

## Technischer Fortschritt

-Begriff, Auswirkungen und Ursachen-

Neue Betriebswirtschaft, Heft 09/September 1978, Seite 143-150

Der technische Fortschritt ist in letzter Zeit „ins Gerede“ gekommen. Auf der Suche nach den Ursachen für die rd. 1 Million Arbeitslosen in der Bundesrepublik und für die ähnlich hohe Arbeitslosigkeit in allen westlichen Industrieländern tritt in der wirtschaftspolitischen Diskussion ein Faktor in den Vordergrund, der schon immer zu zwiespältigen Gefühlen und Meinungsstreitigkeiten Anlaß gab: der technische Fortschritt. Äußerliches Anzeichen des zunehmenden Mißtrauens gegenüber dem technischen Fortschritt ist der Tatbestand, daß es heute als progressiv gilt, nur noch von technischem „Wandel“ zu sprechen, weil „Fortschritt“ einen zu starken positiven Wortakzent aufweist.

Die folgenden Ausführungen stellen sich die Aufgabe,

(1) darzustellen, was man unter „technischem Fortschritt“ zweckmäßigerweise versteht,

(2) zu untersuchen, welche (negativ oder positiv bewertbaren) Auswirkungen der technische Fortschritt hat bzw. haben kann,

(3) zu zeigen, von welchen Faktoren wiederum günstige oder ungünstige Wirkungen auf die Rate des technischen Fortschritts ausgehen.

### Begriffliche Abgrenzungen und Meßprobleme

Unter technischem Fortschritt<sup>1</sup> versteht man

1. die Schaffung qualitativ besserer bzw. neuer, bis dahin noch nicht bekannter Produkte;
2. den Übergang zu neuen Produktionsverfahren, die es gestatten,
  - eine gegebene Menge von Produkten (einen gegebenen Output) bei sinkendem Einsatz von Produktionsfaktoren (sinkendem Input) oder
  - eine größere Menge von Produkten (einen größeren Output) bei gegebenem Einsatz von Produktionsfaktoren (gegebenem Input) herzustellen.

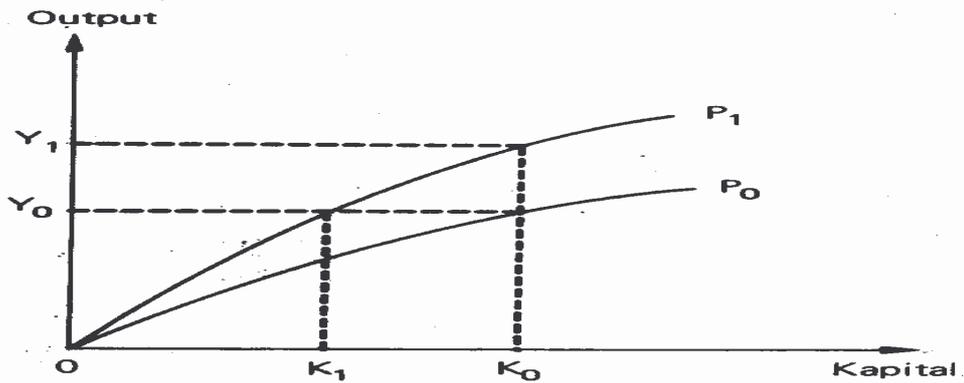
Zu unterscheiden ist dabei zwischen dem Fortschritt „auf dem Papier“, der „Erfindung“ (invention) und der Übertragung dieser Erfindung in die wirtschaftliche Praxis (innovation). Diese Unterscheidung ist deswegen so wichtig, weil die Erfindung neuer Produkte und Produktionsverfahren nur eine notwendige, nicht aber eine hinreichende Bedingung für die ökonomisch allein relevante Innovation (Neuerung) darstellt. Oder anders ausgedrückt: Erfindungen brauchen nicht immer zu Innovationen zu führen, auf die letzteren kommt es aber an.

