Adam Smith grüßt James Watt

Helmut Dunkhase

Wuppertal, 16. September 2006

Menschliche Arbeit ist Vermittlungsglied zwischen Natur und Gesellschaft. Durch die Arbeit wurde der Mensch vom bloßen Naturwesen zum gesellschaftlichen Wesen. Als Naturwesen verrichtet er immer auch „natürliche“, physikalische Arbeit. Von beidem, der menschlichen Arbeit und der Arbeit im physikalischen Sinn soll im Folgenden die Rede sein.

Beides wurde erst zeitgleich im 18. Jahrhundert problematisiert. Problematisiert in dem Sinn, dass ein Feld von Problemen wissenschaftlicher Untersuchung zugänglich gemacht wird. Wie es der Zufall wollte, wirkten die Protagonisten der beiden Aspekte Tür an Tür an der Universität von Glasgow und waren sogar miteinander befreundet:

Von der gesellschaftlichen Seite her war es Adam Smith, dessen *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of the Nations* (1776) mit dem Satz beginnt: „Die jährliche Arbeit eines Volkes ist die Quelle, aus der es ursprünglich mit allen notwendigen und angenehmen Dingen des Lebens versorgt wird, die es im Jahr verbraucht.“ Von der physikalischen Seite her James Watt, der gemeinhin zwar als Erfinder der Dampfmaschine gilt, der er nicht war, sondern der gerade über seine Tüfteleien zur Verbesserung ihres Wärmewirkungsgrades zu einem abstrakten Arbeitsbegriff gelangte.

Dabei half ihm seine Situation als freier Unternehmer - der Akteur also, auf den Adam Smith seine Theorie fokussiert. In seiner Eigenschaft als Mitinhaber der Fa. Boulten & Watt verkaufte er nicht Dampfmaschinen, sondern verlieh sie zu einem Drittel der Betriebskosten der bis dahin herkömmlichen Newcomen-Maschinen. Als die Wattschen Maschinen schließlich den Markt dominierten, entfiel die Vergleichsbasis und er fand sein neues standadisiertes Maß in der Pferdestärke. (1 PS wird erbracht, wenn 75 kg mit einer Geschwindigkeit von 1m/sec angehoben werden.) Watts Pferd war natürlich eine Abstraktion der natürlichen Pferde, die durch die Dampfmaschine im Antrieb der Pumpen in Bergwerken ersetzt wurden. Und mehr als das: Mit der Erfindung des *sun and planet gear* (Sonne-und-Planeten-Antrieb), durch den lineare in Rotationsbewegung umgesetzt werden konnte, löste sich die Anwendung der Dampfmaschine von den Pumpen in Bergwerken und weitete sich aus auf Mühlen, Webereien, Lokomotiven, usw. Maschinenkapazitäten, in Pferdestärken gemessen, abstrahierten von der konkreten Arbeit, die ausgeführt wurde, und wurden zur Arbeit im Allgemeinen. Alle Arbeit wurde gleichgesetzt mit Anheben, Überwindung von Widerstand.

Weitere Verbesserungen im Wärmewirkungsgrad, bei denen den Akteuren allmählich dämmerte, dass sich Wärme nicht beliebig in Arbeit umwandeln lässt, gaben Anlass zu theoretischen Studien der Gesetze, denen die Wärme gehorcht: den Gesetzen der Thermodynamik. Eine der ersten Formulierungen des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik war die von Clausius (1850): Wärme fließt spontan niemals von Kaltem zu Warmem. Damit war ausgeschlossen, dass die Wärme, die der Kondensator einer Dampfmaschine verbraucht wieder zurück in den Boiler transferiert werden kann. Ein perpetuum mobile ist unmöglich.

Was die Analyse menschlicher Produktionsprozesse und die Rolle der menschlichen Arbeit betrifft, war es Marx, der - in der Nachfolge von Adam Smith - eine in seinen Grunderkenntnissen bis heute unübertroffene Tiefe erreichte. Eine knappe Verständigung darüber, was wir bei Marx gelernt haben, mag hier genügen.

In einem Brief von Marx an Kugelmann sind die Grundlinien abgesteckt: „Dass jede Nation verrecken würde, die [...] für ein paar Wochen die Arbeit einstellte, weiß jedes Kind. Ebenso weiß es, dass die den verschiednen Bedürfnissen entsprechenden Massen von Produkten verschiedne und quantitativ bestimmte Massen der gesellschaftlichen Gesamtarbeit erheischen. Dass diese *Notwendigkeit der Verteilung* der gesellschaftlichen Arbeit in bestimmten Proportionen durchaus nicht durch die *bestimmte Form* der gesellschaftlichen Produktion aufgehoben, sondern nur *ihre Erscheinungsweise* ändern kann, ist self-evident. Naturgesetze können überhaupt nicht aufgehoben werden.“ (MEW 32, 552)

Also: Arbeit als einzige Quelle des Reichtums, die über alle Zeiten hinweg geltende Notwendigkeit der proportionalen Verteilung de Arbeit und die historische Formbestimmtheit, in der das geschieht. Auf einer bestimmten Stufe der Entwicklung war der Produktionszusammenhang nur noch indirekt, über den Markt, herstellen, auf dem die, nun privaten, Produzenten ihre Produkte, zur Ware geworden, austauschen. „Und“, so fährt das Zitat fort, „die Form, worin dich die proportionale Verteilung der Arbeit durchsetzt in einem Gesellschaftszustand, worin der Zusammenhang der gesellschaftlichen Arbeit sich als Privataustausch der individuellen Arbeitsprodukte geltend macht, ist eben der Tauschwert der Produkte.“ (ebd.)

Was auch immer an der Oberfläche an Erscheinungen wie Preisänderungen, Investitionen, Firmenpleiten, Massenentlassungen usw. sichtbar wird, ist nichts anderes als die historisch spezifische Weise, auf die sich die proportionale Verteilung der Arbeit durchsetzt. Die Marxsche These, dass es - unter den vorherrschenden technischen Bedingungen der Produktion - die in den Produkten verkörperte Arbeitszeit ist, die den Austausch der Produkte bestimmt, wird bis heute bestritten oder - wenn wir die Neo-Ricordianer nehmen, die sich zum großen Teil ja auch als Marxisten begreifen - ausgeblendet.

