräfte in die Produktion des relativen Mehrwerts einordnete, konnte er die sozialökonomischen Ziele als die inneren Triebkräfte der Produktivkraftentwicklung deuten. Es ist deshalb konsequent, wenn er die verschiedenen Definitionen der Werkzeugmaschine vor allem deshalb kritisiert, weil sie vom ökonomischen Standpunkt aus unzureichend sind. Die Notwendigkeit der Entwicklung von Maschinen, die in der Lage sind, Funktionen der menschlichen Hand zu übernehmen, wird erst durch den Begriff des Mehrwerts, insbesondere des relativen Mehrwerts, verständlich. Der Prozeß der Übertragung von Funktionen der menschlichen Hand auf Maschinen erweist sich als Ausgangspunkt vielfältiger Wandlungen und Metamorphosen, die sich im Verlauf der Entwicklung in der großen Industrie vollziehen. Marx konnte deshalb über eine rein phänomenologische Darstellung der industriellen Revolution hinausgehen, weil er ihr ökonomisches Wesen, die historische und logische

8 S. Carnot, Betrachtungen über die bewegende Kraft des Feuers, Leipzig 1892, S. 4.

9 Vgl. K. Marx, Kritik der Politischen Ökonomie, Handschriften 1861–1863, in: Woprosy istorii estestvosnaniija i tehniki, Heft 25, 1968, S. 29.

10 Vgl. F. Engels, Brief an Eduard Bernstein, in: K. Marx/F. Engels, Werke, Bd. 35, S. 444.

11 Vgl. J. Kuczynski, Vier Revolutionen der Produktivkräfte — Theorie und Vergleiche, Berlin 1975, S. 113 ff.



Struktur ihrer Merkmale aus der Sicht der politischen Ökonomie aufklärte.

Die hier dargelegten methodologischen Prinzipien haben zweifellos einen bedeutenden heuristischen Wert für das theoretische Verständnis der wissenschaftlich-technischen Revolution. Oftmals wird sie phänomenologisch beschrieben. Es gelingt noch nicht, aus dieser verwirrenden Vielfalt der Merkmale jene herauszuarbeiten, die ihr ökonomisches Wesen kennzeichnen. Sworykin stellte beispielsweise einen Katalog unterschiedlicher Auffassungen sowjetischer Autoren zusammen.<sup>12</sup> Als wesensbestimmende Merkmale werden u. a. die Automatisierung, die Erschließung neuer Energiequellen, die Entwicklung neuer Werkstoffe, die Veränderung des Charakters der Arbeit, die Ausnutzung nichtmechanischer Formen der Bewegung, die praktische Nutzung der Mikro- und Makrowelt, die Verwandlung der Wissenschaft in eine unmittelbare Produktivkraft angesehen. Sworykin vertritt den Standpunkt, daß drei verschiedene methodologische Ausgangspunkte für die Interpretation der wissenschaftlich-technischen Revolution möglich seien:

- ein attributives Herangehen, um die vielfältigen einzelnen Züge der wissenschaftlich-technischen Revolution zu erfassen;
- ein kommunikatives Herangehen, gekennzeichnet durch das Bemühen, die qualitativ neue Einheit einzelner Züge der wissenschaftlich-technischen Revolution zu erklären;
- ein paradigmatisches Herangehen, gekennzeichnet durch das Bestreben, die grundlegende wissenschaftliche Idee der wissenschaftlich-technischen Revolution hervorzuheben.<sup>13</sup>

Die Fixierung dieser drei verschiedenen Ausgangspunkte ist heuristisch produktiv, wenn ihre gegenseitige Bedingtheit aufgedeckt werden kann. Werden jedoch diese methodologischen Ausgangspunkte losgelöst voneinander betrachtet, so besteht die Gefahr einer pluralistischen Interpretation der wissenschaftlich-technischen Revolution. In diesem Zusammenhang ist die Forderung Schuchardins und Kuczynskis<sup>14</sup> berechtigt, vor allem den

12 Vgl. Osnownye principi i obščischie problemy upravlenija nauki; Moskwa 1973, Kapitel 4, S. 51 ff. Sworykin betrachtet die wissenschaftlich-technische Revolution als Erscheinungsform des technischen Fortschritts unter der Bedingung, „... daß tiefgehende qualitative Veränderungen in Wissenschaft und Technik vor sich gehen und die führende Rolle in der Entwicklung zur Wissenschaft übergeht.“ (S. 54).

13 Vgl. ebenda, S. 57.

14 Vgl. J. Kuczynski, Vier Revolutionen der Produktivkräfte — Theorie und Vergleiche, S. 113 ff. Ähnlich wie Kuczynski fordern auch sowjetische Wissenschaftler: „Man muß unbedingt bis zum Ausgangspunkt dieser Umgestaltung vordringen und die inneren tiefer liegenden Zusammenhänge und Beziehungen aufdecken, die mit dem Übergang vom klassischen Fabrikssystem zur komplex automatisierten Produktion zusammenhängen.“ (Vgl. Die gegenwärtige wissenschaftlich-technische Revolution, Berlin 1972, S. 130).