Die zweite Art des technischen Fortschritts läßt sich mit Hilfe des *Schaubilds 1* deutlich machen: Hier ist auf der Abszisse die Menge an Kapital  $K$ , auf der Ordinate die Höhe des Output  $Y$  abgetragen. Der technische Fortschritt äußert sich in einer Verschiebung der „Produktionsfunktion“<sup>2</sup>  $P_0$  nach oben ( $P_1$ ). Ein gegebener Output  $Y_0$  kann nun mit einem geringeren Kapitaleinsatz  $K_1$  bzw. ein größerer Output  $Y_1$  mit dem gegebenen Kapitaleinsatz  $K_0$  hergestellt werden.

<sup>1</sup> Vgl. auch Ott, A., Technischer Fortschritt, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Bd. 10, S. 302 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Woll, A., Allgemeine Volkswirtschaftslehre, München 1974, S. 110 ff.

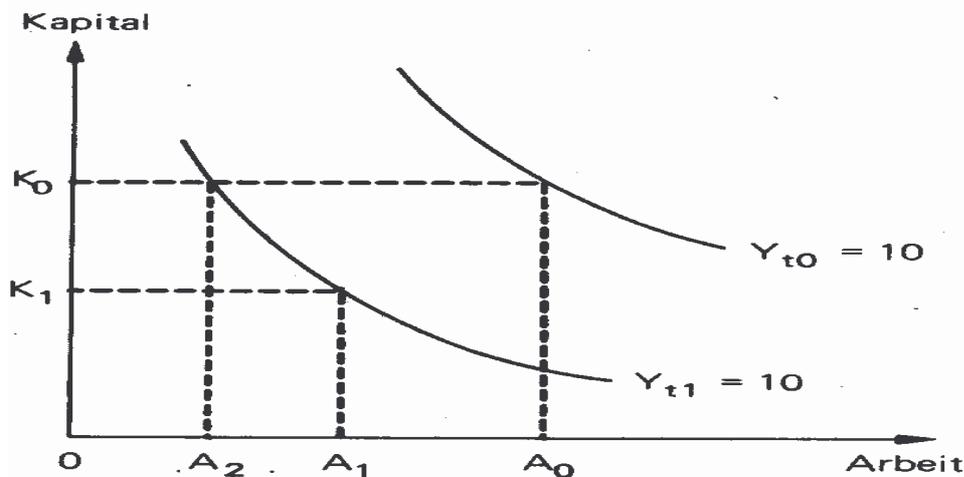
**Schaubild 1: Technischer Fortschritt**



Es ist zweckmäßig, den technischen Fortschritt von Substitutionsvorgängen, d. h. der Ersetzung eines Produkts durch ein anderes bzw. eines Produktionsfaktors durch einen anderen, abzugrenzen. Erstens können neue Produkte nicht nur „alte“ Bedürfnisse besser befriedigen, sondern auch ganz neue Bedürfnisse schaffen und befriedigen.

Darüber hinaus muß zweitens die Ersetzung eines Faktors durch einen anderen nicht bedeuten, daß dadurch der Output steigt, wie das *Schaubild 2* zeigt: Hier ist auf der Abszisse die Menge des Faktors Arbeit, auf der Ordinate die Menge des Faktors Kapital abgetragen. Der Output  $Y = 10$  kann zum Zeitpunkt  $t_0$  mit unterschiedlichen Kombinationen von Arbeit und Kapital hergestellt werden. Diese „Wanderung“ entlang der Kurve gleichen Outputs (Isoquante) bezeichnet man als Substitution. Demgegenüber bedeutet die Einführung des technischen Fortschritts, daß sich zum Zeitpunkt  $t_1$  die Isoquante zum Koordinatensprung hin verschoben hat und somit die gleiche Outputmenge  $Y = 10$  mit geringeren Mengen an Arbeit und/oder Kapital produziert werden kann.