Um einige wesentliche in diesem Klassenkampf auf dem Feld der Theorie gewonnenen Erkenntnisse soll es jetzt gehen.

1 Eine bemerkenswerte Eigenschaft einer Tauschökonomie

Beginnen wir mit einer formalen Eigenschaft einer Ökonomie, die auf Tausch beruht. Wir denken uns einen aus den Quanten von n Waren gebildeten Raum, den wir *Warenbündelraum* nennen.

Bei einem Bündel von 2 Waren, sagen wir Eisen und Korn, lässt sich der Sachverhalt in einer Ebene darstellen. (Abb.1)

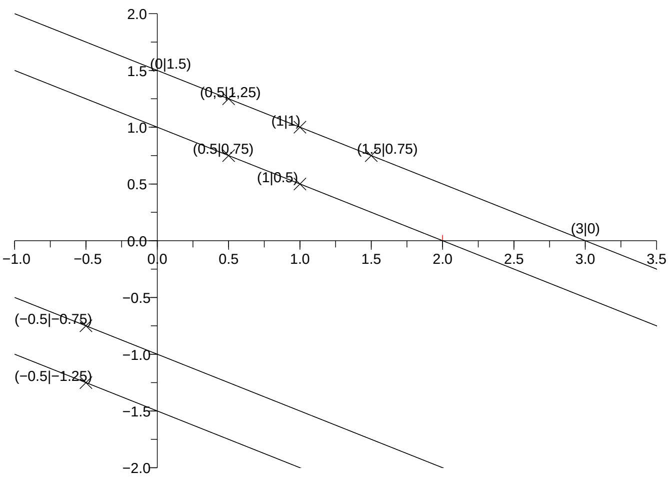

Abbildung 1: Zwei Nullumgebungen in der Metrik des Warenbündelraums

Wenn z. B. die Äquivalenz 2 Einheiten Eisen $=_T$ 1 Einheit Korn zu Grunde gelegt wird, hätte das Warenbündel $(2|0)$ denselben Wert wie $(0|1)$, aber auch wie das Bündel $(1|0,5)$. Genauso ließe sich das Bündel $(3|0)$ austauschen gegen das Bündel $(0|1,5)$, aber auch gegen $(1|1)$. Alle möglichen Rekombinationen eines Warenbündels mit dem gleichen Wert (Isovalen) liegen auf einer Geraden.

Was ist mit den Geraden, die im negativen verlaufen? Sie lassen sich im Sinne der doppelten Buchführung interpretieren: Jedes Guthaben erscheint auch als Schulden in der gleichen Aufstellung.

Punkte mit der Eigenschaft, dass sie gleich weit vom Nullpunkt entfernt liegen, liegen normalerweise auf konzentrischen Kreisen um den Nullpunkt. So sind wir es von der vertrauten euklischen Metrik gewohnt. Wir haben es hier offensichtlich mit einer nichteuklidischen Metrik zu tun.[1] Die Nullumgebungen sind hier nicht Kreise, sondefrn nach zwei Seiten hin unbegrenzte Streifen.

[1] Es handelt sich um eine Metrik vom Typ $d((x_1, y_1), (x_2, y_2)) = |\alpha(x_2 - x_1) + \beta(y_2 - y_1)|$

Warum kann ein Warenbündelraum keine euklidische Metrik haben? Sehen wir uns nochmal die Gerade mit dem Warenbündel $(1|1)$ an. Angenommen, der Warenbündelagent tausche von der 1 E Eisen $\frac{1}{2}$ E gegen $\frac{1}{4}$ E Korn. Dann hat er das Warenbündel $(0,5|1,25)$, was den gleichen Wert hat und folglich auf derselben Geraden liegt. Genau das funktioniert bei einer euklidischen Metrik nicht.

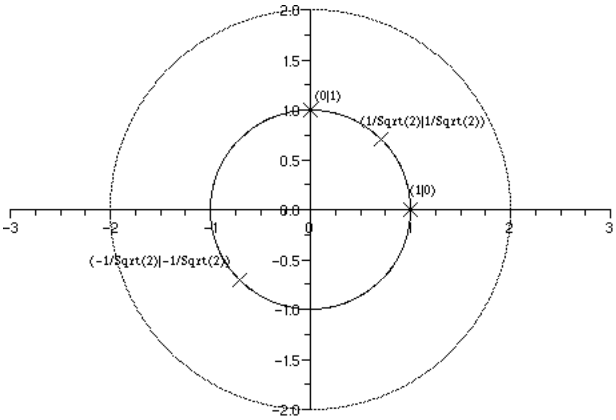

Abbildung 2: Zwei Nullumgebungen in Euklidischer Metrik

Wenn wir der Einfachheit halber die Tauschrelation 1 E Eisen $=_T$ 1 E Korn zugrunde legen, bilden die Isovalen konzentrische Kreise um den Nullpunkt (Abb.2). Ein Warenbündelagent könnte das Warenbündel $(0|1)$ gegen das Warenbündel $\left(\frac{1}{\sqrt{2}}|\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ eintauschen. *Ökonomisch* könnte er dann auch $\frac{1}{\sqrt{2}}$ Eisen gegen $\frac{1}{\sqrt{2}}$ Korn tauschen. Dies widerspricht jedoch der Euklidischen Metrik, denn nach diesem Tausch hätte der Agent das Warenbündel $\left(0|\frac{1}{\sqrt{2}}+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$, das wegen $\frac{1}{\sqrt{2}}+\frac{1}{\sqrt{2}} > 1$ nicht mehr auf der ursprünglichen Isovalen liegt.

Es ließe sich auch ein topologisches Argument anführen. Auf den Isovalen des Warenbündelraums führt jeder stetige Weg über Warenbündel, die auch ökonomisch austauschbar sind. Bei einer euklidischer Metrik führt jedoch ein Weg von $\left(\frac{1}{\sqrt{2}}|\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ zu $\left(-\frac{1}{\sqrt{2}}|-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$. Wer aber ist bereit, Guthaben gegen Schulden zu tauschen?