**Schaubild 2: Technischer Fortschritt und Substitution**



Als statistische Meßgrößen für den technischen Fortschritt bieten sich die unterschiedlichen (Durchschnitts-) Produktivitätskennziffern an, die in Tabelle 1 zusammengestellt sind.

**Tabelle 1: Produktivitätskennziffern**

	Totale Produktivitäten	Partielle Produktivitäten			
		Kapitalproduktivitäten		Arbeitsproduktivitäten	
Wertproduktivitäten	$\frac{Y_w}{K \cdot q + A \cdot l}$	$\frac{Y_w}{K \cdot q}$	$\frac{Y_w}{K}$	$\frac{Y_w}{A \cdot l}$	$\frac{Y_w}{A}$
Mengenproduktivitäten	$\frac{Y}{K \cdot q + A \cdot l}$	$\frac{Y}{K \cdot q}$	$\frac{Y}{K}$	$\frac{Y}{A \cdot l}$	$\frac{Y}{A}$

Die Symbole bedeuten:

$Y_w$ = Wert der Produktion	$q$ = Kapitalkostensatz (Zinssatz + Abschreibungssatz)
$Y$ = Volumen der Produktion	$l$ = Lohnsatz
$K$ = Wert des Kapitalstocks	$K \cdot q$ = Kapitalkosten
$A$ = Zahl der Arbeiter	$A \cdot l$ = Lohnkosten

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, darauf hinzuweisen, daß der reziproke Wert der totalen Mengenproduktivität  $Y:(K \cdot q + A \cdot l)$ , also  $(K \cdot q + A \cdot l):Y$ , nichts anderes als die Durchschnittskosten der Produktmenge  $Y$  angibt. Infolgedessen ist der technische Fortschritt auch dadurch gekennzeichnet, daß bei konstantem Kapitalkostensatz ( $q$ ) und Lohnsatz ( $l$ ) die Durchschnittskosten sinken.

### Typen des technischen Fortschritts

Nach dem bisher Gesagten bedeutet technischer Fortschritt ganz allgemein, daß ein gegebener Output mit einem weniger an Input produziert werden kann. Dieses „Weniger an Input“ kann aber durchaus unterschiedlich aussehen. Geht man von den beiden Faktoren Arbeit ( $A$ ) und Kapital ( $K$ ) aus, so sind die folgenden Typen des technischen Fortschritts (vgl. Tabelle 2) denkbar

**Tabelle 2: Typen des technischen Fortschritts**

Lfd. Nr.	Veränderungen		Nebenbedingungen	$\frac{K}{A}$
	$\Delta K$	$\Delta A$		
1	+	-	$\Delta K < \Delta A$	+
2	0	-	(keine)	+
3	-	-	$\Delta K < \Delta A$	+
4	-	-	$\Delta K = \Delta A$	0
5	-	-	$\Delta K > \Delta A$	-
6	-	0	(keine)	-
7	-	+	$\Delta K > \Delta A$	-

Die Symbole bedeuten:

$K$  = Kapital  
 $A$  = Arbeit  
 $\frac{K}{A}$  = Kapitalintensität  
 $\Delta$  = Veränderung  
 $+$  = Zunahme  
 $-$  = Abnahme  
 $0$  = Konstanz  
 $<$  = kleiner als  
 $>$  = größer als

- (1) Arbeitssparender technischer Fortschritt bei Kapitalmehraufwand,
- (2) arbeitssparender technischer Fortschritt bei konstantem Kapitalaufwand,
- (3) überwiegend arbeitssparender technischer Fortschritt,
- (4) neutraler technischer Fortschritt = technischer Fortschritt bei relativ gleicher Kapital- und Arbeitersparnis,
- (5) kapitalsparender technischer Fortschritt bei konstantem Arbeitsaufwand,
- (6) kapitalsparender technischer Fortschritt bei Arbeitsmehraufwand.

Daran anschließend stellt sich die Frage, welche dieser denkbaren Typen des technischen Fortschritts sich faktisch (in der ökonomischen Wirklichkeit) durchgesetzt haben. Es besteht wohl Übereinstimmung darüber, daß für die Entwicklung der sogenannten kapitalistischen Industrieländer bis heute schwergewichtig der arbeitssparende technische Fortschritt kennzeichnend war (Typen 1 bis 3), was gleichzeitig eine immer kapitalintensivere Produktion bedeutete.

Zur Erklärung dieses sicherlich nicht selbstverständlichen Phänomens bieten sich folgende Hypothesen an:

(1) Da in der kapitalistischen Wirtschaft die Produktionsentscheidungen in den Händen von Kapitalbesitzern liegen, sind diese nicht daran interessiert, daß ihr Kapital durch technischen Fortschritt entwertet wird. Wenn demgegenüber durch den technischen Fortschritt „Arbeitskräfte freigesetzt, vorübergehend arbeitslos oder schwierigen Umstellungsprozessen unterworfen werden, so treffen die daraus resultierenden Lasten die Arbeitnehmer oder den Staat, nicht aber den Unternehmer, der sie daher in der Kalkulation seiner Profite nicht als Gegenposten in Rechnung stellt“<sup>3</sup>.

(2) „Die Wachstumsrate des Kapitals war in der betreffenden Zeit höher als die der Bevölkerung... Dieses schnellere Wachstum des Kapitals schuf einen dauernden starken Anreiz zur Einführung arbeitssparenden technischen Fortschritts, insbesondere wenn sich infolge des langsameren Wachstums der Bevölkerung die Faktorpreisrelation zugunsten des Lohnes veränderte“<sup>4</sup>. Denn die Verteuerung des Faktors Arbeit in Relation zum Faktor Kapital macht selbstverständlich eine kapitalintensivere Produktion profitabler. Dieses Phänomen des arbeitssparenden technischen Fortschritts bietet den Hauptangriffspunkt der heutigen Kritik. Daraus wird nämlich abgeleitet, daß der technische Fortschritt schuld an der gegenwärtigen Arbeitslosigkeit sei.

### **Kompensationstheorie versus Freisetzungstheorie**

Nicht zu leugnen ist, daß der Primäreffekt des arbeitssparenden technischen Fortschritts darin besteht, Arbeitskräfte freizusetzen. Das ergibt sich trivialerweise schon aus der Definition. Dieses „Wissen“ genügt jedoch nicht zur Begründung der Kritik, es sei denn, man wollte daraus den Schluß ziehen, den arbeitssparenden technischen Fortschritt total abzuschaffen. „Maschinenstürmer“ wollen aber auch die Kritiker nicht sein.

Damit verschiebt sich der Schwerpunkt der Auseinandersetzung auf die möglichen Sekundär- oder auch Tertiärwirkungen des technischen Fortschritts. Über diese weiteren Auswirkungen gibt es nun eine schon lange andauernde Diskussion, die unter der Bezeichnung „Kompensationstheorie versus Freisetzungstheorie“ die Ökonomen beschäftigt<sup>5</sup>.

Die Kompensationstheoretiker argumentieren folgendermaßen: Wenn die Durchschnittskosten aufgrund technischen Fortschritts in einem Unternehmen oder in einer Branche fallen, dann werden zunächst — ceteris paribus — die Gewinne der betroffenen Unternehmen steigen. Herrscht Wettbewerb bei freiem Marktzugang, dann wird der Gewinn auf mittlere und lange Frist „wegkonkurriert“, und die Preise der Produkte werden fallen. Damit wird aber Kaufkraft bei den Konsumenten dieser Produkte frei. Ist die Nachfrage preiselastisch, dann wird dies zu einer erhöhten Nachfrage nach diesen Gütern führen, was die Produktion und damit auch die Beschäftigungsmöglichkeiten schon im gleichen Unternehmen bzw. in der

<sup>3</sup> Rothschild, K., Lohntheorie, Berlin—Frankfurt a.M. 1963, S. 156.