Metriken des Typs, wie wir ihn im Warenbündelraum beobachten können, kommen auch in der Energieerhaltung vor. All diese formalen Eigenschaften von Warenbündeln sprechen dafür, in einer Tauschökonomie das Wertgesetz als Erhaltungssatz zu formulieren:

Bei jedem Austausch von Waren bleibt der Wert, verstanden als gesellschaftlich notwendiges Arbeitsquantum für ihre Herstellung, erhalten.

Die Übereinstimmung mit einer Metrik bei Erhaltungssätzen liefert natürlich noch keinen Beweis für die Gültigkeit des Wertgesetzes, sondern weist nur darauf hin, dass sich das Wertgesetz als Spezialfall eines universellen Erhaltungssatzes auffassen ließe, der sich in jeder Ökonomie (zumindest der Zeit), also auch im Kommunismus, auf spezifische Weise ausdrückt. Ich komme darauf zurück.

2 Empirischer Nachweis des Wertgesetzes

Der Beweis selbst kann nur empirisch erbracht werden und läuft darauf hinaus, zu zeigen, dass die Preise, mittels derer die Waren ausgetauscht werden, mit den Werten korrelieren.

Die ersten empirischen Arbeiten zum Wertgesetz gab es erst in den 80er Jahren. (Der pakistanische Ökonom Anwar Shaikh war ein Pionier auf diesem Gebiet.) Ein Grund für diesen relativ späten Zeitpunkt lag sicherlich in den riesigen Datenmengen, die erst mit fortgeschrittener Rechentechnik zu bewältigen waren. Datengrundlage sind Input-Output-Tabellen, die regelmäßig von staatlichen statistischen Instituten in den großen Industriestaaten erstellt werden.

Input-Output-Tabellen beschreiben den Fluss von Gütern und Diensten innerhalb eines bestimmten Zeitraums zwischen den einzelnen ökonomischen Sektoren. Sei eine Volkswirtschaft mit den drei Sektoren Landwirtschaft, Industrie und Transportwesen und ihre Verflechtung in physikalischen Einheiten gegeben.

Sektor	**Landwi**	**Indust**	**Transp**	**Konsum**	**Output**
Landwirtschaft	5	15	2	68	90
Industrie	10	20	10	40	80
Transport	10	15	5	0	30
Arbeit	25	30	5	0	60

In den Zeilen lassen sich die Outputs des jeweiligen Sektors ablesen. Die Industrie z.B. liefert 10 (physikalische) Einheiten an die Landwirtschaft 20 verbraucht sie selber, 10 gehen in den Transport. Damit wird eine Endnachfrage (Konsum) von 40 Einheiten befriedigt und der insgesamt erforderliche Output beträgt 90 Einheiten. Daraus ergibt sich, dass in den Spalten die Inputs des jeweiligen Sektors stehen. So gehen in die Landwirtschaft 5 Einheiten aus der Landwirtschaft selbst, 10 aus Industrie und Transport und 25 (Zeit-)Einheiten direkter Arbeit ein um den Bruttooutput von 90 Einheiten zu produzieren.

Entscheidende Datengrundlage sind die so genannten *technischen Koeffizienten*. Sie geben den Input des Sektors i pro physikalischer Einheit des Sektors j an und spiegeln somit die technischen Produktionsbedingungen wider.

Der technische Koeffizient a_{32} gibt an, welcher Input des Sektors 3 (Transport) pro physikalischer Einheit des Sektors 2 (Industrie) erforderlich ist: $a_{32} = 15/80 = 0,1875$

Dies für alle Sektoren ausgeführt, ergibt die Tabelle der technischen Koeffizienten, aus deren ersten drei Zeilen und Spalten die Matrix A der technischen Koeffizienten gebildet wird.

0,056	0,188	0,067	1,133
0,111	0,250	0,333	0,667
0,111	0,188	0,167	0,000
0,278	0,375	0,167	0,000

Angenommen, der Konsum-(Endnachfrage-)Vektor $\begin{pmatrix} 68 \\ 40 \\ 0 \end{pmatrix}$ wird durch den neuen Nachfragevektor $\vec{c} = \begin{pmatrix} 70 \\ 60 \\ 20 \end{pmatrix}$ ersetzt.

Dann lässt sich der neue Bruttooutputvektor $\vec{x}$ durch

$$\vec{x} = (I - A)^{-1}\,\vec{c}$$

berechnen, wobei I die Einheitsmatrix ist.

Ergebnis: $\vec{x} = \begin{pmatrix} 103,5 \\ 124,6 \\ 65,8 \end{pmatrix}$

Damit lassen sich über die technischen Koeffizienten die veränderten Verflechtungen berechnen und die neue Tabelle sieht so aus:

Sektor	**Landwi**	**Indust**	**Transp**	**Konsum**	**Output**
Landwirtschaft	5,7	23,4	4,4	70	103,5
Industrie	11,5	31,2	21,9	60	124,6
Transport	11,5	23,3	11	20	65,8
Arbeit	28,8	46,7	11	0	86,5

Die Berechnung der in den Produkten geronnenen Arbeitszeiten ist auf ähnliche Weise möglich.

Sektor	**Landwi**	**Indust**	**Transp**	**Konsum**	**Output**
Landwirtschaft	5	15	2	68	90
Industrie	10	20	10	40	80
Transport	10	15	5	0	30
Arbeit	25	30	5	0	60

Im Output der Landwirtschaft von 90 Einheiten stecken 25 h direkte Arbeit und die indirekten Arbeitszeitquanten, die in den 5 Einheiten aus der Landwirtschaft selbst, den 10 aus der Industrie und aus den 10 aus dem Transport stecken. Für die Arbeitszeit ν_1 im Sektor 1 pro physikalischer Einheit gilt:

$$\nu_1 = \frac{25}{90} + \frac{5}{90}\nu_1 + \frac{10}{90}\nu_2 + \frac{10}{90}\nu_3,$$

(wenn ν_i das Quantum für 1 E des Sektors i ist). Und insgesamt:

$$\nu_i = \lambda_i + a_{1i}\nu_1 + a_{2i}\nu_2 + a_{3i}\nu_3$$

(λ_i direkte Arbeitszeit in Sektor i)

Der Vektor $\vec{\nu}$ der sektoralen Arbeitszeitquanten (pro physikalischer Einheit) wird berechnet durch

$$\vec{\nu} = \left(I - A^T\right)^{-1} \vec{\lambda},$$

wobei A^T die transponierte Koeffizientenmatrix und $\vec{\lambda}$ der Vektor der direkten Arbeitszeiten ist.