<sup>4</sup> Ott, A., a.a.O., S. 311.

<sup>5</sup> Zu nennen sind vor allem D. Ricardo und K. Marx.

gleichen Branche erhöhen würde. Ist die Nachfrage unelastisch, dann erhöht sich aufgrund der größeren Kaufkraft die Nachfrage nach anderen Gütern anderer Branchen, was dort zu einer Erhöhung von Produktion und Beschäftigung führen könnte.

Wird der technische Fortschritt in einer monopolisierten Branche eingeführt, dann steigt wie oben der Gewinn. Die Senkung der Preise ist aber zunächst einmal unsicher. Hier kommt es an die Verwendung der höheren Gewinne durch die Unternehmenseigentümer an. Es spricht nach Meinung der Kompensationstheoretiker vieles dafür, daß der höhere Gewinn zu einer erhöhten Nachfrage nach Investitionsgütern führt, was wiederum die Beschäftigungsmöglichkeiten in der Investitionsgüterindustrie erhöht. Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn der technische Fortschritt kapitalvermehrend ist.

Die wichtigsten Voraussetzungen der Kompensationstheorie dafür, daß die beschäftigungsmindernden Folgen des arbeitssparenden technischen Fortschritts teilweise oder ganz kompensiert werden können, sind offensichtlich:

1. Nachfrage und Produktion müssen in der gleichen Unternehmung bzw. Branche oder in anderen Bereichen der Wirtschaft ansteigen.
2. Die freigesetzten Arbeitnehmer müssen willens und in der Lage sein, die zusätzlich entstehenden Beschäftigungsmöglichkeiten auch auszunutzen.

Die Anhänger der Freisetzungstheorie bezweifeln, daß die genannten Voraussetzungen in der Realität gegeben sind. Damit stellt sich die Frage: Waren und sind die Voraussetzungen faktisch gegeben, und wie wird es um diese Voraussetzungen in Zukunft bestellt sein?

Für die Vergangenheit läßt sich ganz pauschal sagen: die pessimistischen Prognosen der Freisetzungstheoretiker, die technologische Arbeitslosigkeit würde im Kapitalismus kontinuierlich zunehmen (Marxens industrielle Reservearmee) ist durch die Realität widerlegt worden. Die Freisetzungstheoretiker können allerdings — das ist durchaus legitim — darauf hinweisen, daß in der Vergangenheit besonders günstige Umstände (z. B. Wiederaufbauphasen nach den Kriegen) geherrscht hätten, die in Zukunft keine Geltung mehr besäßen.

Solche Aussagen, die eine Erhöhung der technologischen Arbeitslosigkeit für die Zukunft prognostizieren (bei bestimmten Marxisten ist hierbei der Wunsch der Vater des Gedanken), sind aber wie jede Prognose<sup>6</sup> mehr oder weniger spekulativ — nicht zuletzt deswegen, weil die in diesem Zusammenhang wichtigen Variablen „Produktion, Nachfrage, Mobilität der Arbeitnehmer“ politisch beeinflussbar und keine naturgesetzlichen Konstanten sind.

### **Erhöhung des Realeinkommens durch technischen Fortschritt**

Neben dem Beschäftigungsaspekt des technischen Fortschritts, der wegen der hohen Arbeitslosigkeit aktuell ist, verblissen in der Diskussion etwas die Seiten des technischen Fortschritts, die seine Befürworter in den Vordergrund stellen: die positiven Auswirkungen auf das wirtschaftliche Wachstum und den materiellen und immateriellen Wohlstand. Wie wir schon oben gesehen haben, führt technischer Fortschritt zu einer Senkung der Güterpreise und damit zu Realeinkommenserhöhungen bei den Verbrauchern dieser Güter. Zum anderen bedeutet ja technischer Fortschritt, daß neue Güter erfunden und produziert werden, die alte Bedürfnisse besser befriedigen und potentielle Bedürfnisse überhaupt erst sichtbar machen und gleichzeitig befriedigen. Auch dadurch steigt der Wohlstand.

---

<sup>6</sup> Vgl. D i g n a s , K.-H., Sinn und Unsinn von Prognosen, in: Sparkasse, Heft 11/1976, S. 410

Gerade Karl Marx, scharfer Kritiker der Kompensationstheorie, hat auf der anderen Seite geradezu emphatisch die Errungenschaften der kapitalistischen „schöpferischen Zerstörung“ (Schumpeter) durch den technischen Fortschritt gepriesen. So heißt es im Kommunistischen Manifest: „Die Bourgeoisie hat in ihrer kaum hundertjährigen Klassenherrschaft massenhafte und kolossalere Produktionskräfte geschaffen als alle vergangenen Generationen zusammen. Unterjochung der Naturkräfte, Maschinerie, Anwendung der Chemie auf Industrie und Ackerbau, Dampfschiffahrt, Eisenbahnen, elektrische Telegraphen . . . , welch früheres Jahrhundert ahnte, daß solche Produktionskräfte im Schoß der gesellschaftlichen Arbeit schlummerten“<sup>7</sup>.

Im Gegensatz zu den Verelendungsprognosen von Marx haben davon nicht nur die „Kapitalisten“ sondern auch die „Proletarier“ profitiert: Der allgemeine Wohlstand war noch niemals in der menschlichen Geschichte so groß wie heute in den westlichen kapitalistischen Industrieländern.

### **Ursachen des technischen Fortschritts**

Kritiker und Befürworter des technischen Fortschritts sind selbstverständlich beide daran interessiert, seine Ursachen zu kennen. Sind nämlich die Ursachen bekannt, so bedeutet das gleichzeitig die Kenntnis möglicher Ansatzpunkte für wirtschaftspolitische Maßnahmen in der einen oder anderen Richtung.

Halten wir uns nochmal die Unterscheidung zwischen Erfindungen und Neuerungen vor Augen, so stellt sich damit die Frage, nach den Bestimmungsfaktoren für die Erfindungen einerseits und für die Umsetzung der Erfindungen in die Praxis (Neuerungen) andererseits. Hierüber gibt es unterschiedliche Hypothesen:

*(1) Erfindung und Neuerung sind abhängig von dem erwarteten materiellen und immateriellen Gewinn.*

Daß Neuerungen als Umsetzung von Erfindungen in die Praxis von den erwarteten Gewinnen als Anreiz abhängig sind, muß wohl fast als eine Selbstverständlichkeit angesehen werden. Jedoch zeigt die Diskussion um die Auswirkungen des technischen Fortschritts, daß die Höhe des Gewinns aus der Sicht des betroffenen Arbeitnehmers, Unternehmers, Verbrauchers und im Lichte verschiedener theoretischer Axiome recht unterschiedlich gesehen werden kann. Die Bedeutung materieller und immaterieller Anreize für die Erfindungen ist demgegenüber nicht in dem gleichen Maße plausibel, wengleich andererseits viel dafür spricht, daß in einer Gesellschaft, in der Erfinder einen hohen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Status erreichen können, auch die Zahl der Erfindungen groß sein wird.

*(2) Erfindung und Neuerung sind abhängig von der Höhe der vorhandenen Mittel und Ressourcen.*

Auch hier sprechen einige Argumente dafür, daß die Verbindung zwischen Neuerung und Höhe der Ressourcen enger ist als der Zusammenhang zwischen Erfindung und Höhe der Ressourcen. Große Monopolunternehmen sind zu hohen Investitionen und damit verbundenen Innovationen eher in der Lage als kleine in hartem Wettbewerb stehende Unternehmen. Aber auch die Gegenthese scheint plausibel: die kleineren Unternehmen und Produzenten, die scharfem Wettbewerb ausgesetzt sind, sind eher zu Innovationen gezwungen als marktbeherrschende Großunternehmen<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Marx, K./Engels, F., Manifest der Kommunistischen Partei, Peking 1974, S. 39.