Mit dem Ergebnis $\vec{\nu} = \begin{pmatrix} 0,444 \\ 0,744 \\ 0,533 \end{pmatrix}$ lässt sich dann die Tabelle der Arbeitszeiten erstellen:

Sektor	**Landwi**	**Indust**	**Transp**	**Konsum**	**Output**
Landwirtschaft	2,222	6,666	0,888	30,222	40,000
Industrie	7,444	14,888	7,444	29,777	59,555
Transport	5,333	8,000	2,666	0,000	16,000
Arbeit	25,000	30,000	5,000	0,000	60,000
Summe	40,000	59,555	16,000	60,000	175,555

Normalerweise sind die Input-Output-Tabellen in monetärer Form gegeben. Das gibt aber keine allzu großen Probleme. Angenommen, in unserem Mini-System werden die Produkte zu folgenden Preisen verkauft: eine landwirtschaftliche Einheit zu 2 Geldeinheiten, eine industrielle Einheit zu 5 und eine Transporteinheit zu 4 Geldeinheiten. Ferner koste 1 Arbeitszeiteinheit 1 Geldeinheit. Unsere Tabelle sieht in monetärer Form dann so aus:

Sektor	**Landwi**	**Indust**	**Transp**	**Konsum**	**Verkauf**
Landwirtschaft	10	30	4	136	180
Industrie	50	100	50	200	400
Transport	40	60	20	0	160
Lohn	25	30	5		
Profit	*55*	*180*	*41*		

Angenommen, wir kennen die physikalische Tabelle nicht (was ja meistens der Fall ist) und wir wollen aus der monetären Tabelle die Arbeitszeiten erschließen, dann erhalten wir mit der (transponierten) monetären Koeffizientenmatrix

$$A^T = \begin{pmatrix} 0,056 & 0,278 & 0,222 \\ 0,075 & 0,25 & 0,15 \\ 0,033 & 0,417 & 0,167 \end{pmatrix}$$

und dem Lohnvektor (direkte Arbeit) $\vec{v} = \begin{pmatrix} 0,139 \\ 0,075 \\ 0,042 \end{pmatrix}$ den Vektor $\vec{w}$ der sektoralen Arbeitszeiten pro Geldeinheit durch

$$\vec{w} = \big(I - A^T)^{-1}\vec{v}\big) .$$

Ergebnis: $\vec{w} = \begin{pmatrix} 0,222 \\ 0,149 \\ 0,133 \end{pmatrix}$.

Damit können wir die sektorale Tabelle umrechnen und erhalten eine Arbeitszeittabelle, die mit unserer vorangegangenen Arbeitszeittabelle identisch ist.

Da die Preise willkürlich gewählt waren, sieht es so aus, dass sich die Arbeitszeiten offenbar unabhängig von der Preisstruktur erschließen lassen. Das lässt sich tatsächlich beweisen.

Die mit dieser grundsätzlichen Methodik angestellten Untersuchungen in fortgeschrittenen Industrieländern ergab eine hohe Korrelation bzw. geringe Abweichungen zwischen Arbeitswerten und Preisen.

Durchschnittliche Abweichungen zwischen Marktpreisen und Arbeitswerten für die USA (nach Shaikh)	
Jahr	**Abweichung**
1947	10,5%
1958	9,0%
1962	9,2%
1967	10,2%
1972	7,1%
Durchschnitt	9,2%

Korrelation zwischen Preisen und Arbeitswerten		
Land	$\mathbf{R^2}$	**Quelle**
USA	0,974	Ochoa 1989
GB	0,955	Cockshott, Cottrell, u. Michaelson 1995
Griechenl	0,942	Tsoulfides u. Maniatis 2002
Schweden	0,971	Zachariah 2005

Der Augenschein lehrt uns, dass nicht jede einzelne Ware zu ihrem Wert ausgetauscht werden kann. Dagegen sprechen die Preisänderungen, unterschiedliche Preise für ein und dieselbe Ware und anderes. Eine volle Übereinstimmung von Marktpreisen und Wert würde die Dynamik einer auf Spontaneität, sich hinter dem Rücken der Akteure vollziehenden, Produktionsweise hemmen, wenn nicht zum Erliegen bringen. Verteilung bzw. Neuverteilung der gesellschaftlichen Arbeit findet nur unter Druck der Fluktuationen der Marktpreise statt. Marx hat das klar gesehen, wenn er schreibt: „Die Möglichkeit quantitativer Inkongruenz zwischen Preisen und Wertgrößen oder der Abweichung des Preises von der Wertgröße, liegt also in der Preisform selbst. Es ist dies kein Mangel dieser Form, sondern macht sie umgekehrt zur adäquaten Form einer Produktionsweise, worin sich die Regel nur als blind wirkendes Durchschnittsgesetz der Regellosigkeit durchsetzen kann.“ (MEW 23, S. 117)

Es ist aber noch gar nicht so lange her, dass Ökonomen - eigentlich waren es mehr Physiker und Mathematiker, die sich mit Ökonomie beschäftigten - sich dem Gegenstand angemessenerer Methoden bedienten, und das sind vor allem wahrscheinlichkeitstheoretische.

3 Verteilung des Reichtums ist „naturgesetzlich“

Beginnen wir mit dem Modell einer Tauschökonomie mit N Akteuren und einer festen Geldmenge G, die ansonsten von so ziemlich allem abstrahiert, was das lebendige Leben ausmacht und nur einer einzigen Regel folgt:

Nimm einen zufällig ausgewählten Käufer i und einen zufällig ausgewählten Verkäufer j und nimm ferner einen zufällig ausgewählten Betrag aus dem Intervall $[0|g_i]$, *wobei* g_i *die dem Käufer i gehörende Geldsumme ist. Ziehe diesen Betrag beim Käufer i ab und addiere ihn beim Verkäufer j.*

Lässt man dieses Modell auf dem Computer laufen, ergibt sich im Laufe der Zeit eine Verteilung, wie in Abb. 3 dargestellt.

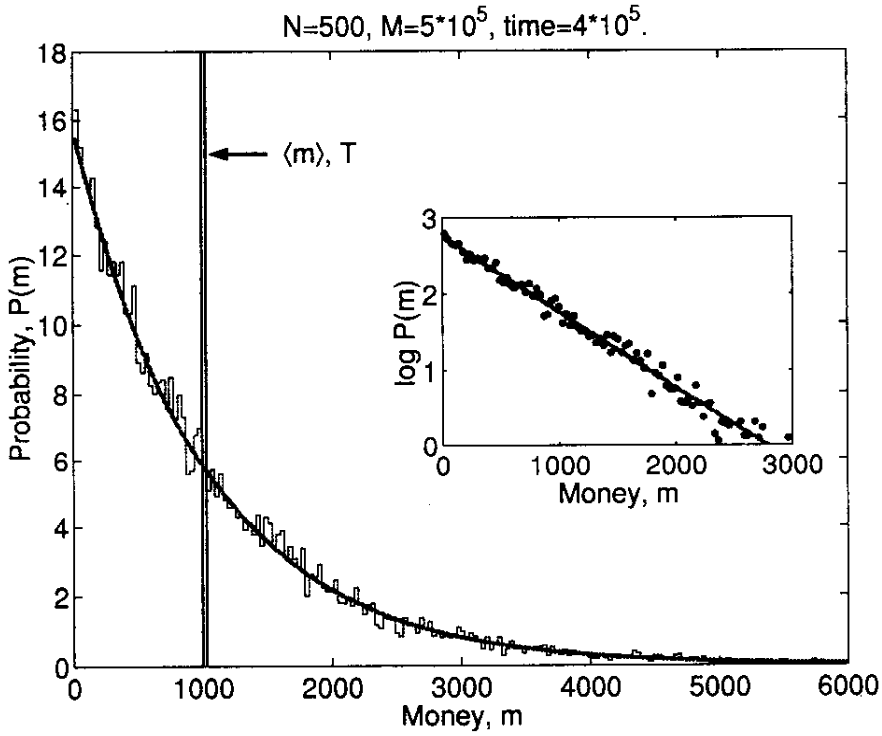

Abbildung 3: Stationäre Wahrscheinlichkeitsverteilung des Geldes nach der Computersimulation (Drăgulescu & Yakovenco). Die Kurve stellt die Boltzmann-Gibbs-Verteilung dar.

Obwohl das Modell wenig mit der Realität zu tun hat, treffen wir in der Realität solch eine Verteilung des Reichtums in den fortgeschrittenen Industriestaaten an (Abb.4).

Um uns der Beantwortung der Frage, warum das so ist, zu nähern, nehmen wir einen Entwicklungspfad in der Untersuchung der physikalischen Arbeit wieder auf, der von James Watt initiiert wurde. Vom 2. Hauptsatz der Thermodynamik war schon die Rede, in der Formulierung von Clausius: Wärme fließt niemals von Kaltem zum Warmen. Clausius war es auch, der in diesem Zusammenhang den Begriff der *Entropie* einführte.

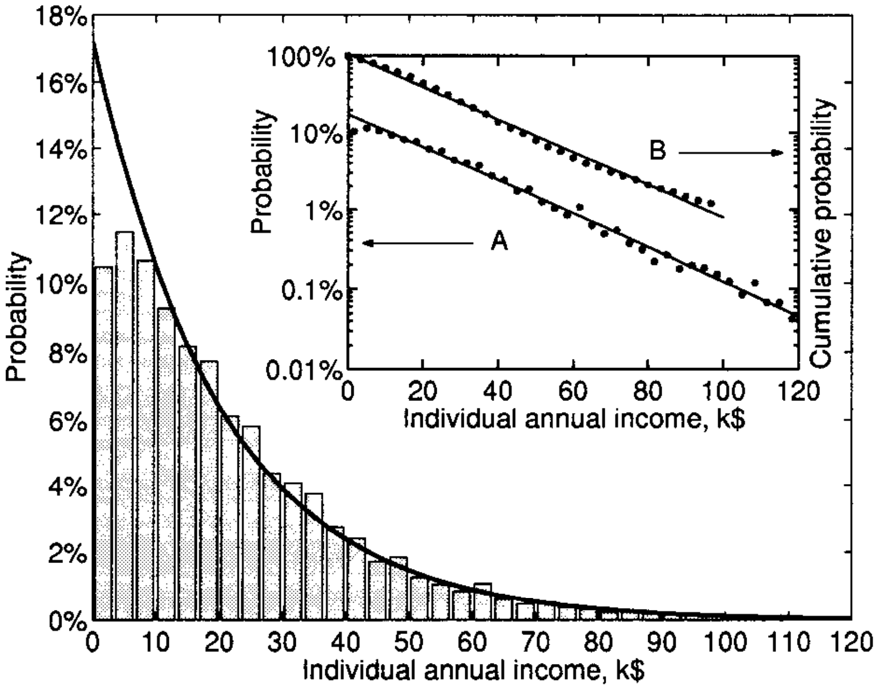

Abbildung 4: Wahrscheinlichkeitsverteilung des individuellen Einkommens nach US Census Daten von 1996 (Drăgulescu & Yakovenko)