<sup>8</sup> Vgl. Kromphardt, J., Wachstum und Konjunktur, Göttingen 1971, S. 114 f.

Im Zusammenhang zwischen der Höhe der Mittel und der Zahl und Qualität der Erfindungen läßt sich hier nur pauschal folgendes sagen: Die Auffassung, daß es ausreichend sei, große finanzielle Mittel und persönliche und sachliche Ressourcen in irgendeinen Problembereich zu lenken, um damit quasi am Fließband Erfindungen zu produzieren, wird mit immer größerer Skepsis betrachtet.

*(3) Erfindungen und damit auch indirekt die Innovationen sind das Ergebnis von Zufall und „glücklichen“ Umständen.*

Hinter dieser These steht zum einen die Erkenntnis, daß wir im Augenblick noch recht wenig über die Kräfte wissen, die das Niveau und die Richtung des technischen Fortschritts bestimmen. Zum anderen weisen Vertreter dieser These darauf hin, daß Erfindungen in einen evolutionären Prozeß eingebettet sind, der grundsätzlich höchstens nachvollziehbar ist, niemals aber planbar und vorhersehbar sein wird<sup>9</sup>.

### **Kosten-Nutzen-Analyse**

Versucht man ein Fazit, so kann man festhalten, daß der technische Fortschritt, der den Menschen in den sogenannten entwickelten Industriestaaten einen noch niemals gekannten Wohlstand gebracht hat, auch seinen Preis hat: Neue Produkte nehmen den Anbietern der alten Produkte, Arbeitnehmern und Unternehmern, im Extremfall alle Käufer weg: das Auto hat zu seiner Zeit die Produzenten und Arbeitnehmer der „Pferdekutschenbranche“ und anderer benachbarter Branchen brotlos gemacht. Die Kohle ist durch andere billigere Energien teilweise verdrängt worden, wodurch Arbeitskräfte, aber auch sachliche Produktionsanlagen arbeitslos wurden. Neue kostengünstigere Produktionsverfahren machen mühsam erworbene Fertigkeiten bestimmter Arbeitnehmergruppen ebenso wie bestimmte Produktionsanlagen „über Nacht“ wertlos und gefährden damit Arbeitsplätze und Kapitalvermögen.

Wer diesen Preis nicht bezahlen will — und welcher „Kapitalist“, sei er Eigentümer von Sachkapital oder Eigentümer von Humankapital (Arbeitnehmer), sieht es schon gerne, wenn sein Kapital entwertet wird—wird sich gegen die Innovationen zur Wehr setzen. Ihnen stehen diejenigen gegenüber, die in Form von Realeinkommenssteigerungen von den Innovationen profitieren<sup>10</sup>.

Für die Entwicklung jeder Volkswirtschaft ist es dann offensichtlich von großer Bedeutung, wer sich von diesen beiden Gruppen schließlich bei den wirtschaftlichen Entscheidungen und im politischen Willensbildungsprozeß durchsetzt. In letzter Zeit mehren sich auch in der Bundesrepublik die Anzeichen, daß die „Lobby der Innovationsgegner“ an Boden gewinnt, woran sich deutlich zeigt, daß auch der technische Fortschritt das Ergebnis menschlichen Handelns (oder Nichthandelns) und nicht historischer Entwicklungsgesetze ist.

---

<sup>9</sup> Vgl. die Ausführungen von F. A. v o n H a y e k in seinem Buch „Die Verfassung der Freiheit“, Tübingen 1971, S. 49 ff.

<sup>10</sup> Die Angelegenheit ist zusätzlich dadurch kompliziert, daß die gleichen Personen zum einen Geschädigte, zum anderen Nutznießer des technischen Fortschritts sein können.