Clausius: $\Delta S = \frac{\Delta W}{T}$, wobei ΔS die Entropiedifferenz, ΔW die Wärmedifferenz und T die (absolute) Temperatur ist.
Nach dieser Definition steigt die Entropie, wenn Wärme von einer heißen in eine kältere Region transferiert wird und sinkt, wenn Wärme von einer kälteren in eine wärmere Region transferiert wird.
Da Wärme spontan niemals von Kaltem zu Warmen fließt, läst sich der 2. Hauptsatz auch so fassen: In einem geschlossenen System steigt die Entropie, bis sie im Gleichgewicht (hier gleiche Temperatur) ihr Maximum erreicht.
Boltzmann: $S = k \, log \, W$, wobei k die Boltzmann-Konstante und W das „thermodynamisches Gewicht“ ist. Es gibt die Anzahl unterschiedlicher Systemzustände an, die mit einem „makroskopischen“ Zustand, beschrieben durch Temperatur, Druck und Volumen, konsistent ist. Zustände mit höherem Gewicht sind wahrscheinlicher.
Ein Beispiel zur Verdeutlichung: Bei 10-maligem Wurf einer Münze (oder einem Wurf mit 10 Münzen) erwarten wir das Ergebnis 5|5 (5 mal Kopf, 5 mal Zahl). Dies ist der Zustand mit der größten Wahrscheinlichkeit, nach Boltzmann also mit dem höchstem Gewicht. Warum? Es gibt 1024 Ergebnisse. Bei 10|0 gibt es nur eine einzige Möglickeit der Realisierung, nämlich jedesmal Kopf. Bei 9|1 gibt es 10, dann wird es unübersichtlich. Bei 5|5 gibt es die meisten Möglichkeiten der Realisierung, nämlich 252. Und es ist das Ergebnis mit der größten Wahrscheinlichkeit, nämlich 252/1024. Der Zustand mit der größten Wahrscheinlichkeit ist auch der Zustand mit der größten Anzahl der möglichen Realisierungen.
Zustände, wo alles irgendwie konzentriert ist (Cluster), haben geringe, Zustände der Zerstreuung hohe Entropie. Deshalb lässt sich Entropie auch als Maß für Unordnung fassen.

Wir haben es in unserem Geldverteilungsprozess mit einem statistischen Gleichgewichtszustand zu tun, nicht mit einem mechanischen. Der mechanische Gleichgewichtszustand (z. B. eine Balkenwaage mit gleichen Gewichten auf beiden Seiten) ist ein Ruhezustand, der so bleibt, solange keine äußeren Kräfte einwirken. Ein statistischer Gleichgewichtszustand ist der Zustand eines dynamischen Systems, der invariant in der Zeit bleibt bei ständiger Veränderung seiner Einzelteile. In unserer Computersimulation erreichen wir nach einer gewissen Zeit einen Zustand, der sich nicht mehr oder nur unwesentlich ändert, obwohl der Austausch des Geldes weitergeht. Dies ist ein Verhalten, der dem der Energieverteilung in einem idealen Gas entspricht. Es handelt sich um eine Exponentialverteilung (Boltzmann-Gibbs-Verteilung).

Dieses Ergebnis steht nicht im Widerspruch zum 2. Hauptsatz, nach dem das geschlossene System (um ein solches handelt es sich bei Ökonomie und Gas) einen Zustand maximaler Entropie zustrebt. Denn es lässt sich nachweisen, dass der Boltzmann-Gibbs-Gleichgewichtszustand tatsächlich der Zustand maximaler Entropie ist (unter der Rahmenbedingung: Erhaltung der Geldmenge). Die Entropieentwicklung in der Computersimulation der einfachen Tauschökonomie ist in Abb. 5 dargestellt.

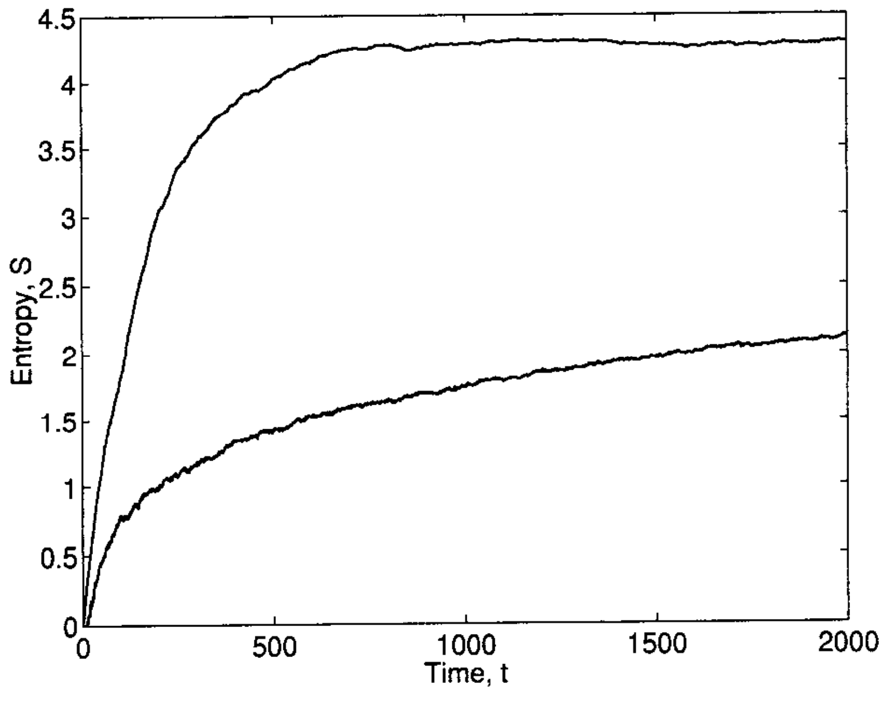

Abbildung 5: Die obere Kurve stellt die Entropieentwicklung bei zufälliger Auswahl der Tauschbeträge, die untere Kurve die Entropieentwicklung bei einem festen kleinen Betrag dar.

Man muss davon ausgehen, dass es in den realen Ökonomien zusätzliche Zwänge gibt, die die Wahrscheinlichkeiten ändern: Preisabsprachen, staatliche Eingriffe, usw. Umso erstaunlicher, dass sich dennoch die Bilder gleichen. Marktökonomien scheinen eine sehr robuste Tendenz zu maximaler Entropie zu haben, und das heißt, sie erzeugen eine höchst ungleiche exponentielle Einkommensverteilung.

4 Eine wahrscheinlichkeitstheoretische Begründung der Marxschen Arbeitswertlehre

Bahnbrechend für einen wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz in der Politökonomie war das Buch *Laws of Chaos* der beiden israelischen Mathematiker Emmanuel Farjoun und Moshé Machover (1983). Angesichts der Erfolge der Physiker seit Boltzmann bei Aussagen über das Gesamtverhalten von Systemen, die im Kleinen zufällig und chaotisch sind, sei es, so meinen sie, an der Zeit, die Methoden des 19. Jahrhunderts hinter sich zu lassen.

Profitraten

Zunächst zerpflückten sie die unrealistische Annahme einer gleichförmigen Profitrate. Die gängige Vorstellung besteht darin: Das Kapital wandert in Bereiche mit höherer Profirate, und so wird allmählich Gleichförmigkeit - so wie ein Pendel allmählich zur Ruhe kommt. Wir haben es hier aber eben nicht mit einem mechanischen Gleichgewichtszustand zu tun. Unterschiedliche Profitraten entstehen in der kapitalistischen Dynamik ja immer neu, d.h. ein Spektrum unterschiedlicher Profitraten ist Dauerzustand. Wir haben es stattdessen mit einem statistischen Gleichgewichtszustand zu tun. (Gedankenexperiment: mechanisches Gleichgewicht, z.B. Pendel, bleibt, ohne äußere Einwirkung, im Ruhezustand. Ang. eine allmächtige Planungsbehörde hätte alles so genau abgezirkelt, dass alle Profitraten gleich sind. Was passiert, wenn die äußere Einwirkung vorbei ist? Es entsteht wieder ein Spektrum.)

Die Analogie zu einem thermodynamischen System einmal unterstellt, verstieße eine gleichförmige Profitrate gegen das Entropiegestz. Das wäre, wie wenn alle Partikel sich am gleichen Ort befinden oder alle sich mit der gleichen Geschwindigkeit bewegten. Nach dem Entropiegesetz müsste jedoch - unter der Bedingung des freien Wettbewerbs - der Zustand der „größten Unordnung“ eintreten.

Aus den eben genannten Gründen liegt es nahe, die Profitrate als Zufallsgröße aufzufassen und deren Verteilung zu erforschen.

Beim idealen Gas hatten wir gesehen, dass das statistische Gleichgewicht - eine feste Größe für die kinetische Energie vorausgesetzt - als Verteilungsfunktion eine Exponentialverteilung, das ist ein Spezialfall der so genannten Gammafunktion, besitzt. Wenn wir - im Fall der Profitrate - davon ausgehen, dass es einen mehr oder wenigen festen Anteil des gesellschaftlichen Mehrwerts gibt (also das, was verteilt wird, eine ziemlich feste Größe ist) und einen sehr chaotischen Mechanismus der Aufteilung des Mehrwerts unter den Kapitalisten, dann ist die Hypothese nicht unvernünftig, dass die Profitrate ebenfalls gammaverteilt ist.

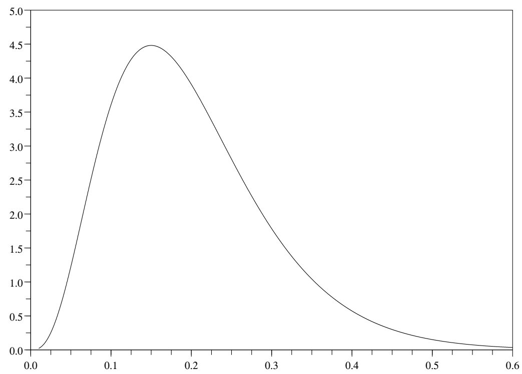

Abbildung 6: Gammaverteilung mit den Parameterwerten $\alpha = 4$ und $\beta = 20$

Der Graph in der Abb.6[2] liefert ein realistisches Bild der britischen Industrie im Jahr 1979. Erwartungswert: 0,2, Standardabweichung: 0,1. D.h. Profitraten zwischen 10 und 30% liegen innerhalb der Standardabweichung, eine Bestätigung der ziemlich breiten Streuung.

Preise

Farjoun/Machover führen über dem Warenraum eine Zufallsgröße $\mathbf{\Psi}$ als Verhältnis von Preis zum Arbeitsinhalt einer Ware ein. Der Preis der Ware wird ebenfalls in Arbeitszeit angegeben, und zwar in enger Anlehnung an das, was Adam Smith den *real price* nannte: die Anzahl der Arbeitsstunden, die erforderlich sind, um über die Ware A verfügen zu können (*commanded labour*).

Die Zufallsgröße $\mathbf{\Psi}$ drückt das Verhältnis von Preis zum Arbeitsinhalt einer Ware aus A aus:

$$\Psi_A = \frac{\Pi_A}{\Lambda_A} = \frac{Preis\ (in\ Arbeitszeit)}{Arbeitsinhalt}$$

Bsp.: Ein Kühlschrank wird für 500 Euro verkauft. Stundenlohn beträgt 10 Euro. Er enthält 20 h Arbeit. Dann muss 50 h für ihn gearbeitet werden.

$$\Psi_A = \frac{50}{20} = 2,5$$

[2] Es handelt sich um die Dichtefunktion $f(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x}$ für $x > 0$.

Auf Grund von Überlegungen, die hier im Einzelnen nicht dargestellt werden können, nehmen Farjoun & Machover eine Normalverteilung der Zufallsgröße Ψ mit der Standardabweichung $\sigma = \frac{1}{3}$ und dem Erwartungswert $\mu = 1 + e_0$ an, wobei e_0 die Ausbeutungsrate ist. Es ist ein erstaunlicher empirischer Fakt, dass sich e_0 über Orte und Zeiten hinweg hartnäckig um 1 (oder 100%) bewegt. Deshalb gehen Farjoun & Machover von $\mu = 2$ aus. Die Verteilung ist in Abb.7 dargestellt.

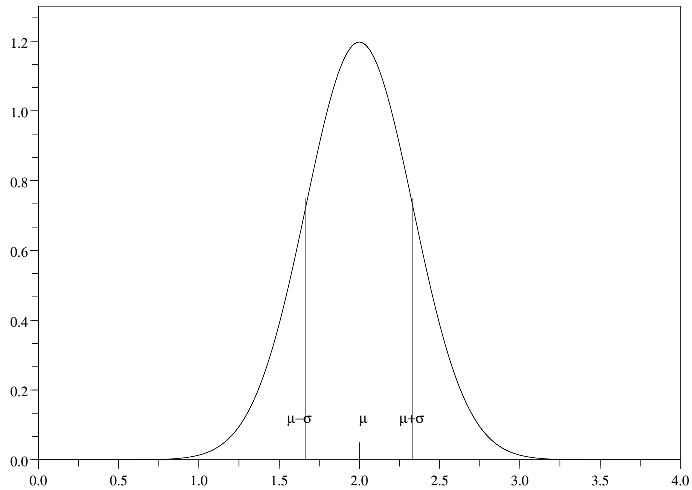

Abbildung 7: Normalverteilung mit $\mu = 2$ und der Standardabweichung $\sigma = \frac{1}{3}$.

Aber auch, wenn e_0 einmal deutlich von 1 abweicht, wie 1984 in GB, ergab sich eine gute Übereinstimmung mit der vorhergesagten Verteilung. Im Vergleich zur Profitrate ist $\mathbf{\Psi}$ wenig gestreut. Mit einer Wahrscheinlichkeit von ungefähr 68% nimmt $\mathbf{\Psi}$ einen Wert zwischen $\mu-\sigma = \frac{5}{3}$und $\mu+\sigma = \frac{7}{3}$ an. (Der Kühlschrank in unserem Beispiel wäre mit 2,5 außergewöhnlich hoch.) Das heißt nicht, dass der Preis der meisten Waren ungefähr proportional zu ihrem Arbeitsinhalt ist, sondern: Wenn wir das Gewicht (in Arbeitszeiten) derjenigen Waren nehmen, deren Preise um höchstens $\sigma = \frac{1}{3}$ von 2 abweichen, so macht dies Gewicht 68% des Gesamtgewichtes aller Waren aus.

Dies mögliche Missverständnis ausgeräumt, ließe sich das Wertgesetz in seiner wahrscheinlichkeitstheoretischen Form formulieren als

$$\mathbf{\Pi} = \mathbf{\Psi\Lambda}$$

Wir haben gesehen: Es gibt starke empirische Argumente für die Gültigkeit der Marxschen Arbeitswertlehre und damit über das, was die kapitalistische Ökonomie im Innersten zusammenhält.

5 Konsequenzen für den Kommunismus

Werfen wir noch einen kurzen Blick auf die künftige gesellschaftliche Formation, den Kommunismus.

Die Untersuchung der Metrik des Warenbündelraums hatte uns dazu veranlasst, das Wertgesetz als eine historische spezifische Form eines universellen Erhaltungssatzes aufzufassen, der - in veränderter Form eben - in jeder Ökonomie, zumindest der Zeit, also auch im Kommunismus, weiter wirkt. Was wird also aus dem Wertgesetz im Kommunismus?

Zunächst ist daran zu erinnern, dass sich eine kapitalistische Ökonomie durch einen mikroskopischen Zustand auszeichnet, der durch eine hohe Anzahl unabhängiger Parameter gekennzeichnet ist, die das Verhalten der Akteure bestimmt. (Ähnlich wie beim Verhalten der Gaspartikel.) Zu ihnen gehören die Mengen unterschiedlicher Warentypen, die jeden Tag produziert und verkauft werden, die Preise, zu die Inputs (einschließlich Arbeitskraft) gekauft werden, die Preise für die Konsumgüter, usw. Die Anzahl der einschränkenden Nebenbedingungen ist relativ klein im Verhältnis zur Anzahl der Freiheitsgrade.

Diese Eigenschaft war es gerade, die die Anwendung wahrscheinlichkeitstheoretischer Methoden nahe legen. In dem Maße jedoch, wie das Verhalten der Akteure koordiniert ist, die Anzahl der einschränkenden Bedingungen hoch ist, werden solche Methoden obsolet. Dies leistet eine umfassende, detaillierte Planung der Volkswirtschaft, bei der in vielerlei Hinsicht das gesamte ökonomische System wie ein einziges Unternehmen behandelt wird. Vorherrschende angemessene Methoden werden vor allem Input-Output-Analysen und Operation Research sein. Als einziger Kandidat für die Berechnungsgrundlage kommt nur die Arbeitszeitrechnung in Frage - da sind sich Freund und Feind einig; nur dass letztere meinen, dass das nicht geht.

Aus der Vorstellung der Input-Output-Tabellen ging hervor, wie man aus der Kenntnis der physischen technischen Koeffizienten (also aus der Kenntnis der technischen Produktionsbedingungen) die in den Produkten geronnene Arbeit berechnen kann und damit die Grundvoraussetzung dafür erfüllt ist, dass ohne den Umweg über Tausch und ohne Wertform die proportionale Verteilung der gesellschaftlichen Arbeit in rationell überlegener Weise erreicht werden kann.

Aus den eben angeführten Gründen, dass Vieles einfacher wird und vor allem durchsichtiger, so dass wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren, zumindest auf globaler Ebene nicht nötig sind, ließe sich die Aufhebung des Wertgesetzes im Kommunismus, oder: die veränderte Erscheinungsweise, die der universelle Erhaltungssatz im Kommunismus annimmt, folgendermaßen formulieren:

Bei jeder Kombination oder Rekombination von Gütern eines Güterbündels bleibt das tatsächliche Arbeitszeitquantum, verstanden als die durch den Plan gesicherte minimale Arbeitszeit zu ihrer Herstellung, erhalten.

Wie nun der Kommunismus in fortgeschrittenen Industrieländern funktionieren kann, auf der Basis von Arbeitszeitrechnung, ohne Waren und Geld, so, wie von Marx vorgeschlagen in der „Kritik des Gothaer Programms“, ist ausgeführt in dem Buch „Alternativen aus dem Rechner“ von Paul Cockshott und Allin Cottrell.

Literatur

PAUL COCKSHOTT & ALLIN COTTRELL & GREG MICHAELSON & IAN WRIGHT, Information, Money and Value, (in Arbeit)

PAUL COCKSHOTT & ALLIN COTTRELL, Alternativen aus dem Rechner, Für sozialistische Planung und direkte Demokratie, Köln, 2006

ADRIAN DRAGULESCU & VIKTOR M. YAKOVENKO, Statistical mechanics of Money, http://arxiv.org/abs/cond-mat/0001432

EMMANUEL FARJOUN & MOSHE MACHOVER, Laws of Chaos, A probabilistic Approach to Political Economy, London 1983